



MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INOVAÇÕES



**EDITAL N° 48/2022/SEI-INPE**

**EDITAL 48/2022**

**CHAMADA PÚBLICA 02/2022**

**PROGRAMA DE CAPACITAÇÃO INSTITUCIONAL - PCI**

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) torna pública a presente Chamada e convida os interessados a se inscreverem para os SubProjetos, 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:

<b>CÓDIGO</b>	<b>SUBPROJETO</b>	<b>MODALIDADE</b>	<b>LOCALIDADE</b>
1.1.1	Desenvolvimento do sistema de monitoramento sistemático de ambientes aquáticos (MAPAQUALI) e integração de	DD	São José dos Campos

	algoritmos indicadores de qualidade de água no MAPAQUALI		
2.1.1	Desenvolvimento de um Sistema para Monitoramento de fluxo de dados desde a recepção de imagem dos satélites pelas Estações Terrenas até o processamento das mesmas pelas áreas responsáveis	DB	Cuiabá (MT)
2.2.1	Pesquisa de metodologias de determinação de órbita a partir de dados de GPS	DB	São José dos Campos
3.1.1	Desenvolvimento de um sistema de gestão de portfólio de projetos	DA	São José dos Campos
4.1.1	Estudo e proposta de política de gerenciamento de dados em escala de terabytes e petabytes	DA	São José dos Campos
4.2.1	Estudo comparativo e implementação de uma plataforma de ciência para análise de dados usando computação de alto desempenho	DA	São José dos Campos
4.3.1	Desenvolvimento, processos e caracterização de cerâmicas visando aplicações aeroespaciais	DB	São José dos Campos
4.4.1	Caracterização de materiais cerâmicos, materiais absorvedores de radiação, eletrocatalisadores, catalisadores nos laboratórios de Materiais Avançados e Pesquisa Aeroespacial	DB	São José dos Campos

4.5.1	Elaboração, montagem e testes do circuito de controle do radiômetro térmico	DD	São José dos Campos
5.1.1	Estudo da Propagação de Ondas de Gravidade na Estratosfera Terrestre observada por meio da Técnica de Rádio Ocultação (RO) de Sinais GNSS	DB	São José dos Campos
5.2.1	Estudo de Bolhas de Plasma Utilizando Simulação Numérica e Assimilação de Dados	DB	São José dos Campos
5.3.1	Desenvolvimento e testes da instrumentação do radiotelescópio BINGO	DB	São José dos Campos
5.4.1	Modelagem do fluxo de partículas no cinturão de radiação externo utilizando dados de missões espaciais	DB	São José dos Campos
5.5.1	Avaliação e comparação dos níveis de Radiação Ultravioleta (R-UV) nas cidades de Natal – Brasil, e La Paz – Bolívia, e obter a relação com fatores climáticos e atmosféricos agravantes que interferem na incidência das fotodermatoses	DA	São José dos Campos
6.1.1	Projeto CITAR	DA	São José dos Campos
6.2.1	Integração e operacionalização de Laboratório para pesquisa, desenvolvimento, caracterização, verificação e validação em controle de veículos espaciais	DC	São José dos Campos

6.3.1	Estação Terrena para Plataforma Multimissão	DD	São José dos Campos
8.1.1	Estudo de ampliação da faixa de frequências associadas à calibração de medidas de capacitância elétrica	DC	São José dos Campos
8.2.1	Estudo de viabilidade e implementação de um Sistema de Gestão da Qualidade para qualificação espacial nos Laboratórios de montagem, integração e testes da COMIT.	DB	São José dos Campos
8.3.1	Especificação do Sistema de Software e das Plataformas de Desenvolvimento para o Sistema de Aquisição de Dados Usando IoT e Soc	DA	São José dos Campos
8.3.2	Especificação do Sistema de Software e das Plataformas de Desenvolvimento para o Sistema de Aquisição de Dados Usando IoT e Soc	DA	São José dos Campos
8.4.1	Estudos para desenvolvimento de automação do sistema de calibrações de alto-vácuo	DC	São José dos Campos
9.1.1	Implementação de ambiente de computação em nuvem para supercomputação	DB	Cachoeira Paulista
9.2.1	Desenvolvimento de produtos para o nowcasting utilizados a base de dados de descargas atmosféricas	DD	Cachoeira Paulista

9.3.1	Realizar estudo de casos de eventos meteorológicos relevantes sobre a América do Sul	DC	São José dos Campos
10.1.1	Desenvolvimento de aplicações em groupware para subsídio à processos colaborativos baseado em indicadores e análise da capacidade adaptativa em múltiplas escalas	DA	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

<b>FASES</b>	<b>DATA</b>
<b>Inscrições</b>	<b>de 09/08/2022 a 12/08/2022</b>
<b>Prazo para impugnação da Chamada</b>	<b>Até 11/08/2022</b>
<b>Divulgação preliminar das inscrições homologadas</b>	<b>17/08/2022</b>

<b>Prazo para interposição de recurso administrativo das inscrições homologadas</b>	<b>19/08/2022</b>
<b>Divulgação final das inscrições homologadas</b>	<b>22/08/2022</b>
<b>Divulgação do resultado preliminar</b>	<b>A partir de 06/09/2022</b>
<b>Prazo para interposição de recurso administrativo do resultado preliminar</b>	<b>09/09/2022</b>
<b>Resultado final (a ser ratificado pelo CNPq após indicação do bolsista na plataforma integrada Carlos Chagas)</b>	<b>Até dia 12/09/2022</b>

### 3 – Critérios de Elegibilidade

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

## 3.2 – Quanto ao Proponente:

3.2.1 – O proponente, responsável pela inscrição, 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/2022** 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, na data de indicação do bolsista aprovado;
- f) Não possuir parentesco com ocupantes de funções gratificadas da Instituição, membros da Comissão de Pré-Enquadramento ou da equipe do projeto para o qual deseja se inscrever, em atendimento ao disposto pela Lei nº 8.027, de 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, na data da indicação do bolsista aprovado;
- h) Não estar matriculado em curso de pós-graduação ou ser aluno especial, na data da indicação do bolsista aprovado.
- i) Não possuir pendência de relatórios e/ou prestações de contas junto ao CNPq ou CAPES.

#### 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

INPE Belém (PA)

Prédio 50

Parque de Ciência e Tecnologia do Guamá

Av. Perimetral, 2651

CEP 66077-830

Belém - PA - Brasil

INPE – Cuiabá (MT)

Coordenação Espacial do Centro-Oeste (COECO)

Rua Dr. Hélio Ponce de Arruda, s/nº, Centro Político Administrativo

CNPJ: 01.263.896/0010-55

CEP 78049-944

Cuiabá, Mato Grosso

#### 4 – Recursos Financeiros

**4.1** – As bolsas serão operacionalizadas pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq e financiadas com recursos no valor anual de R\$ 432.640 (Quatrocentos e trinta e dois mil, seiscentos e quarenta 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**, nas suas categorias 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 Inscrição**

6. – As inscrições deverão ser encaminhadas ao INPE exclusivamente via e-mail, no endereço [pci.programa@inpe.br](mailto: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](http://www.inpe.br/pci/arquivos/formulario-de-inscricao-para-bolsa-pci_v4.pdf)

**6.2** – O horário limite para envio das inscrições 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 inscrições 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 solicitação de inscrição seja enviada fora do prazo de submissão, ela não será aceita, razão pela qual não haverá possibilidade da mesma ser acolhida, analisada e julgada.

**6.3** – Esclarecimentos e informações adicionais acerca desta Chamada podem ser obtidos pelo endereço eletrônico [pci.programa@inpe.br](mailto:pci.programa@inpe.br) ou pelo telefone (12) 3208-7646 ou 3208-7280.

**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/](http://www.inpe.br/pci/solicitacao_bolsa/) e enviá-lo juntamente com a ficha de inscrição e o currículo Lattes no momento da inscrição, para o e-mail [pci-programa@inpe.br](mailto:pci-programa@inpe.br).

**6.5** – O Formulário Inscrição para Bolsa PCI/INPE deverá ser preenchido com os dados do proponente e enviado por e-mail, juntamente com o Currículo Lattes **atualizado em maio/2022** e o formulário de parentesco, todos em formato de arquivo, anexo ao e-mail, até data limite para submissão da inscrição. Solicitações enviadas **sem formulário de parentesco ou sem Currículo Lattes ou com data de atualização anterior a maio de 2022 não serão aceitas.**

**6.6** – Cada proponente poderá se candidatar a, **no máximo, 03 dos projetos** listados no item 1.1, sendo que, para cada projeto, uma Ficha de Inscrição deverá ser preenchida, com os respectivos dados.

**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 dos candidatos quanto ao mérito técnico-científico são:

<b>Critérios de análise e julgamento</b>		<b>Peso</b>	<b>Nota</b>
<b>A</b>	Alinhamento do histórico acadêmico e profissional do proponente às competências e atividades exigidas à execução do projeto.	3,0	<b>0,0 a 10</b>
<b>B</b>	Adequação do perfil do proponente ao projeto a ser apoiado.	1,0	<b>0,0 a 10</b>
<b>C</b>	Experiência prévia do proponente em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação na área do projeto de pesquisa selecionado.	1,0	<b>0,0 a 10</b>

**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 candidato 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 o candidato 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 os candidatos empatados 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 inscrições 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 candidato será aferida conforme estabelecido no item 7.1.

**7.2.2.3** – Todos os candidatos avaliados 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 de cada candidato, 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 dos candidatos recomendados e não recomendados por projeto, com as respectivas pontuações finais, assim como outras informações e recomendações pertinentes.

a) candidatos avaliados com **média final 6,0 ou menor** serão considerados **não aprovados**.

**7.2.2.6** – Para cada candidato aprovado, a Comissão de Avaliação de Mérito deverá sugerir o nível da bolsa a ser financiada.

**7.2.2.7** – Durante a classificação dos candidatos 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 os candidatos aprovados por projeto, as respectivas classificações e níveis de bolsa recomendados.

## **8 – Resultado Preliminar do Julgamento**

**8.1** – A relação de todas as inscrições julgadas, aprovadas e não aprovadas, será divulgada na página eletrônica do INPE, disponível na Internet no endereço [www.inpe.br/pci](http://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](http://www.inpe.br/pci) e publicado, por extrato, no **Diário Oficial da União, conforme CRONOGRAMA.**

## **11 – Comissão de Enquadramento**

**11.1** – O candidato que for 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 do MCTI.

## **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 do mesmo candidato 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](mailto: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 têm vigência de 4 meses, em decorrência da disponibilidade de recursos financeiros. Parte ou o total das bolsas, descritas neste Edital, poderão ser prorrogadas até 31/12/2023, em havendo disponibilidade de recursos financeiros a partir de fevereiro de 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, 05 de agosto de 2022.

Clezio Marcos De Nardin  
Diretor do INPE



Documento assinado eletronicamente por **Clezio Marcos De Nardin, Diretor do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**, em 05/08/2022, às 13:53 (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 **10276532** e o código CRC **7AAAAESC**.







# Anexo I do Edital Nº 48/2022



## **Projeto 1: PESQUISA E DESENVOLVIMENTO COM BASE EM DADOS DE SENSORIAMENTO REMOTO APLICADO À CARACTERIZAÇÃO E MONITORAMENTO DE ECOSSISTEMAS DO TERRITÓRIO NACIONAL**

**Subprojeto 1.1:** Desenvolvimento do sistema de monitoramento sistemático de ambientes aquáticos (MAPAQUALI) e integração de algoritmos indicadores de qualidade de água no MAPAQUALI.

### **1.1.1 – Introdução**

Este subprojeto consta no Projeto “Pesquisa e Desenvolvimento com Base em Dados de Sensoriamento Remoto Aplicado à Caracterização e Monitoramento de Ecossistemas do Território Nacional” do Programa de Capacitação Institucional (PCI) **2019-2023**, número 400077/2022-1. Está relacionado ao Termo de Abertura de Projeto – TAP 01340.008036/2017-08.

Devido à crise da quantidade e qualidade da água que se observa em várias regiões do mundo, inclusive no Brasil, o monitoramento das águas continentais, crucial ao abastecimento público e à provisão de serviços ecossistêmicos essenciais à vida, torna-se imperativo. Com o objetivo de ampliar a capacidade de monitoramento sistemático de água continentais foi criado em 2013 o Laboratório de Instrumentação de Sistemas Aquáticos (LabISA), por um grupo de pesquisadores da Coordenação de Observação da Terra (OBT/INPE). Dentro deste contexto, foi adquirido um conjunto de equipamentos para realizar medidas ópticas e limnológicas em ambientes aquáticos, utilizando recursos de projetos de pesquisa fomentados por FAPESP, CNPq, ANEEL/FURNAS e BNDES. Mais de 20 campanhas de campo foram realizadas em reservatórios nacionais (Billings, Promissão, Funil, Ibitinga, Itaipu, Três Marias, Tucuruí, Orós) e em lagos no Pantanal e na planície de inundação amazônica, resultando em um conjunto de dados com mais de 1600 pontos amostrais. Esses dados *in-situ* dão suporte ao desenvolvimento de algoritmos, que aplicados em imagens de satélite, permitem recuperar informações sobre parâmetros de qualidade de água. Atualmente, com a extensa base de dados e conhecimentos adquiridos ao longo de seu desenvolvimento, o LabISA visa empregar dados ópticos e limnológicos de qualidade da água obtidas *in-situ*, juntamente com imagens orbitais para o desenvolvimento de um sistema de classificação e monitoramento de águas interiores (MAPAQUALI), cuja meta é disponibilizar produtos (mapas e séries históricas) de qualidade de água de reservatórios, lagos e rios de diversos biomas brasileiros. As atividades deste subprojeto visam organizar, processar e desenvolver o sistema que dará suporte ao agrupamento e compartilhamento destes dados.

### **1.1.2 - Objetivo Geral**

O objetivo geral deste subprojeto é fomentar pesquisas de análise ambiental em ecossistemas aquáticos continentais brasileiros e auxiliar no desenvolvimento e manutenção de um sistema que permita a visualização em tempo quase real de parâmetros de qualidade de água obtidos por sensoriamento remoto.

Os objetivos Específicos são:

- 1- Desenvolver, testar, e documentar rotinas em Python para sistema MAPAQUALI visando o pré-processamento de imagens de sensoriamento remoto;
- 2- Desenvolvimento e manutenção do sistema de encadeamento de processos do MAPAQUALI (pipelines);
- 3- Integrar, testar e documentar os algoritmos estimadores de indicadores de qualidade de água desenvolvidos para o MAPAQUALI;
- 4- Desenvolvimento e manutenção das estruturas de metadados para os produtos gerados pelo MAPAQUALI;

### 1.1.3 - Insumos

#### 1.1.3.1 – Custeio

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

#### 1.1.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/ nível	Meses	Quant
1.1.1	Profissional graduado em Ciências da Computação, Engenharia da Computação/Software ou áreas afins e experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação	Desenvolvimento de sistemas em Python, familiaridade com desenvolvimento WEB e banco de dados	1,2,3,4	PCI-DD	4	1

### 1.1.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas

Avaliação do estado atual do sistema MAPAQUALI	1	Relatórios e apresentação do estado atual do sistema	Entregar relatório e apresentar os resultados do primeiro mês
Implementar e integrar rotina de correção de efeitos atmosféricos em imagens orbitais	1	Algoritmos implementados e documentados	Rotina integrada ao sistema no final do segundo mês
Manutenção de software do sistema	1	Relatório de versões do sistema	Apresentação do relatório sobre atualização de versões
Implementar o encadeamento de processos para novos indicadores de qualidade de água.	2	Relatório e documentação dos processos implementados	Apresentação do relatório sobre processos implementados

### 1.1.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Meses			
	1	2	3	4
-Avaliação do estado atual do sistema MAPAQUALI				
-Implementar e integrar rotina de correção de efeitos atmosféricos em imagens orbitais.				
- Manutenção de software do sistema				
-Implementar o encadeamento de processos para novos indicadores de qualidade de água.				

### 1.1.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas
			2022/2023



Rotinas de pré-processamento integradas ao sistema MAPAQUALI	1	Relatório e documentação das rotinas.	Rotinas desenvolvidas e testadas até final do segundo mês
Versão atualizada do sistema de pré-processamento	1	- Relatório de atualização de versões do sistema	Modulo de pré-processamento operacional até o quinto mês.
Encadeamento dos processos implementado	2	- Relatório de documentação, de testes e de desempenho do sistema de encadeamento.	Sistema de encadeamento operacional até o quinto mês.

### 1.1.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas
			2022/2023
Modulo de pré-processamento implementado	1,2	Relatório de validação do modulo de pré-processamento	Modulo de pré-processamento e encadeamento de processo operacional até o quinto mês.

### 1.1.8 - Recursos Solicitados

Custeio:

Recursos de custeio destinados exclusivamente a diárias e passagens com o objetivo de:

a) apoiar a participação de integrantes da equipe do projeto em estágios, cursos ou visitas no País, para aquisição de conhecimentos específicos e necessários ao desenvolvimento do projeto;

b) possibilitar a participação de consultores ou instrutores especializados, brasileiros ou estrangeiros, como forma de complementação da competência das equipes.

Total (R\$)	



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	4	1	11.440,00
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					11.440,00

### 1.1.9 - Equipe do Projeto

Claudio Clemente Faria Barbosa, Evlyn Márcia Leão de Moraes Novo, Daniel Andrade Maciel, Rogerio Flores Junior

### 1.1.10 - Referências Bibliográficas



## **Projeto 2: CENTRO DE RASTREIO E CONTROLE DE SATÉLITES**

**Subprojeto 2.1:** Desenvolvimento de um Sistema para Monitoramento de fluxo de dados desde a recepção de imagem dos satélites pelas Estações Terrenas até o processamento das mesmas pelas áreas responsáveis

### **2.1.1 – Introdução**

Este subprojeto consta no Projeto **PROJETO 2 – CENTRO DE RASTREIO E CONTROLE DE SATÉLITES** do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 400077/2022-1, disponível na página do INPE.

Este projeto está baseado no processo SEI 01340.004090/2021-52, cujo objetivo é o desenvolvimento de aplicativos para o planejamento e preparação do Centro de Rastreo, Recepção e Controle de Satélites do INPE para a operação e controle de todas as missões espaciais sob a responsabilidade do INPE.

O controle dos satélites é composto pelos seguintes segmentos:

- a) **o segmento espacial**, que é o satélite e suas cargas uteis;
  - b) **o segmento solo**, que controla o satélite, monitora e analisa sua operação em órbita e coordena as operações de aquisição de imagens.  
O segmento de controle (solo) compreende:
    1. centro de controle de satélites (CCS);
    2. estações de telemetria, rastreamento e comando (TT&C).
  - c) **o segmento de aplicação**, compreende:
    1. estação de recebimento de imagem;
    2. centro de dados de sensoriamento remoto: que planeja aquisições de satélites de carga de imagem, coleta, processa e armazena as imagens recebidas, tornando-as disponíveis para os usuários.
- A CORCR (COORDENAÇÃO DE RASTREIO, CONTROLE E RECEPÇÃO DE SATÉLITES) do INPE, encontra-se inserida dentro do segmento solo e consiste de um conjunto integrado de instalações, sistemas e equipes, cuja função é planejar e executar as atividades de rastreo, controle e recepção de veículos espaciais nacionais, estrangeiros ou desenvolvidos em regime de cooperação internacional, além de manter toda sua infraestrutura em estado operacional e atualizada tecnologicamente. Opera vinte e quatro horas por dia, sete dias por semana, sendo composto pelos seguintes locais:
    - Centro de Controle de Satélites (CCS), em São José dos Campos;
    - Estação Terrena de Rastreo e Controle de Cuiabá (9 antenas);
    - Estação Terrena de Rastreo e Controle de Alcântara (2 antenas);
    - Estação Terrena de Rastreo e Controle de Cachoeira Paulista (2 antenas);
    - Estação Terrena de Rastreo e Controle de Natal (1 antena);
    - Em implantação antena em Formosa.



As Estações Terrenas de Rastreo são responsáveis pela recepção e transmissão de dados aos satélites controlados, por meio de sistemas de antena de rastreo instalados nestes locais. Elas são conectadas ao CCS por meio de uma rede dedicada de comunicação de dados, que permite que os dados recebidos dos satélites cheguem, em tempo real, ao CCS e ainda o habilita a enviar telecomandos aos mesmos.

O CCS é a unidade da CORCR responsável pelo planejamento e execução das atividades de controle dos satélites operados pelo INPE. Essas atividades incluem, por exemplo, a monitoração do estado de funcionamento dos satélites a partir das telemetrias recebidas; o controle da configuração funcional dos equipamentos de bordo, por meio de telecomandos; o planejamento, cálculo e execução de manobras de correção de órbita e de atitude, entre outras.

Para manter suas atividades atuais e futuras de controle de veículos espaciais em nível tecnológico compatível com outros centros internacionais similares, o CORCR mantém um processo contínuo de pesquisa e desenvolvimento em atualização tecnológica de sistemas de controle de satélites (hardware, software aplicativo de tempo real e de dinâmica orbital), planejamento e automação das ações de controle em órbita, desenvolvimento de técnicas de gerenciamento de configuração, tanto de procedimentos operacionais quanto de software e capacitação de seu quadro de pessoal.

O objetivo deste subprojeto é o desenvolvimento de um Sistema de Monitoramento do fluxo de dados recebidos pelos satélites rastreados pelo INPE nas antenas de Cuiabá até o processamento de imagens em São José dos Campos, passando pelas antenas de Cacheira Paulista. O sistema constará de funcionalidades para gerar informações na forma de alarmes e gráficos estatísticos sobre falhas, sucessos avaliando a confiabilidade das transferências de arquivos de dados entre as unidades envolvidas, ainda constará de um visualizador rápido das imagens pre-processadas.

### **2.1.2 - Objetivo Geral**

- 1) O objetivo geral deste subprojeto é o desenvolvimento de um Sistema via Web que Monitore o "Status" do fluxo de dados recebidos pelos satélites rastreados pelo INPE nas antenas de Cuiabá até o processamento de imagens em São José dos Campos, passando pelas antenas de Cacheira Paulista. O sistema chamar-se-á TransfWeb e poderá ser acessado por usuários conectados à intranet do INPE envolvendo as Estações Terrenas de Alcântara, Cuiabá e Cachoeira Paulista.

#### **Objetivos Específicos:**

- 1) Como se tratam de arquivos de tamanho grandes, será necessário inicialmente um estudo sobre o volume e local para armazenamento dos dados
- 2) Pesquisar e projetar um ambiente amigável (Web) que mostre o recebimento da imagem satélite/Cuiabá, a transferência de



computadores Cuiabá/Cuiabá realizando a nomeação do arquivo de acordo com a antena recebida, satélite e câmera utilizada, ainda realizar a transferência deste arquivo para estação de Cachoeira Paulista e por fim a transferência para área do cliente em São José dos Campos.

- 3) Em cada etapa de transferência será feita a monitoração através da comparação do tamanho do arquivo enviado e recebido, e quando possível através da visualização previa da imagem.
- 4) Ainda em cada etapa, possuirá campos de escrita ou combo box no formato de um banco de dados de sucessos e falhas com os respectivos motivos, para análises futuras visando a melhoria do processo.  
 No caso de alguma falha, o sistema deverá alarmar o usuário com som e enviar e-mail, ou mensagem correspondente, relatando o problema.
- 5) Pesquisa de novas tecnologias de transferência de arquivos e estudo de viabilidade de implantação do sistema em outras estações CORCR

### 2.1.3 - Insumos

#### 2.1.3.1 – Bolsa

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
2.1.1	Profissional formado em Análise de Sistemas, Engenharia da Computação 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 Sistemas, Engenharia da Computação	1	D-B	04	1

### 2.1.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023

Implementação de um sistema controle de transferência de arquivos	1	Sistema TRANFWEB desenvolvido	Avaliação de capacidade de máquinas Pesquisa de ferramentas de software utilizadas na comunicação.	Avaliação de capacidade de máquinas Pesquisa de ferramentas de software utilizadas na comunicação.
---	---	-------------------------------	--	--

### 2.1.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre		
	2022		2023
	1	2	1
Avaliação de capacidade de máquinas Pesquisa de ferramentas de software utilizadas na comunicação			

### 2.1.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
Sistema TRANSWEB	1	Sistema TRASFWEB criado	Avaliação de capacidade de máquinas Pesquisa de ferramentas de software utilizadas na comunicação	Avaliação de capacidade de máquinas Pesquisa de ferramentas de software utilizadas na comunicação

### 2.1.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023



Sistema TRANS WEB	1	Sistema TRASFWEB criado	Avaliação de capacidade de maquinas Pesquisa de ferramentas de software utilizadas na comunicação	Avaliação de capacidade de maquinas Pesquisa de ferramentas de software utilizadas na comunicação
-------------------	---	-------------------------	---	---

### 2.1.8 - Recursos Solicitados

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00	04	1	16.640,00
	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\$)					16.640,00

### 2.1.9 - Equipe do Projeto

Glauber Paz Miranda  
[Luiz](#) Eduardo Carneiro(Supervisor)  
Mauricio Gonçalves Vieira Ferreira

### 2.1.10 - Referências Bibliográficas

- [1]Pádua, W, P. F. “Engenharia de Software”. Fundamentos, métodos e padrões. Editora: LCT, 2010
- [2]Booch, G; Rumbaugh, J. ; Jacobson, I.” UML -Guia do usuário”. Editira Campus. Segunda edição 2005.
- [3]Cay S. ; Horstmann; Gary Cornell “ Core Java – Volume I – Fundamentals”. Sun Microsystems Press. 1999
- [4]Cay S. ; Horstmann; Gary Cornell “ Core Java – Volume I – Fundamentals”. Sun Microsystems Press. 1999
- [5] Deitel, H. M.; Deitel, P. J. “Java como programar”. Editora Bookman 2000



## **Projeto 2: CENTRO DE RASTREIO E CONTROLE DE SATÉLITES**

**Subprojeto 2.2:** Pesquisa de metodologias de determinação de órbita a partir de dados de GPS

### **2.2.1 – Introdução**

Este subprojeto faz parte do **PROJETO 2 – CENTRO DE RASTREIO E CONTROLE DE SATÉLITES** do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível no site do INPE na web.

As atividades de rastreamento e controle de satélites são planejadas e realizadas pelo Centro de Rastreamento e Controle de Satélites (COCRC), que é um conjunto integrado de instalações, sistemas e equipes dedicados ao rastreamento e controle de veículos espaciais desenvolvidos pelo INPE ou em cooperação com instituições estrangeiras. O COCRC é constituído pelas seguintes unidades:

- Centro de Controle de Satélites (CCS), em São José dos Campos, SP;
- Estação Terrena de Rastreamento e Controle de Cuiabá (ETC), MT e
- Estação Terrena de Rastreamento e Controle de Alcântara (ETA), MA.

A infraestrutura de rastreamento e controle de satélites de baixa altitude (até 2000 km) do COCRC/ INPE deve ser continuamente preservada e atualizada. As atividades de rastreamento e controle de veículos espaciais são imprescindíveis para que os dados gerados por estes veículos possam ser utilizados adequadamente, levando à sociedade importantes benefícios nas áreas de monitoramento ambiental, meteorologia, oceanologia, agricultura, geologia, hidrologia, desenvolvimento tecnológico, telecomunicações, navegação, localização, estudo da atmosfera, estudo de mudanças climáticas, clima espacial, química da atmosfera, entre outras. Para manter suas atividades atuais e futuras de controle de veículos espaciais em nível tecnológico compatível com outros centros internacionais similares, o COCRC mantém um processo contínuo de pesquisa e desenvolvimento em atualização tecnológica de sistemas de controle de satélites (hardware, software aplicativo de tempo real e de dinâmica de voo), planejamento e automação das ações de controle em órbita, desenvolvimento de técnicas de gerenciamento de configuração, tanto de procedimentos operacionais quanto de software e capacitação de seu quadro de pessoal.

O objetivo deste subprojeto atuar na área de dinâmica de voo de veículos espaciais, no COCRC do INPE.

### **2.2.2 - Objetivo Geral**

O objetivo geral é a pesquisa e desenvolvimento de um protótipo de sistema de determinação de órbita a partir de dados GPS. Esse protótipo irá ajudar a equipe de dinâmica de voo de veículos espaciais da COCRC/INPE para atender aos requisitos impostos para o controle dos satélites do INPE, CBERS 04A e Amazonia 1, que foram lançados em 2019 e 2021, respectivamente

Objetivos Específicos:

- 1) Desenvolvimento de um procedimento de automatização das atividades de Dinâmica de Voo para o Amazonia 1;

- 2) Desenvolvimento de um protótipo de sistema de software para determinação de órbita via GPS, de satélites de observação da Terra;

### 2.2.3 - Insumos

#### 2.2.3.1 – Bolsa

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
2.2.1	Profissional com formação em Engenharia Mecânica 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	Engenharia Mecânica	1 e 2	D-B	4	1*

\* - Em havendo disponibilidade de novas bolsas para o SubProjeto, os candidatos subsequentes da lista de classificação poderão ser chamados.

### 2.2.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
Estudar a documentação técnica e a operação do Sistema de Dinâmica de Voo do COCRC.	1		X	
Implantar o procedimento de automatização para uso no controle do Amazonia 1.	1		X	
Realizar estudo teórico e pesquisar metodologias de determinação de órbita a partir de dados GPS.	2		X	X
Realizar testes funcionais do protótipo desenvolvido, utilizando dados reais do receptor GPS instalado em um satélite da série CBERS e do Amazonia 1.	2		X	X
Confeccionar relatório técnico do projeto.	1 e 2			X



## 2.2.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre			
	2022		2023	
	1	2	1	2
Estudar a documentação técnica e a operação do Sistema de Dinâmica de Voo do COCRC.				
Implantar o procedimento de automatização para uso no controle do Amazonia 1 e os satélites da série CBERS.				
Realizar estudo teórico e pesquisar metodologias de determinação de órbita a partir de dados GPS.				
Realizar testes funcionais do protótipo desenvolvido, utilizando dados reais do receptor GPS instalado em um satélite da série CBERS e do Amazonia 1.				
Confeccionar relatório técnico do projeto.				

## 2.2.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
Procedimento de automatização das atividades de Dinâmica de Voo para o Amazonia 1	1	Procedimento em utilização	Implantação do procedimento no controle do Amazonia 1.	
Protótipo de sistema de software para determinação de órbita via GPS, de satélites de baixa altitude	2	Protótipo desenvolvido	-Finalizar a modelagem procedimento para determinação de órbita via GPS;	-Finalizar o desenvolvimento de um protótipo de sistema de software para determinação de órbita via GPS; -Finalizar a confecção de relatório técnico.

## 2.2.7 – Resultados Esperados

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
Procedimento de automatização das atividades de Dinâmica de Voo para o Amazonia 1	1	Procedimento em utilização	Implantação do procedimento no controle do Amazonia 1.	
Protótipo de sistema de software para determinação de órbita via GPS, de satélites de baixa altitude	2	Protótipo desenvolvido	-Finalizar a modelagem procedimento para determinação de órbita via GPS;	-Finalizar o desenvolvimento de um protótipo de sistema de software para determinação de órbita via GPS; -Finalizar a confecção de relatório técnico.

## 2.2.8 - Recursos Solicitados

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00	4	1*	16.640,00
	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\$)					16.640,00

\* - Em havendo disponibilidade de novas bolsas para o SubProjeto, os candidatos subsequentes da lista de classificação poderão ser chamados.

### **2.2.9 - Equipe do Projeto**

Jun Tominaga  
Roberto Luiz Galski (Supervisor)

### **2.2.10 - Referências Bibliográficas**

- 1) Carrou, J. P. "Spaceflight Dynamics", Cépadues-Éditions, Toulouse, França, 1995.
- 2) Brouwer, D.; Clemence, G.M. "Methods of Celestial Mechanics", New York, N.Y., Academic, 1961.
- 3) Wertz, J.R.; Larson, W.J. "Space mission analysis and design", Dordrecht, Netherlands, Kluwer Academic, 1991.
- 4) Vallado, D. A. "Fundamentals of Astrodynamics and Applications", 4th ed., Microcosm Press/ Springer, 2013, ISBN: 978-188188318



## **Projeto 3: INOVAÇÃO TECNOLÓGICA**

**Subprojeto 3.1:** Desenvolvimento de um sistema de gestão de portfólio de projetos

### **3.1.1 – Introdução**

Desde meados de 2020, o INPE, por meio da COGPI, vem estruturando a base de dados de seu portfólio de programas, projetos, tecnologias, serviços e produtos. A base de dados atualmente está apoiada no 3PST (Sistema de Gestão de Programas, Projetos, Produtos, Serviços e Tecnologias), versão 1.0; no sistema SIGE3P; no SEI e em arquivos armazenados no servidor da COGPI.

O 3PST 1.0 é um sistema baseado em Microsoft Access desenvolvido pela equipe do SEPEC para a gestão do portfólio de programas e projetos inicialmente. É um sistema monousuário, sem controle de acesso e recursos de segurança, sem acesso via web.

O SIGE3P é o sistema do MCTI no qual são inseridas algumas das iniciativas do INPE, sobre o qual não temos gerência, além de não contemplar todas as informações importantes para os gestores do INPE.

O SEI é um sistema consolidado para controle e registro dos processos, porém não tem as funcionalidades de gestão de portfólio.

Há sistemas comerciais para a gestão do portfólio, contudo, não atendem todas as dimensões de gestão de portfólio necessárias do INPE, geralmente requerem uma licença que deve ser renovada periodicamente, têm custos adicionais para ajustes e evoluções. Além disso, seu uso implicaria a adequação dos processos do INPE àqueles disponíveis em suas filosofias e métodos de gestão, o que pode trazer uma série de dificuldades e riscos à instituição.

Dessa forma, faz-se necessário desenvolver um sistema próprio do INPE para a gestão de seu portfólio.

O sistema a ser desenvolvido deve contemplar as funcionalidades necessárias para a gestão do portfólio de programas, projetos, tecnologias, serviços e produtos do INPE; e ser baseado em plataformas mais recentes e robustas das que a utilizada na versão 1.0, de modo a permitir o acesso simultâneo via web de vários usuários, com controle e segurança adequados. Além disso, deverá abranger a gestão da propriedade intelectual e outras atribuições regimentais do SEPEC.

O projeto prevê o desenvolvimento de dois módulos do sistema: Módulo I para a gestão do portfólio de programas e projetos; e Módulo II para a gestão do catálogo de produtos, serviços e tecnologia.

Este subprojeto colabora com o **Projeto 3** do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 400077/2022-1, disponível na página do INPE; e está vinculado ao **TAP** “3PST - Sistema de Gestão do Portfólio Institucional” – SEI **01340.000531/2022-28**.

### 3.1.2 - Objetivo Geral

O objetivo geral do subprojeto " Desenvolvimento de um sistema de gestão de portfólio de projetos" é desenvolver e implementar de um sistema informatizado via web e multiusuário para a gestão do portfólio de programas, projetos, produtos, serviços e tecnologias do INPE.

São objetivos específicos do projeto:

O1 - Modelar o sistema;

O2 - Desenvolver protótipo do Módulo I do sistema.

### 3.1.3 - Insumos

#### 3.1.3.1 – Custeio

Não são previstas despesas de custeio.

#### 3.1.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
3.1.1	Profissional com graduação em Análise de Sistemas, Ciências da Computação, Engenharia da Computação ou áreas afins, 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	Desenvolvimento de banco de dados/sistemas de informação; Linguagens de programação e ferramentas <i>open source</i>	O1; O2	DA	4	1

### 3.1.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas			
			10/22	11/22	12/22	1/23
Planejamento detalhado das atividades do Projeto	O1; O2	I1 - Planejamento finalizado.	X			
Análise dos requisitos do Módulo I	O1; O2	I2 – Requisitos analisados e definidos		X		
Modelagem do Módulo I	O1	I3 – Modelo conceitual do Módulo I			X	
Desenvolvimento de protótipo do Back-end do Módulo I	O2	I4 – Função de cadastro de informações de projetos em fase de teste				X
Elaboração de relatório de acompanhamento de atividades	O1; O2	I5 – Relatório de acompanhamento				X

### 3.1.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Mês			
	10/22	11/22	12/22	1/23
Planejamento detalhado das atividades do Projeto	X			
Análise dos requisitos do Módulo I	X	X		
Modelagem do Módulo I		X	X	
Desenvolvimento de protótipo do Back-end do Módulo I			X	X
Elaboração de relatório de acompanhamento de atividades				X

### 3.1.6 – Produtos



Produtos	Objetivo Específico	Indicadores					
			9/22	10/22	11/22	12/22	1/23
Plano do Projeto	O1; O2	I1	X				
Modelo Conceitual do Módulo I	O1	I3				X	
Relatório de acompanhamento de atividades	O1; O2	I5					X

### 3.1.7 – Resultados Esperados

Espera-se que nessa primeira etapa o Módulo 1 do Sistema esteja modelado e seja capaz de coletar, em modo experimental, informações sobre os projetos portfólio institucional do INPE com agilidade e confiabilidade.

### 3.1.8 - Recursos Solicitados

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00	4	1	20.800,00
	B	4.160,00			
	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\$)					20.800,00

### 3.1.9 - Equipe do Projeto

Alberto de Paula Silva - Tecnologista - COGPI/SEPEC

Andreia Fátima Sorice Genaro - Tecnologista - COGPI/SEPEC

Adla Bourdoukan – Analista de C&T - COGPI/SEPEC

Nelson Veissid - Pesquisador - COGPI/SEPEC

Thamires Barbosa - Estagiária - COGPI/SEPEC

## **Projeto 4: PROJETO DE DESENVOLVIMENTO E DE PESQUISA DOS LABORATÓRIOS ASSOCIADOS**

**Subprojeto 4.1:** Estudo e proposta de política de gerenciamento de dados em escala de terabytes e petabytes

### **4.1.1 – Introdução**

O monitoramento do meio ambiente requer a coleta, armazenamento, análise e distribuição de volumes de dados que facilmente podem chegar a terabytes e petabytes. Os desafios para armazenar e processar estes dados são muitos, desde identificação da natureza do dado (ex. bruto, preprocessado, *analysis ready*, logs, etc.) e seus tipos (imagens de diversas naturezas, séries temporais, texto, etc.) e correspondente mapeamento dos passos de processamento para transformação de dados em produtos, passando por identificação dos gargalos de processamento dos dados de diversos tipos (ex. que demandam processamento imediato ou que podem ser processados em lote com maior latência) até o estabelecimento de uma política de acesso a dados que permita o escalonamento dos dados considerando o volume, aplicação e frequência de acesso (ex. dados “hot”, “warm”, “cold” e “iced”, que devem ser armazenados em subsistemas diferentes), incluindo também processos de criação de metadados e deduplicação de dados.

Não existe uma solução única para os desafios mencionados: a infraestrutura de dados de um provedor de dados científicos deve ser estudada considerando as suas características únicas (demandas, fontes, aplicações e distribuição) para melhor atender aos múltiplos usuários do provedor. Estes estudos são necessários para guiar a política de coleta, retenção e distribuição de dados, independente de sua natureza, mas ainda mais importante para dados científicos cujo valor estratégico pode ser muito maior do que o valor comercial. Neste projeto pretende-se estudar as metodologias de gerenciamento de dados seguindo as boas práticas existentes [1,2,3] mas considerando também características específicas de dados científicos [4] e considerado as aplicações consideradas para projetos do INPE como Queimadas, Brazil Data Cube e BIG. Os estudos poderão servir como guia de boas práticas para gerenciamento de dados destes projetos.

Este subprojeto consta no Projeto 4 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 400077/2022-1, disponível na página do INPE. Está relacionado ao Termo de Abertura de Projeto – TAP SEI número 01340.007463/2021-47 intitulado “Renovação da infraestrutura de supercomputação do INPE e sua aplicação no atendimento das demandas crescentes da sociedade brasileira por melhores previsões e monitoramento do tempo, clima e ambiente”.

### **4.1.2 - Objetivo Geral**

O Objetivo Geral deste projeto é o estudo e avaliação dos diversos problemas, tecnologias e possíveis práticas de gerenciamento de grandes volumes de dados científicos, considerando todos os desafios já mencionados. Como

resultado espera-se a identificação de problemas potenciais, boas práticas e soluções tecnológicas diretamente aplicáveis no INPE, e que podem subsidiar decisões para vários projetos em andamento e planejamento.

O objetivo está de acordo com o Objetivo Específico 1 (OE1) do Projeto Institucional 4 (“Desenvolver pesquisas básicas e aplicadas em Computação e Matemática Aplicada para as ciências, tecnologias e aplicações espaciais, atuando de forma inter e multidisciplinar na busca por soluções e caracterização de problemas em áreas correlatas com a área espacial”), em particular ao Objetivo Específico OE1.2; assim como está relacionado aos itens dos diversos Objetivos Específicos do Projeto Institucional 9 relacionados com coleta, armazenamento, processamento e distribuição de dados.

**Objetivo Específico 1:** Estudo das diversas metodologias e boas práticas de gerenciamento de dados (ex. usando DMBOK [1,2] e outros frameworks [3]) e aplicabilidade a dados científicos em escala de terabytes e petabytes [4].

**Objetivo Específico 2:** Criação de um mapa de transformações dos dados científicos relacionados com as atividades do INPE. Este mapa lista, para cada aplicação, os tipos de dados coletados, os passos (genéricos) do seu processamento, os tipos de saída e outras informações sobre os dados por aplicação (ex. volume projetado, política de backup e disponibilização).

**Objetivo Específico 3:** Criação de documentação indicando boas práticas específicas para cada fluxo de transformação de dados listados no mapa, considerando a infraestrutura existente no INPE e a previsão de novas infraestruturas (servidores, equipamentos de backup) para o futuro próximo (ex. considerando o Projeto RISC).

### **4.1.3 - Insumos**

#### **4.1.3.1 – Custeio**

Descrever recursos de custeio destinados a diárias e passagens com o objetivo de:

- a) apoiar a participação de integrantes da equipe do projeto em estágios, cursos ou visitas no País, para aquisição de conhecimentos específicos e necessários ao desenvolvimento do projeto;
- b) possibilitar a participação de consultores ou instrutores especializados, brasileiros ou estrangeiros, como forma de complementação da competência das equipes.

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

#### **4.1.3.2 – Bolsas**

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quant
4.1.1	Profissional formado em Ciência da Computação, Engenharia da Computação, Sistemas de Informação ou áreas afins, 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	Especialização ou experiência em gerenciamento de sistemas computacionais ou ciência de dados ou processamento de alto desempenho.	1	D-A	4	*1

\* - Em havendo disponibilidade de novas bolsas para o SubProjeto, os candidatos subsequentes da lista de classificação poderão ser chamados.

#### 4.1.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
Atividade 1 – Estudo das metodologias e boas práticas de gerenciamento de dados.	1	Relatório sumarizando as boas práticas e pontos específicos sobre dados científicos de grande porte.	X	
Atividade 2 – Criação dos mapas de transformações dos dados	2	Mapa para cada fluxo de dados científicos indicando as transformações.	X	
Atividade 3 – Documentação.	3	Documentação dos mapas de transformações no contexto da infraestrutura existente e futura.	X	

#### 4.1.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre												
	2021		2022		2023		2024		2025		2026		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
Atividade 1				X									
Atividade 2				X									
Atividade 3					X								

#### 4.1.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
Relatório detalhado sobre boas práticas de gerenciamento de dados científicos	1	Relatório publicado.	x	
Relatórios sobre os mapas de transformações dos dados científicos considerando infraestrutura atual e futura.	2,3	Mapas e relatórios publicados.		x

#### 4.1.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
Relatório detalhado sobre boas práticas de gerenciamento de dados científicos	1	Relatórios publicados.	x	
Relatórios sobre os mapas de transformações dos dados científicos considerando infraestrutura atual e futura.	2,3	Relatórios publicados.		x

#### 4.1.8 - Recursos Solicitados

Custeio	Valor (R\$)
Diárias	0



Passagens	0
Total (R\$)	0

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00	4	*1	20.800,00
	B	4.160,00	-	-	-
	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\$)					20.800,00

\* - Em havendo disponibilidade de novas bolsas para o SubProjeto, os candidatos subsequentes da lista de classificação poderão ser chamados.

#### 4.1.9 - Equipe do Projeto

Bolsista PCI-A;  
 Msc. Ivan Márcio Barbosa.  
 Dr. Rafael Santos;  
 Dr. Gilberto Queiroz;

#### 4.1.10 - Referências Bibliográficas

- [1] Brackett, Michael, and Production Susan Earley. "The DAMA Guide to The Data Management Body of Knowledge (DAMA-DMBOK Guide)." (2009).
- [2] Figueiredo, Glaucia Botelho de, João Luiz Rebelo Moreira, Kelli de Faria Cordeiro, and Maria Luiza Machado Campos. "Aligning DMBOK and open government with the FAIR data principles." In International Conference on Conceptual Modeling, pp. 13-22. Springer, Cham, 2019.
- [3] Fleckenstein, Mike, and Lorraine Fellows. "Overview of Data Management Frameworks." In Modern Data Strategy, pp. 55-59. Springer, Cham, 2018.
- [4] Gray, Jim, David T. Liu, Maria Nieto-Santisteban, Alex Szalay, David J. DeWitt, and Gerd Heber. "Scientific data management in the coming decade." *Acm Sigmod Record* 34, no. 4 (2005): 34-41.
- [5] Wilkinson, Mark D., Michel Dumontier, IJsbrand Jan Aalbersberg, Gabrielle Appleton, Myles Axton, Arie Baak, Niklas Blomberg et al. "The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship." *Scientific data* 3, no. 1 (2016): 1-9.



## **Projeto 4: PROJETO DE DESENVOLVIMENTO E DE PESQUISA DOS LABORATÓRIOS ASSOCIADOS**

**Subprojeto 4.2:** Estudo comparativo e implementação de uma plataforma de ciência para análise de dados usando computação de alto desempenho.

### **4.2.1 – Introdução**

Muitos avanços de diversos ramos da ciência hoje são obtidos através da análise de dados. Alguns exemplos são análise de imagens do Sol para identificação de padrões temporais para treinamento de algoritmos para previsão de manchas solares [1]; análise de dados de radar para modelagem de sistemas convectivos [2]; processamento e análise de imagens de sensoriamento remoto para identificação de padrões de mudanças na cobertura e uso do solo [3], entre muitas outras.

Os tipos e formatos dos dados usados são tão variados quanto as metodologias, ferramentas e técnicas para analisá-los, mas quase sempre existem grandes volumes de dados a ser analisados, o que exige alto poder computacional para análises mais completas. As soluções para implementação destas análises são mais bem implementadas em servidores de aplicações que usam uma arquitetura cliente-servidor e que tem acesso direto (com baixa latência) às bases de dados para análise e capacidades de processamento superiores a estações de trabalho. Este tipo de arquitetura é conhecido como plataformas de ciência [4].

As plataformas de ciência são compostas de software, do lado do servidor, para armazenamento dos dados de análise, acesso eficiente e simplificado a estes dados; gerenciamento de usuários e arquivos temporários; ferramentas de compartilhamento e ferramentas de controle de versões de código para análise. Desta forma, do lado do cliente, o usuário/cientista somente precisa acessar a plataforma de ciência usando um navegador moderno para criar seus scripts (comumente chamados de notebooks), reduzindo a demanda de poder computacional do lado do cliente; permitindo também o compartilhamento não somente dos resultados da análise, mas dos passos executados para obter estes resultados.

Já existem várias plataformas de ciência disponíveis para uso imediato, geralmente gratuitas ou sem custo: Kaggle<sup>1</sup>, Google Colab<sup>2</sup>, SciServer [4], sendo possível também a instalação do ambiente JupyterHub<sup>3</sup> em servidores próprios. Todas estas plataformas proveem o que é necessário para pesquisa básica, com algumas limitações: as duas primeiras disponibilizam recursos limitados para os usuários e mantêm restrições à quantidade de dados armazenáveis para processamento e a terceira provê mais recursos, mas ainda com capacidade limitada para dados não hospedados no mantenedor da solução.

---

<sup>1</sup> <https://www.kaggle.com/>

<sup>2</sup> <https://colab.research.google.com/>

<sup>3</sup> <https://jupyter.org/hub>



Neste projeto pretende-se estudar comparativamente as soluções de plataformas de ciência existentes, em especial as de código aberto, para identificar qual seria uma solução aplicável ao projeto RISC e outros relacionados, considerando-se software aberto, adequação às necessidades específicas do INPE, possibilidade de acesso transparente a grandes volumes de dados, flexibilidade e segurança de acesso e uso.

Este subprojeto consta no Projeto 4 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 400077/2022-1, disponível na página do INPE. Está relacionado ao Termo de Abertura de Projeto – TAP SEI número 01340.007463/2021-47 intitulado “Renovação da infraestrutura de supercomputação do INPE e sua aplicação no atendimento das demandas crescentes da sociedade brasileira por melhores previsões e monitoramento do tempo, clima e ambiente”.

#### **4.2.2 - Objetivo Geral**

O Objetivo Geral deste projeto é implementação, em ambiente de testes, de uma plataforma de ciência que replique e amplie as capacidades das já existentes no mercado, mas sob controle e execução do INPE, para maior segurança e flexibilidade. Este objetivo também capacitará o INPE a executar outras implementações em ambientes diversos (em especial em supercomputadores) para atender a projetos como SISMOM, MONAN, Virtual Observatory, etc.

O objetivo está de acordo com o Objetivo Específico 1 (OE1) do Projeto Institucional 4 (“Desenvolver pesquisas básicas e aplicadas em Computação e Matemática Aplicada para as ciências, tecnologias e aplicações espaciais, atuando de forma inter e multidisciplinar na busca por soluções e caracterização de problemas em áreas correlatas com a área espacial”), em particular aos Objetivos Específicos OE1.2 e OE1.3.

Objetivo Específico 1: Estudo comparativo e testes das plataformas de ciência; identificação dos pontos fortes e fracos de cada uma considerando flexibilidade, facilidade de uso e segurança de acesso a código e dados.

Objetivo Específico 2: Estudo detalhado comparativo das plataformas JupyterHub e SciServer (e outras de código aberto) para identificação de requisitos e limitações.

Objetivo Específico 3: Implementação de referência de uma das plataformas de ciência em ambiente de testes; incluindo acessos simplificados a bases de dados.

Objetivo Específico 4: Criação de documentação sobre instalação, automação da ligação com bases de dados, acesso a recursos específicos de hardware, controle de acesso e compartilhamento de recursos.

#### **4.2.3 - Insumos**

#### 4.2.3.1 – Custeio

Descrever recursos de custeio destinados a diárias e passagens com o objetivo de:

- a) apoiar a participação de integrantes da equipe do projeto em estágios, cursos ou visitas no País, para aquisição de conhecimentos específicos e necessários ao desenvolvimento do projeto;
- b) possibilitar a participação de consultores ou instrutores especializados, brasileiros ou estrangeiros, como forma de complementação da competência das equipes.

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

#### 4.2.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/ nível	Meses	Quant
4.2.1	Profissional formado em Ciência da Computação, Engenharia da Computação, Sistemas de Informação ou áreas afins, 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	Especialização ou experiência em gerenciamento de sistemas computacionais ou ciência de dados.	1	D-A	4	*1

\* - Em havendo disponibilidade de novas bolsas para o SubProjeto, os candidatos subsequentes da lista de classificação poderão ser chamados.

#### 4.2.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023

Atividade 1 – Estudo comparativo das plataformas de ciência existentes e públicas.	1	Relatório comparando as soluções e identificando características únicas das plataformas	X	
Atividade 2 – Estudo detalhado das plataformas JupyterHub e SciServer	2	Estudo dos requisitos para instalação e execução das plataformas em dois ambientes: workstation e cluster.	X	
Atividade 3 – Implementação em ambiente de testes simplificados das plataformas.	3	Implementação em ambiente de testes simplificados das plataformas.	X	
Atividade 4 – Documentação e Testes	4	Documentação de todos os processos da instalação, incluindo configuração de bases de dados temporárias de usuários; acesso a bases de dados científicos institucionais; recursos de compartilhamento e publicação dos dados e código. Preparo e apresentação de seminários e tutoriais sobre as ferramentas.		X

#### 4.2.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre												
	2021		2022		2023		2024		2025		2026		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
Atividade 1				X									
Atividade 2				X									



Atividade 3				X								
Atividade 4					X							

#### 4.2.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
Relatório detalhado sobre capacidades e limitações das plataformas de ciência existentes	1,2	Relatório publicado para recomendações para usuários.	x	
Implementação de referência em workstation e cluster	3	Implementação operacional	x	
Documentação sobre implementação.	4	Relatório publicado sobre implementação da plataforma do INPE. Seminários e tutoriais ministrados.		x

#### 4.2.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
Implementação de referência em workstation e cluster	3,4	Implementação completa, relatórios	x	x
Documentação sobre implementação.	4	Relatório publicado		x

#### 4.2.8 - Recursos Solicitados

Custeio	Valor (R\$)
Diárias	0
Passagens	0
Total (R\$)	0

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00	4	*1	20.800,00
	B	4.160,00	-	-	-
	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\$)					20.800,00

\* - Em havendo disponibilidade de novas bolsas para o SubProjeto, os candidatos subsequentes da lista de classificação poderão ser chamados.

#### 4.2.9 - Equipe do Projeto

Bolsista PCI-A;  
 Dr. Rafael Santos;  
 Dr. Gilberto Queiroz;  
 Msc. Ivan Márcio Barbosa.

#### 4.2.10 - Referências Bibliográficas

- [1] MURALIKRISHNA, A. Solar irradiance prediction: replicating a workflow and making it reproducible. 2022. 181 p. IBI: <8JMKD3MGP3W34T/45LRUHH>. (sid.inpe.br/mtc-m21d/2021/10.25.11.22-TDI). Tese (Doutorado em Computação Aplicada) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 2021. Disponível em: <<http://urlib.net/ibi/8JMKD3MGP3W34T/45LRUHH>>.
- [2] LEAL NETO, H. B. Rastreo e previsão de sistemas precipitantes e convectivos na Bacia Amazônica utilizando aprendizado de máquina não-supervisionado. 2021. 142 p. IBI: <8JMKD3MGP3W34R/44HGF8E>. (sid.inpe.br/mtc-m21c/2021/04.21.18.47-TDI). Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 2021. Disponível em: <<http://urlib.net/ibi/8JMKD3MGP3W34R/44HGF8E>>.
- [3] SIMÕES, R. E. O. Land use and land cover classification of satellite image time series using machine learning. 2021. 65 p. IBI: <8JMKD3MGP3W34R/44KLMUS>. (sid.inpe.br/mtc-m21c/2021/05.05.01.16-TDI). Tese (Doutorado em Computação Aplicada) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 2021. Disponível em: <<http://urlib.net/ibi/8JMKD3MGP3W34R/44KLMUS>>.
- [4] Taghizadeh-Popp, Manuchehr, Jai Won Kim, Gerard Lemson, Dmitry Medvedev, M. Jordan Raddick, Alexander S. Szalay, Aniruddha R. Thakar et al. "SciServer: A science platform for astronomy and beyond." Astronomy and Computing 33 (2020): 100412.



## **Projeto 4: PROJETO DE DESENVOLVIMENTO E DE PESQUISAS DOS LABORATÓRIOS ASSOCIADOS**

**Subprojeto 4.3:** Desenvolvimento, processos e caracterização de cerâmicas visando aplicações aeroespaciais

### **4.3.1 – Introdução**

Este subprojeto consta no Projeto 4 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 400077/2022-1, disponível na página do INPE. Está relacionado aos seguintes Termo de Abertura de Projeto – TAP 7512032, processo SEI nº 01340.003260/2021-81 com o título “Materiais cerâmicos de ultra-alta temperatura para utilização em dispositivos e sistemas aeroespaciais. As atividades do projeto se concentrarão na obtenção de materiais com requisitos termo-mecânicos compatíveis com aplicações em ambientes hostis e de elevadas temperaturas. O presente projeto objetiva prover soluções e incrementar as competências institucionais do INPE no que tange o desenvolvimento, produção e caracterização de materiais avançados para aplicações aeroespaciais. Estas cerâmicas são de grande interesse devido à reunião de um conjunto singular de propriedades, tais como alta dureza, boa estabilidade química, elevada refratariedade, elevada condutividade térmica e elétrica e resistência em altas temperaturas, que os tornam candidatos a compor partes estruturais de câmaras de combustão, tuberias e radomes, como exemplos. Os materiais estruturais para uso em ambientes oxidantes de alta temperatura são atualmente limitados principalmente ao SiC, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, cerâmicas óxidas e compostos baseados nesses materiais. As temperaturas máximas de uso de cerâmicas à base de silício são limitadas em torno de 1700°C devido ao início da oxidação ativa. Para maiores temperaturas de operação é considerado o desenvolvimento de materiais cerâmicos UHTC, como os das famílias dos carbonetos, nitretos e boretos dos metais de transição, mas os compostos do Grupo IV-V (Ti, Zr, Hf, Ta) são geralmente considerados os principais foco de pesquisa devido às superiores temperaturas de fusão e à formação de óxidos estáveis de alta temperatura de fusão. Os diboretos de háfnio e zircônio são de particular interesse para a indústria aeroespacial para aplicações de ponta que requerem estabilidade química e estrutural em operação extremamente de alta temperatura. Alguns componentes podem ser usados como monólito ou matriz, e outros são mais apropriados como revestimento. A combinação de propriedades torna esses materiais candidatos potenciais para uma variedade de aplicações estruturais de alta temperatura, incluindo motores, veículos hipersônicos, eletrodos de arco de plasma, ferramentas de corte e blindagem de alta temperatura. Além das aplicações de alta temperatura, esta classe de cerâmica concilia a utilização em dispositivos aeroespaciais com exigência de precisão, leveza e estabilidade, como o radome. Cerâmicas estruturais e refratárias são materiais estratégicos os quais podem ser utilizados em uma ampla gama de aplicações, desde as indústrias básicas de produção de materiais automotivos, médicos e de energia até sistemas aeroespaciais, como os compósitos cerâmicos a base de boro, os quais são um dos materiais atrativos para blindagem de radiação devido às suas várias propriedades de proteção devido à sua estabilidade química, alta dureza e resistência ao desgaste, inclusive em dispositivos de





atenuação de radiação ionizante. Os principais requisitos são propriedades mecânicas e termo-físicas e inércia química sob condições exigentes. Novas aplicações, bem como a necessidade de maior confiabilidade nas aplicações existentes, têm estimulado a busca por materiais cerâmicos com propriedades aprimoradas. Dentro deste contexto, e motivado pela necessidade de acompanhar as pesquisas e o desenvolvimento mundial e adquirir a capacitação no processamento e fabricação de cerâmicas de ultra-alta temperatura para aplicações aeroespaciais este projeto propõe a pesquisa e desenvolvimento desta classe de materiais no âmbito do INPE. A pesquisa e o desenvolvimento de materiais avançados, especialmente as cerâmicas, é um tema relevante para a preservação dos interesses nacionais. O INPE, neste projeto, poderá contribuir na formação de recursos humanos para o desenvolvimento científico-tecnológico, com alunos de pós-graduação, com o objetivo de pesquisar materiais destinados a componentes e dispositivos aeroespaciais.

#### **4.3.2 - Objetivo Geral**

Dentro das perspectivas da Coordenação de Pesquisa Aplicada e Desenvolvimento Tecnológico (COPDT), vinculada à Coordenação-Geral de Infraestrutura e Pesquisas Aplicadas (CGIP), o projeto “Desenvolvimento, processos e caracterização de cerâmicas visando aplicações aeroespaciais” está alinhado através das seguintes competências relacionadas no Artigo 68 Regimento Interno do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Portaria Nº 3.446, de 10 de setembro de 2020):

IV - buscar o domínio de tecnologias de ponta e de interesse estratégico às atividades espaciais ou correlatas, no âmbito de sua competência;

VI - contribuir para a formação de recursos humanos, em nível de graduação e de pós-graduação, no âmbito de sua competência;

VII - realizar projetos de consultoria, pesquisa e desenvolvimento de combustão e catálise, materiais especiais, dispositivos e sensores espaciais e ambientais, processos e suas caracterizações nas áreas de interesse espacial ou correlatas;

VIII - obter o domínio de técnicas, processos e desenvolvimento de tecnologias críticas em suas áreas de atuação, assim:

#### **Objetivos gerais (OG):**

1 - Objetiva-se obter o domínio das técnicas e tecnologias relacionadas ao projeto, “Desenvolvimento, processos e caracterização de cerâmicas visando aplicações aeroespaciais” com propriedades singulares como alta dureza, boa estabilidade química, elevada refratariedade, elevada condutividade térmica e elétrica e resistência em altas temperaturas para aplicações espaciais, em especial para uso em satélites.

2 - Prover meios para capacitar e reter talentos/recursos humanos de alto nível, no âmbito das atividades em materiais avançados para aplicações aeroespaciais.

#### **Objetivos Específicos (OE)**



Objetivo Específico 1: Aquisições, Design/Projeto, Fabricação, Montagem e Calibração dos Equipamentos (OG-1).

Objetivo Específico 2: Produção de cerâmicas. (OG-1).

Objetivo Específico 3: Caracterização morfológica e estrutural das cerâmicas produzidas (OG-1).

Objetivo Específico 4: Caracterização química, fisicoquímica das cerâmicas produzidas (OG-1).

Objetivo Específico 5: Caracterização mecânica e termo-mecânica dos corpos de prova. (OG-1).

Objetivo Específico 6: Ensaio de manufatura aditiva utilizando a formulação otimizada das cerâmicas produzidas (OG-1).

Objetivo Específico 7: Design, fabricação e testes de protótipos: tubeiras (OG-1).

Objetivo Específico 8: Análise e documentação de resultados dos ensaios (OG-1).

Objetivo Específico 9: Capacitação da equipe envolvida (OG-2).

### 4.3.3 - Insumos

#### 4.3.3.1 – Custeio

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

#### 4.3.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quant
4.3.1	Profissional formado em Engenharia Elétrica, Eletrônica, de Telecomunicações, Engenharia de Materiais, da Computação, Mecatrônica/Automação,	Ciências e Tecnologias Espaciais; Produção e Caracterização de Materiais via Plasma; Manufatura Mecânica;	1	D-B	4	*1



Química, 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					
--	--	--	--	--	--

\* - Em havendo disponibilidade de novas bolsas para o SubProjeto, os candidatos subsequentes da lista de classificação poderão ser chamados.

#### 4.3.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
Atividade 1 – Adequação da infraestrutura laboratorial - instalação dos fornos para a produção da cerâmicas.	1	Adequação laboratorial - elétrica, hidráulica e gases.	X (4 meses)	
Atividade 2 – Montagem de instrumentação para o controle da temperatura e fluxo de gases. Levantamento do perfil de temperatura dos fornos e controle do fluxo de gases.	1	Montagem da Instrumentação e Calibração com o levantamento do perfil de temperatura e fluxo de gases.		X (1 mes)

#### 4.3.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Metas			
	2022		2023	
	1	2	1	2
Atividade 1 – Adequação da infraestrutura laboratorial - instalação dos fornos para a produção da cerâmicas.		X	X	
Atividade 2 – Montagem de instrumentação para o controle da temperatura e fluxo de gases. Levantamento do perfil de temperatura dos fornos e controle do fluxo de gases.				

#### 4.3.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023

Produto 1 – Projeto da instrumentação de controle de temperatura e controle de fluxo	1	Projeto do controle eletrônico para o controle de temperatura e fluxo de gases. .	X	
Produto 2 – Curvas de calibração do forno e do fluxo de gases.	1	Curvas de Calibração.		X

#### 4.3.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
Resultado 1 - Projeto simplificado das adequações para a instalação dos fornos.	1	Projeto simplificado das adequações para a instalação dos fornos.	X	
Resultado 2 - Projeto simplificados dos painéis de controle de temperatura e fluxo de gases.	1	Aparatos prontos e montados para o controle de temperatura e fluxo de gases.		X

#### 4.3.8 - Recursos Solicitados

Custeio:

Custeio	Valor (R\$)
Diárias	0,00
Passagens	0,00
Total (R\$)	0,00

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00	-	-	-
	B	4.160,00	4	1*	16.640,00
	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\$)					16.640,00

\* - Em havendo disponibilidade de novas bolsas para o SubProjeto, os candidatos subsequentes da lista de classificação poderão ser chamados.

#### **4.3.9 - Equipe do Projeto**

Bolsista PCI-A;

Dr. Isaías Oliveira;

Dr. Sérgio Mineiro.

#### **4.3.10 - Referências Bibliográficas**

[1] RAHAMAN, M. N., Ceramic processing and sintering, 2. ed. , Taylor and Francis, 2003

[2] CHIANG Y.M., BIRNIE D.P., KINGERY W.D. Physical ceramics, principles for ceramic science and engineering. John Wiley & Sons., 1999



## **Projeto 4: PROJETO DE DESENVOLVIMENTO E DE PESQUISA DOS LABORATÓRIOS ASSOCIADOS**

**Subprojeto 4.4:** Caracterização de materiais cerâmicos, materiais absorvedores de radiação, eletrocatalisadores, catalisadores nos laboratórios de Materiais Avançados e Pesquisa Aeroespacial

### **4.4.1 – Introdução**

O presente projeto objetiva prover soluções e incrementar as competências institucionais do INPE no que tange o desenvolvimento, produção e caracterização de materiais avançados para aplicações espaciais. O grupo MAPA do INPE/São José dos Campos possui diversos laboratórios sob sua gerência. Dentre eles, o laboratório de materiais absorvedores de radiação eletromagnética, o laboratório de cerâmica de ultra alta temperatura, o laboratório de célula a combustível, laboratório químico, laboratório de caracterização, sala de tratamento térmico, laboratório para micro-eletrônica (MEMS) e laboratório de impregnação e catálise espacial. Estes laboratórios são utilizados para apoiar os diversos projetos, teses de doutoramento, dissertações de mestrado e projetos PIBIC do INPE.

Na infraestrutura destes laboratórios existem diversos equipamentos de caracterizações de materiais tais como analisador de área específica, picnômetro de hélio, potenciostatos, espectrômetro de emissão ótica por plasma acoplado indutivamente (ICP-OES), ultra centrífuga, cromatógrafo gasoso, espectrômetro de infravermelho por transformada Fourier, analisador termogravimétrico, VNA, entre outros. Além disso, o laboratório para manufatura de MEMS, necessita de readequação e organização de para implantação de sala limpa.

A síntese de materiais cerâmicos e carbonosos para aplicações seja em dispositivos armazenadores de energia, em catálise aeroespaciais, ou radomes necessitam ser constantemente caracterizados para verificar se as propriedades físico-químicas destes materiais se adequam ao uso fim.

Este subprojeto consta no Projeto 4 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 400077/2022-1, disponível na página do INPE. Está relacionado ao Termo de Abertura de Projeto – TAP SEI número 01340.003229/2021-41 intitulado Desenvolvimento de suportes e catalisadores para decomposição de green propellants; Termo de Abertura de Projeto – TAP SEI número 01340.003046/2021-25 intitulado Desenvolvimento, síntese e caracterização, do conjunto eletrodo, membrana eletrodo (MEA), de uma célula a combustível alcalina a etanol direto (ADEFEC); Termo de Abertura do Projeto – TAP SEI número 01340.003235/2021-06 intitulado Materiais Absorvedores de Radiação Eletromagnética e Termo de Abertura do Projeto – TAP SEI número 01340.003260/2021-81 intitulado Cerâmica de Ultra Alta Temperatura

### **4.4.2 - Objetivo Geral**

O Objetivo Geral deste projeto visa caracterização de materiais absorvedores de radiação, cerâmicas, eletrocatalisadores e catalisadores dos materiais

sintetizados pelo grupo MAPA bem como auxiliar na adequação do atual laboratório MEMS para permitir a realização de dopagem de materiais para MEMs. Estando de acordo com o Objetivo Estratégico 2 (OE2) do Projeto Institucional de “Realizar atividades de pesquisa e desenvolvimento para o domínio de tecnologias críticas e geração de produtos e processos inovadores necessários ao Programa Espacial Brasileiro, com ênfase na transferência de conhecimento ao setor produtivo”

Objetivo Específico 1: Auxiliar na adequação do atual laboratório de MEMS para implantação de sala limpa classe 1000 permitindo realização de dopagens.

Objetivo Específico 2: Caracterização morfológica dos materiais sintetizados pelo grupo MAPA

Objetivo Específico 3: Operação de equipamentos de caracterização físico-química existentes na infra-estrutura do COPDT

Objetivo Específico 4: Caracterização catalítica e eletrocatalítica dos catalisadores e eletrocatalisadores sintetizados pelo grupo MAPA

#### 4.4.3 - Insumos

##### 4.4.3.1 – Custeio

Descrever recursos de custeio destinados a diárias e passagens com o objetivo de:

- a) apoiar a participação de integrantes da equipe do projeto em estágios, cursos ou visitas no País, para aquisição de conhecimentos específicos e necessários ao desenvolvimento do projeto;
- b) possibilitar a participação de consultores ou instrutores especializados, brasileiros ou estrangeiros, como forma de complementação da competência das equipes.

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

##### 4.4.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quant
4.4.1	Profissional com formação em Engenharia Química, Ambiental, Elétrica, física ou áreas afins, com 7 (sete) anos de experiência em	Conhecimento de equipamentos de	1	D-B	4	*1

	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 em Engenharia e Tecnologias Espaciais há, no mínimo, 4 (quatro) anos	caracterização de materiais				
--	--	-----------------------------	--	--	--	--

\* - Em havendo disponibilidade de novas bolsas para o SubProjeto, os candidatos subsequentes da lista de classificação poderão ser chamados

#### 4.4.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
Atividade 1 – planejamento e levantamento dos equipamentos MEMS que necessitam de sala limpa	1	Organização e adequação do espaço destinado a implantação de sala limpa	X	
Atividade 2 – Estudo e levantamento das necessidades para implantação de sala limpa	1	Levantamento das necessidades para implantação de sala limpa	X	
Atividade 3 – treinamento para operação de equipamentos de caracterização	2,3	Caracterização de materiais cerâmicos, materiais absorvedores de radiação, eletrocatalisadores e catalisadores	X	X
Atividade 4 – caracterização de catalisadores, eletrocatalisadores, materiais absorvedores de radiação e cerâmicas	4	Materiais caracterizados, classificados e selecionados para aplicação em radomes, células a combustível, catálise espacial e cerâmicas para aplicação com alta resistência térmica	X	X

#### 4.4.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre											
	2022		2023		2024		2025		2026		2027	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Atividade 1		x										
Atividade 2		x	x									
Atividade 3		x	x									



Atividade 4		x	x								
-------------	--	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--

#### 4.4.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
Equipamentos para pesquisas MEMS organizado	1	Layout do laboratório MEMS concluído	x	
Custos para implantação de laboratório MEMS com sala limpa	1	Levantamento de custos e necessidades para implantação de sala limpa	x	
Recurso pessoal habilitado para operar equipamentos de caracterização	2,3	Recurso humano habilitado para operação de equipamentos especializados	x	x
Equipamentos de caracterização	4	Equipamentos de adsorção física e caracterização catalítica instalados	x	x

#### 4.4.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
Laboratório de MEMS organizados de acordo com necessidades operacionais	1	Adequação da infraestrutura existente para implantação de sala limpa	x	
Laboratório de caracterização de materiais organizado	2,3	Materiais, catalisadores e eletrocatalisadores caracterizados	x	x
Materiais caracterizados	4	Materiais caracterizados dos diversos projetos	x	x

#### 4.4.8 - Recursos Solicitados

Custeio	Valor (R\$)
Diárias	0
Passagens	0
Total (R\$)	0



Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00	-	-	-
	B	4.160,00	4	*1	16.640,00
	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\$)					16.640,00

\* - Em havendo disponibilidade de novas bolsas para o SubProjeto, os candidatos subsequentes da lista de classificação poderão ser chamados

#### 4.4.9 - Equipe do Projeto

Bolsista PCI-B;  
Dra. Sayuri Okamoto;  
Dr. Isaías Oliveira;  
Dr. Maurício Ribeiro Baldan;  
Dr. Sérgio Luiz Mineiro.

#### 4.4.10 - Referências Bibliográficas

[1] Mishra, M.K.; Dubey, V.; Mishra, P.M.; Khan, I. MEMS Technology: a review. **Journal of Engineering Research and Reports**, 4 (1), 1-24, 2019.

[2] Karim, N. A. e Kamarudin, S. K. Direct Liquid Fuel Cells: Fundamentals, Advances and Future. Academic Press, 2021

[3] Girish, C.R. Various Impregnation Methods Used for the Surface Modification of the Adsorbent: A Review. **International Journal of Engineering & Technology**, v.7, 330-334, 2018.

[4] Tiwari, D.; Bhunia, H.; Bajpai, P.K. Synthesis, Characterization, Adsorption and Thermodynamic Studies of Pure and Binary **Braz. J. Chem. Eng.**, 36, 1319-1332, 2019.

## **Projeto 4:** PROJETO DE DESENVOLVIMENTO E DE PESQUISA DOS LABORATÓRIOS ASSOCIADOS

**Subprojeto 4.5:** Elaboração, montagem e testes do circuito de controle do radiômetro térmico

### **4.5.1 – Introdução**

Este subprojeto consta no Projeto 4 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 400077/2022-1, disponível na página do INPE, e está em linha com o TAP do INPE, Processo SEI: 01340.005858/2021-13. Parte da Coordenação de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico, que englobou os Laboratórios Associados – COPDT atua no desenvolvimento de produtos, processos, protótipos, softwares e técnicas inovadores nas áreas de novos materiais e sensores, tecnologia de plasma, combustão e propulsão, engenharia espacial, computação e matemática aplicada, visando atender missões espaciais e suas aplicações com o objetivo de promover o avanço da área espacial e do setor produtivo nacional. Neste contexto, no Grupo de Dispositivos Fotovoltaicos (GDF) que pertence ao COPDT, está em andamento o desenvolvimento de um radiômetro de substituição elétrica (electrical substitution radiometer) para medir a Irradiância Solar Total (TSI, sigla do inglês). Este tipo de radiômetro consiste em um elemento absorvedor (sensor) ligado a um dissipador de calor através de um link de calor de baixa condutividade. O sensor é mantido à uma temperatura constante através de um sistema de controle elétrico. Assim que o corpo do sensor sofre a perturbação, com a incidência de radiação, a temperatura é corrigida pela realimentação (ou controle) adotada, que por seguinte, provoca a variação da corrente elétrica para manter a temperatura do sensor constante. A diferença entre as correntes antes e durante a exposição fornece a irradiância incidente no sensor. Neste contexto o bolsista de nível D-D executará o subprojeto intitulado “**Elaboração, montagem e testes do circuito de controle do radiômetro térmico**”. Neste subprojeto, o bolsista será responsável pela elaboração, montagem e testes do circuito de medição e controle do radiômetro.

### **4.5.2 - Objetivo Geral**

Atuar em pesquisa básica e aplicada, desenvolvimento e inovação, de caráter tecnológico e científico nas áreas de novos materiais e sensores com aplicações espaciais e ambientais (OE3 do Projeto 4 do Programa de Capacitação Institucional 2018-2023).

Objetivo específico 1 (OE3.2 do Projeto 4 do Programa de Capacitação Institucional 2018-2023) - Desenvolvimento de sistemas de caracterização de dispositivos fotovoltaicos para uso espacial e terrestre.

Objetivo específico 1.1 - Desenvolvimento de um radiômetro térmico de substituição elétrica.

Objetivo específico 1.1.1 - Elaboração, montagem e testes do circuito de controle do radiômetro térmico.

#### 4.5.3 – Insumos

##### 4.5.3.1 – Bolsas

Para o objetivo específico 1, o quantitativo de bolsas PCI necessário é descrito na tabela abaixo:

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/ Nível	Meses	Quant
4.5.1	Profissional com diploma de nível superior em Engenharia da Computação, Engenharia Eletrônica ou áreas afins e experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação.	Profissional com prática em elaboração de Placas de Circuitos Impressos, circuitos digitais, microcontroladores, circuitos de aquisição de sinais (tratamento e manipulação de dados experimentais). Desejável experiência com simulador de circuitos elétricos.	1,1.1, 1.1.1	D-D	4	1

#### 4.5.4 - Atividades de Execução

A atividades que levarão ao cumprimento do subprojeto associado ao objetivo específico 1 são:

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	2022			2023
			Out	Nov	Dez	Jan
Levantamento dos parâmetros básicos de entrada e saídas do radiômetro	1,1.1, 1.1.1	% execução	100			
Apresentação da Proposta de testes a ser implementado	1,1.1, 1.1.1	% execução	50	100		
Montagem e testes no Programa simulador de circuitos elétricos	1,1.1, 1.1.1	% execução		100		

Montagem e testes dos circuitos elétricos no Protoboard	1,1.1, 1.1.1	% execução		100		
Elaboração de Placa de Circuito Impresso.	1,1.1, 1.1.1	% execução		20	100	
Montagem e testes dos circuitos elétricos na Placa de Circuito Impresso.	1,1.1, 1.1.1	% execução		50	100	
Apresentação completa do teste em bancada	1,1.1, 1.1.1	% execução				100
Elaboração relatório (manual) do teste apresentado ate o momento	1,1.1, 1.1.1	% execução				100

#### 4.5.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	meses			2023
	2022			
	Out	Nov	Dez	Jan
Levantamento dos parâmetros básicos de entrada e saída do radiômetro	X			
Apresentação da Proposta de testes a ser implementado	X	X		
Montagem e testes no Programa simulador de circuitos elétricos		X		
Montagem e testes dos circuitos elétricos no Protoboard		X		
Elaboração de Placa de Circuito Impresso.		X	X	
Montagem e testes dos circuitos elétricos na Placa de Circuito Impresso.			X	X
Apresentação completa do teste em bancada				X
Elaboração relatório (manual) do teste apresentado ate o momento				X

#### 4.5.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	2022			2023
			Out	Nov	Dez	Jan
Parâmetros básicos de entrada e saída do radiômetro.	1,1.1, 1.1.1	Identificação dos Parâmetros	Identificados			

Proposta de testes a ser implementado	1,1.1, 1.1.1	Procedimentos detalhados	Iniciado	Finalizado		
Circuitos elétricos no Simulador	1,1.1, 1.1.1	Desenho e etapas de simulação		Totalmente efetuados		
Placa de Circuito Impresso - PCB	1,1.1, 1.1.1	Layout e placa física		Layout feito	Placa feita	
Testes implementado em bancada	1,1.1, 1.1.1	Procedimentos detalhados				Totalmente realizado
Apresentação do teste em bancada	1,1.1, 1.1.1	Montagem e procedimentos				Apresentados completamente
Relatório (manual) do teste apresentado até o momento	1,1.1, 1.1.1	Confecção				Completo

#### 4.5.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	2022			2023
			Out	Nov	Dez	Jan
Realização do teste em bancada	1,1.1, 1.1.1	Sinais enviados e recebidos corretamente				Identificados, apresentados e verificados com êxito

#### 4.5.8 - Recursos Solicitados

Custos: não existe previsão de custeio para este projeto.

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	D	2.860,00	4	1	11.440,00
Total (R\$)					11.440,00

#### 4.5.9 - Equipe do Projeto



Luiz Angelo Berni  
Waldeir Amaral Vilela  
Ricardo Toshiyuki Irita

#### **4.5.10 - Referências Bibliográficas**

Andre Godoi Lopes, Ricardo Toshiyuki Irita, Luiz Angelo Berni, Waldeir Amaral Vilela, Graziela da Silva Savonov, Franciele Carlesso, Luis Eduardo Antunes Vieira, Edson Luiz de Miranda; Simplified Thermal Model for Absolute Radiometer Simulation; Journal of Solar Energy Engineering, 2021, Vol. 143 / 051004-1. <https://doi.org/10.1115/1.4049939>

Franciele Carlesso, Luis E. A. Vieira, Luiz A. Berni and Graziela da S. Savonov; Design, Implementation and Characterization of Cavity for Absolute Radiometer; Frontiers in Physics ,1 March 2021, Volume 9, Article 598490.  
Doi: 10.3389/fphy.2021.598490

André de Godoi Lopes; DESENVOLVIMENTO DE UM RADIÔMETRO ABSOLUTO PARA MEDIDA DA IRRADIÂNCIA SOLAR TOTAL; Dissertação de Mestrado em Engenharia e Tecnologia Espaciais, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2020.

Luiz Angelo Berni, Ricardo Toshiyuki Irita, Waldeir Amaral Vilela; Geometric parameters determination by ray tracing of a radiation-absorbing cavity painted with specular ink; Brazilian Journal of Physics (2022) 52:103  
<https://doi.org/10.1007/s13538-022-01105-8>



## **Projeto 5: PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM CIÊNCIAS ESPACIAIS E ATMOSFÉRICAS**

**Subprojeto 5.1:** Estudo da Propagação de Ondas de Gravidade na Estratosfera Terrestre observada por meio da Técnica de Rádio Ocultação (RO) de Sinais GNSS

### **5.1.1 – Introdução**

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) em seu Objetivo Estratégico 12, do Plano Diretor 2022-2026, prevê o desenvolvimento da pesquisa básica e aplicada em Ciências Espaciais, e o desenvolvimento de instrumentação científica competitiva.

O presente subprojeto visa o estudo do acoplamento dinâmico da atmosfera, por meio da propagação de ondas de gravidade observadas na região da estratosfera terrestre. Neste sentido, será utilizando a técnica de Rádio Ocultação (RO) de sinais do Global Navigation Satellite System (GNSS) provenientes dos satélites do Constellation Observing System for Meteorology, Ionosphere, and Climate (COSMIC-2). O COSMIC-2 consiste de uma constelação de seis satélites que entraram em operação início do ano de 2020. Sabe-se que as ondas de gravidade transportam energia e momento à medida que se propagam através da atmosfera. A determinação da energia potencial, associada à propagação das ondas de gravidade, tem sido amplamente explorada nas últimas duas décadas. Por outro lado, a estimativa do comprimento de onda horizontal das ondas de gravidade e a determinação do momento que as mesmas transportam são temas de estudos mais recentes. Assim sendo, o projeto tem como meta estimar a atividade de ondas de gravidade sobre a América do Sul, bem como determinar o espectro destas ondas e estimar a quantidade de energia e momento transportada pelas mesmas.

Este subprojeto consta no Projeto 5 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) número 400077/2022-1, disponível na página do INPE. Está relacionado ao Termo de Abertura de Projeto – Monitoramento de irregularidades Ionosféricas e Modelo de Propagação (SEI 01340.003256/2021-13).

### **5.1.2 - Objetivo Geral**

O objetivo geral do projeto é o estudo do acoplamento dinâmico da baixa e média e alta atmosfera por meio da propagação de ondas de gravidade na região da estratosfera e mesosfera terrestre sobre a América do Sul, utilizando perfis de temperatura obtidos pela técnica de Rádio Ocultação (RO) de sinais GNSS e dados de aeroluminescência. O estudo tem como objetivo a caracterização das ondas de gravidade na estratosfera, bem como o cálculo da energia potencial e o fluxo de momento relacionado a estas ondas e os seus impactos na região da mesosfera terrestre. Este projeto está vinculado com os objetivos específicos OE7 e OE22 do Programa PCI do INPE.





Objetivo Específico 1: Calcular os comprimentos de onda horizontal e vertical das ondas de gravidade.

Objetivo Específico 2: Calcular a energia potencial e o fluxo de momento associada à propagação de ondas de gravidade.

Objetivo Específico 3: Investigar a variação espacial e temporal da atividade de ondas de gravidade na estratosfera, por meio de mapas de energia potencial.

Objetivo Específico 4: Investigar o espectro de ondas de gravidade que se propaga na região da estratosfera.

Objetivo Específico 5: Investigar a variação espacial e temporal do fluxo de momento devido à propagação de ondas de gravidade na estratosfera.

Objetivo Específico 6: Comparar os resultados da atividade de ondas de gravidade e do fluxo de momento com a atividade de ondas de gravidade na região da mesosfera terrestre.

### 5.1.3 - Insumos

#### 5.1.3.1 – Custeio

Não se aplica.

#### 5.1.3.2 – Bolsas

O projeto necessita de um profissional com doutorado na área de Geofísica Espacial com experiência na manipulação de dados de satélites, especialmente com dados de Rádio Ocultação, e na caracterização de ondas de gravidade utilizando perfis de temperatura.

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quant
5.1.1	Profissional formado em 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 na área de Geofísica Espacial; ou ainda, com grau de mestre há, no mínimo, 4	Experiência em análise de perfis de temperatura obtidos pela técnica de rádio ocultação. Experiência com a caracterização de ondas de gravidade utilizando perfis de temperatura, tais como comprimento de onda vertical, energia potencial e	5	DB	4	1*

	(quatro) anos.	fluxo de momento				
--	----------------	------------------	--	--	--	--

\* - Em havendo disponibilidade de novas bolsas para o SubProjeto, os candidatos subsequentes da lista de classificação poderão ser chamados

#### 5.1.4 - Atividades de Execução

Para cumprir com os objetivos do projeto, são propostas as seguintes atividades:

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
1) Determinação das características das ondas de gravidade na estratosfera 1	1,2,	Comprimento de onda vertical, horizontal, energia potencial e fluxo de momento calculados				X	
2) Investigação a propagação das ondas de gravidade	3,4,5	Caracterização da ocorrência das ondas de gravidade				X	
3) Comparação dos resultados das ondas de gravidade na estratosfera com a atividade de ondas da mesosfera	6	Comparação da atividade de ondas de gravidade na estratosfera e mesosfera					X

#### 5.1.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre									
	2019		2020		2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Atividade 1								X		
Atividade 2								X		
Atividade 3								X	X	

#### 5.1.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	

Produto 1	1,2	Relatório semestral com as principais características das ondas de gravidade				X	
Produto 2	3,4,5	Artigo científico contendo os principais resultados do projeto submetido				X	X

### 5.1.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Resultado 1	1,2	Relatório da caracterização das ondas de gravidade sobre a América do Sul				X	
Resultado 2	3,4,5,6	Artigo científico submetido para publicação				X	X

### 5.1.8 - Recursos Solicitados

Custeio:

Não se aplica

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00	4	1*	16.640,00
	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\$)					16.640,00

\* - Em havendo disponibilidade de novas bolsas para o SubProjeto, os candidatos subsequentes da lista de classificação poderão ser chamados

#### 5.1.9 - Equipe do Projeto:

Cristiano Max Wrasse, Delano Gobbi, Joaquim Eduardo Resende Costa, Marcelo Banik de Pádua, José Valentin Bageston.

#### 5.1.10 - Referências Bibliográficas

- COISSON, Pierdavide et al. First tsunami gravity wave detection in ionospheric radio occultation data. *Earth and Space Science*, v. 2, n. 5, p. 125-133, 2015.
- FABER, A. et al. On the determination of gravity wave momentum flux from GPS radio occultation data. *Atmospheric Measurement Techniques*, v. 6, n. 11, 2013.
- FAN, Z. Q. et al. Comparative assessment of cosmic radio occultation data and timed/saber satellite data over China. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, v. 54, n. 9, p. 1931-1943, 2015.
- FOELSCHE, U. et al. Climate Monitoring with CHAMP Radio Occultation Data: The CHAMPCLIM Project. In: *AGU Fall Meeting Abstracts*. 2004.
- FRITTS, David C.; ALEXANDER, M. Joan. Gravity wave dynamics and effects in the middle atmosphere. *Reviews of geophysics*, v. 41, n. 1, 2003.
- RATNAM, M. Venkat; TETZLAFF, G.; JACOBI, Christoph. Global and seasonal variations of stratospheric gravity wave activity deduced from the CHAMP/GPS satellite. *Journal of the Atmospheric Sciences*, v. 61, n. 13, p. 1610-1620, 2004.
- TSUDA, Toshitaka et al. A global morphology of gravity wave activity in the stratosphere revealed by the GPS occultation data (GPS/MET). *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, v. 105, n. D6, p. 7257-7273, 2000.
- TSUDA, Toshitaka. Characteristics of atmospheric gravity waves observed using the MU (Middle and Upper atmosphere) radar and GPS (Global Positioning System) radio occultation. *Proceedings of the Japan Academy, Series B*, v. 90, n. 1, p. 12-27, 2014.
- WICKERT, J. et al. GPS ground station data for CHAMP radio occultation measurements. *Physics and Chemistry of the Earth, Part A: Solid Earth and Geodesy*, v. 26, n. 6-8, p. 503-511, 2001.

- WRASSE, C. M. et al. Reverse ray tracing of the mesospheric gravity waves observed at 23 S (Brazil) and 7 S (Indonesia) in airglow imagers. *Journal of atmospheric and solar-terrestrial physics*, v. 68, n. 2, p. 163-181, 2006.
- WRASSE, Cristiano Max et al. Determinação dos parâmetros de ondas de gravidade através da análise espectral de imagens de aeroluminescência. *Revista Brasileira de Geofísica*, v. 25, n. 3, p. 257-265, 2007.

## **Projeto 5: PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM CIÊNCIAS ESPACIAIS E ATMOSFÉRICAS**

### **Subprojeto 5.2: Estudo de Bolhas de Plasma Utilizando Simulação Numérica e Assimilação de Dados**

#### **5.2.1 – Introdução**

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) em seu Objetivo Estratégico 5, do Plano 2022-2026, prevê o desenvolvimento da pesquisa básica e aplicada em Ciências Espaciais, e o desenvolvimento de instrumentação científica competitiva.

Um dos objetivos da divisão de Clima Espacial é rodar o Programa EMBRACE/INPE o qual visa 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.

As bolhas de plasma equatoriais são um fenômeno eletromagnético que causa a diminuição do plasma ionosférico. A consequência desse fenômeno para a sociedade é a interferência nas comunicações e no posicionamento via satélites (por exemplo, GPS, GLONASS). Assim, o profundo entendimento das bolhas de plasma permite o desenvolvimento de ferramentas que mitigam o impacto das bolhas de plasma na sociedade.

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.

Este subprojeto consta no Projeto 5 do Programa de Capacitação Institucional (PCI), número 400077/2022-1, disponível na página do INPE. Está relacionado ao Termo de Abertura de Projeto – Monitoramento de irregularidades Ionosféricas e Modelo de Propagação (SEI 01340.003256/2021-13).

#### **5.2.2 - 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.

Para realização do objetivo geral citado é necessário o vínculo dos seguintes objetivos específicos:

**Objetivo Específico 5:** Elaboração de modelos físicos e computacionais do Sol, Meio Interplanetário, Magnetosfera, Ionosfera Equatorial e Geomagnetismo e suas interações. Para atingir o objetivo específico será realizada a seguinte atividade:

- Desenvolvimento de modelos físicos em ambientes operacionais para o Clima Espacial;

### 5.2.3 - Insumos

#### 5.2.3.1 – Custeio

Não se aplica

#### 5.2.3.2 – Bolsas

Para alcançar os objetivos geral e específico do projeto o candidato deverá ter experiência no estudo de bolhas de plasma ionosféricas e ter conhecimento das técnicas observacionais, metodológicas e computacionais:

- 1) Interferômetro Fabry-Perot: análise espectral de dados de vento neutro termosféricos;
- 2) Conteúdo Eletrônico Total (TEC): produção e análises de mapas de TEC, cálculo da velocidade de deriva zonal das bolhas de plasma, cálculo da distância entre bolhas de plasma adjacentes, cálculo da inclinação das bolhas de plasma com relação às linhas de campo magnético, cálculo e análise da componente perturbada do TEC;
- 3) Sondadores ionosféricos: interpretação de ionogramas, Análise de parâmetro ionosférico (altura virtual, perfil vertical de densidade eletrônica, frequência crítica de reflexão e altura de pico de densidade eletrônica) e cálculo da velocidade de deriva vertical;
- 4) Imageadores do tipo All-Sky: análise de dados da emissão do OI 630,0 nm; Simulação numérica da formação e desenvolvimento de bolhas de plasma: com assimilação de dados dos modelos MSIS00, HWM14 e IRI16;
- 5) Domínio das linguagens Fortran, IDL e Python.

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quant
5.2.1	Profissional formado em Física, Geofísica Espacial ou áreas afins com 10 (dez) anos de experiência em projetos	Desejável experiência em Geofísica Espacial, Simulação Numérica e Assimilação de	5	DB	4	1*

	científicos, tecnológicos ou de inovação, após a obtenção do diploma de nível superior ou com título de doutor há, no mínimo, 4 (quatro) anos; ou ainda, com grau de mestre há, no mínimo, 6 (seis) anos.	Dados.				
--	---	--------	--	--	--	--

\* - Em havendo disponibilidade de novas bolsas para o SubProjeto, os candidatos subsequentes da lista de classificação poderão ser chamados

#### 5.2.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
11.Desenvolvimento de modelos físicos em ambientes operacionais para o Clima Espacial	5	Sistemas de programas implementados e funcionais	Sistema operacional	
11.Desenvolvimento de modelos físicos em ambientes operacionais para o Clima Espacial	5	Sistemas de programas implementados e funcionais		Aprimoramento e otimização

#### 5.2.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre									
	2019		2020		2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
11.4 – Sistema operacional.								X		
11.5 – Aprimoramento e otimização									X	

#### 5.2.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Publicação de Artigos em revistas indexadas de Heliofísica ou Astrofísica	5	Nº de artigos submetidos/período.	0	0	0	0	1





Resultados Científicos e Metodologias desenvolvidas, inclusive modelos numéricos computacionais	5	Nº de relatórios de resultados científicos	0	0	0	1	0
Divulgação científica em congressos ou similares	5	Nº de pôsteres apresentados/período.	0	0	0	1	0

### 5.2.7 – 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 CGCEA (Meta do Plano de Trabalho INPE-AEB-AO 20VB-PO 0009-2018).	5	percentual do Nº de publicações em relação ao total anual estabelecido para a CGCEA (Total = 50 publicações/anos)	0	0	0	1	0

### 5.2.8 -Recursos Solicitados

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00	4	1*	16.640,00
	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\$)					16.640,00

\* - Em havendo disponibilidade de novas bolsas para o SubProjeto, os candidatos subsequentes da lista de classificação poderão ser chamados

### **5.2.9 - Equipe do Projeto**

Cristiano Max Wrasse, Delano Gobbi, Hisao Takahashi, Hisao Takahashi, Marcelo Banik de Pádua, Cosme Alexandre Oliveira Barros Figueiredo, Joaquim Eduardo Rezende Costa

### **5.2.10 - Referências Bibliográficas**

[1] Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Plano Diretor do INPE 2022-2026: São José dos Campos, 2022.

## **5 - Projeto:** PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM CIÊNCIAS ESPACIAIS E ATMOSFÉRICAS

### **Subprojeto 5.3-** Desenvolvimento e testes da instrumentação do radiotelescópio BINGO

#### **5.3.1 – Introdução**

Este subprojeto consta no Projeto 5 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 400077/2022-1, disponível na página do INPE e está associado ao Termo de Abertura de Projeto (TAP) “BINGO (BAO from Integrated Neutral Gas Observations)”, inserido no processo SEI 01340.003275/2021-40.

O Projeto de desenvolvimento de instrumentação rádio da DiDAS-CGCEA-INPE inclui um rádio telescópio para realizar observações de oscilações acústicas de bárions (do inglês, Baryon Acoustic Oscillations - BAO), num intervalo de *redshifts*  $0,13 < z < 0,48$ , com o intuito de melhorar a compreensão sobre propriedades da Energia Escura. Trata-se de uma colaboração do Brasil (INPE, USP, UFCG, IFPB, UFPE e UnB) com a China (YangZhou University e JiaoTong University) e Reino Unido (Univ. Manchester e Univ. College London). O instrumento é composto de duas antenas parabólicas de cerca de 40 m de diâmetro contendo 28 cornetas no plano focal, operando com temperatura de ruído de  $\sim 70$  K em 2048 canais dentro da faixa de frequências de 0.980 a 1260 MHz (correspondente ao intervalo de *redshifts*  $0.13 < z < 0.45$ ), uma época na qual a Energia Escura começa a dominar o Universo. O rádio telescópio BINGO (BAO from Integrated Neutral Gas Observations) será instalado no município de Aguiar, no vale do Piancó, Paraíba. O local escolhido foi escolhido após um estudo de sítios no Uruguai, Rio Grande do Sul, São Paulo, Goiás e Bahia, e o menor nível de sinais de interferência em rádio (RFI) obtidos.

#### **5.3.2 - 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 Astrofísica na instituição e, com isso, gerar e divulgar conhecimento científico nessas respectivas áreas para a sociedade. Em particular busca-se a excelência no desenvolvimento instrumental (incluindo receptores para radiometria) para realização de pesquisas científicas com o radiotelescópio BINGO, bem como o desenvolvimento de modelos físicos e computacionais para estudar a rádio-

emissão contínua do Hidrogênio neutro a partir de observações em ondas de rádio.

**Objetivo específico 1:** Desenvolver instrumentação, incluindo a adaptação e colocação em funcionamento do radiotelescópio BINGO para realização de pesquisas científicas;

**Objetivo específico 2:** Desenvolver receptores de micro-ondas na faixa de 1 GHz

**Objetivo específico 3:** Aprender a programação dos FPGA utilizados na instrumentação do radiotelescópio BINGO.

**Objetivo específico 4:** Desenvolver o software de aquisição de dados e monitoramento de receptores usando Arduino

### 5.3.3 - Insumos

5.3.3.1 – Custeio

5.3.3.2 – Bolsas

O projeto necessita de um profissional com formação em engenharia (preferencialmente eletrônica) ou ciência da computação, com um dos perfis listado abaixo:

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Qtde.
5.3.1	Profissional formado em Engenharia Eletrônica, Ciências da Computação, 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	Engenharia Eletrônica, Física, Engenharias, Ciência da Computação	1, 2, 3, 4	DB	4	1*

\* - Em havendo disponibilidade de novas bolsas para o SubProjeto, os candidatos subsequentes da lista de classificação poderão ser chamados

### 5.3.4 - Atividades de Execução

Atividades	OE	Indicadores	Metas	
			2022	2023

Desenvolvimento instrumental, incluindo a colocação em funcionamento do telescópio BINGO para realização de pesquisas científicas	1, 2	Instrumento em funcionamento	Integração e testes do pseudo-correlacionador do radiotelescópio BINGO	
Programação do FPGA no digital backend	3	Sistemas programados e em funcionamento	Digital backend testado	Digital backend integrado ao receptor + front end
Programação dos sistemas de housekeeping	4	Sistemas especificado e em testes		Especificação e testes iniciais dos sensores acoplados aos Arduino

### 5.3.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre										
	2022		2023		2024		2025		2026		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
1 - Desenvolvimento instrumental		X	X								
2 - Desenvolvimento de receptores		X	X								
3 - Programação de FPGA			X								
4 - Programação dos sistemas de housekeeping			X								

### 5.3.6 – Produtos

Produtos	OE	Indicadores	Metas	
			2022	2023
Receptor do BINGO em condições operacionais	1, 2	receptor montado, integrado ao “front-end” em funcionamento	Receptor integrado e testado	Receptor + front end integrados e testados
Programação de FPGA	3	Digital backend (FGPA + ADC) programados e integrados ao receptor e ao front end	Programação concluída e digital backend testado	Receptor + front end + digital backend integrados e testados

Sistemas de housekeeping do BINGO em condições operacionais	4	Sistemas em Arduino programados e em funcionamento	Arduino programado e com os sensores montados	Arduino acoplado ao receptor para testes do sistema integrado
---	---	--	---	---

### 5.3.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
Receptor em condições de operação, com diagnóstico de funcionamento apresentado em forma de relatório	1, 2, 3, 4	Resultados e diagnósticos apresentados na forma de um relatório que possa ser usado por uma empresa para realizar a produção em massa dos receptores.	Roteiro de testes do protótipo do receptor e relatório de desempenho entregues.	Roteiro de testes do Arduino e relatório de desempenho entregues.
Aumento do número de publicações científica para o cumprimento da Meta anual estabelecida para a CGCEA	1, 2, 3, 4	percentual do N <sup>o</sup> de publicações em relação ao total anual estabelecido para a CGCEA	18% da meta anual de publicações da CGCEA	24% da meta anual de publicações da CGCEA
Contribuição para a realização de prospecção, concepção e elaboração de requisitos científicos e técnicos de instrumentos científicos para Ciências Espaciais	1, 2, 3, 4	No de prospecções, concepções e elaborações realizadas	2	2



Contribuição para o desenvolvimento de projetos de instrumentação científica em plataformas espaciais e no solo em Ciências Espaciais	1, 2, 3, 4	No. de desenvolvimentos de projetos instrumentais	2	4
---	------------	---	---	---

### 5.3.8 - Recursos Solicitados

Custeio: Não se aplica

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	B	4.160,00	4	1*	16.440,00

\* - Em havendo disponibilidade de novas bolsas para o SubProjeto, os candidatos subsequentes da lista de classificação poderão ser chamados

### 5.3.9 - Equipe do Projeto

- Carlos Alexandre Wuensche
- José Williams dos Santos Vilas-Bôas
- Alan Braga Cassiano
- Khristhiano Lemos da Rocha Souza
- César Strauss
- Vincenzo Liccardo
- Frederico Augusto da Silva Vieira

### 5.3.10 - Referências Bibliográficas

- Wuensche, C. A. et al. "The BINGO Project II: Instrument Description". Aceito para publicação no Astronomy&Astrophysics, arxiv:2107.01634 (2021)
- Abdalla, E., et al. "The BINGO Project I: Baryon Acoustic Oscillations from Integrated Neutral Gas Observations" Aceito para publicação no Astronomy&Astrophysics, arxiv:2107.01633 (2021)

**Pesquisador responsável:** Carlos Alexandre Wuensche (SIAPE 664453),  
Divisão de Astrofísica

## **Projeto 5: PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM CIÊNCIAS ESPACIAIS E ATMOSFÉRICAS**

**Subprojeto 5.4:** Modelagem do fluxo de partículas no cinturão de radiação externo utilizando dados de missões espaciais.

### **5.4.1 – Introdução**

Este subprojeto consta no Projeto (5) do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 400077/2022-1, disponível na página do INPE. E contempla o objetivo específico 2 (OE2) - Desenvolver modelos teóricos sobre a estimativa da variabilidade do fluxo de elétrons nos cinturões de radiação (interno e externo).

Este subprojeto está relacionado ao Termo de Abertura de Projeto – TAP “Desenvolvimento de pesquisa teórica com modelagem magneto-hidrodinâmica para plasmas espaciais ” (SEI número 01340.003098/2021-00).

A magnetosfera terrestre consiste em uma região do espaço onde o campo magnético terrestre exerce pressão magnética maior do que aquela exercida pelo vento solar. Este balanço de pressão define o formato e as dimensões da magnetosfera e, apesar de esta região ser de predominância do campo magnético da Terra, variações nos parâmetros do vento solar causam perturbações de vários níveis na magnetosfera. Para compreender como o vento solar interage com a magnetosfera e, como esta por sua vez reage a tal interação, é necessário descrever corretamente o movimento de partículas carregadas na presença de campo magnético dipolar.

A população de elétrons na magnetosfera apresenta um amplo espectro de energia, que consiste das partículas que compõe o plasma (com energia na faixa de alguns keV), dos elétrons que compõem as correntes da magnetosfera (com energia de algumas centenas de keV) e, os elétrons de energia relativística (unidades de MeV). Este projeto se concentra na variação do fluxo de elétrons (Alves et al., 2015; Da Silva et al., 2019) que compõe esta faixa de energia. Define-se na porção mais interna da magnetosfera, uma região toroidal concêntrica a Terra onde há um acúmulo de partículas carregadas armadilhadas no campo geomagnético, esta região é denominada cinturão de radiação. O fluxo de partículas observadas no cinturão de radiação definem duas regiões distintas, sendo uma mais interna (aproximadamente 1.5 a 2.5 raios terrestres (Re)) com população estável majoritária de prótons e, outra mais externa (entre 3.0 - 5.5 Re) com maioria da população de elétrons. O movimento dos elétrons em um campo dipolar pode ser bastante complexo, a forma usual de expressá-lo é a partir de três movimentos fundamentais denominados movimento de giro, que ocorre ao redor da linha de campo magnético; movimento de repique entre os polos que acontece ao longo das linhas de campo e, movimento de deriva, que ocorre ao redor da Terra.



Atualmente o monitoramento da variabilidade do fluxo constitui em um dos principais parâmetros de interesse para a operação de satélites e uso do espaço próximo a Terra. Este monitoramento é feito a partir de satélites cuja órbita ocupa a região dos cinturões de radiação ou por modelagem computacional, que emprega dados e modelos magneto-hidrodinâmicos para solução da equação do movimento, a partir de parâmetros como índices geomagnéticos.

#### **5.4.2 - Objetivo Geral**

O objetivo geral deste projeto é obter a relação entre a variabilidade do fluxo de elétrons com energia da ordem de 1-2 MeV no cinturão de radiação externo, e os diferentes condições interplanetárias tais como a passagem de regiões de feixes corrotantes, ejeções de massa coronal, vento solar rápido e vento solar ordinário, por meio de parâmetros do vento solar e de índices geomagnéticos. Para tanto, é necessário obter a série histórica das variabilidades do fluxo na energia pretendida e dos parâmetros de interesse do vento solar e da atividade geomagnética. A série histórica será utilizada para obtenção dos coeficientes da equação de difusão e também para calibração do modelo. A partir dos modelos disponibilizados na literatura, serão construídos os códigos para solução da equação de difusão unidimensional, considerando os coeficientes derivados a partir de variações decorrentes de compressão da magnetopausa, ocorrência de ondas e interação onda-partícula.

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

**Objetivo Específico 1:** Investigar a relação causal da interação solar terrestre na variabilidade do fluxo de elétrons com energias de 1-2 MeV, medida pelas sondas Van Allen Probes em decorrência de diferentes estruturas do vento solar. Para atingir esse objetivo serão realizadas as seguintes atividades:

1. Obter a série histórica da variabilidade do fluxo de elétrons relativísticos com energias de 1-2 MeV medida pelas sondas Van Allen Probes;
2. Obter a série histórica equivalente dos parâmetros do vento solar;
3. Obter a série histórica equivalente dos índices geomagnéticos.

**Objetivo Específico 2:** Elaborar a metodologia de cálculo adequada para obter os coeficientes das interações, a partir dos parâmetros dos vento solar e geomagnéticos. Para esse objetivo serão realizadas as seguintes atividades:

1. Desenvolvimento de metodologia de cálculo dos coeficientes da equação de difusão utilizando técnicas estatísticas e computacionais, a partir dos dados geomagnéticos;
2. Desenvolvimento de metodologia de cálculo dos coeficientes da equação utilizando técnicas estatísticas e computacionais, a partir dos dados do vento solar.

**Objetivo Específico 3:** Implementar a metodologia numérica da solução da equação de difusão de partículas nos cinturões de radiação. Para atingir esse objetivo serão realizadas as seguintes atividades:

1. Tomar conhecimento de técnicas de solução de cálculo numérico aplicada a solução da equação de difusão unidimensional e selecionar a técnica mais adequada;
2. Implementar na técnica selecionada, os coeficientes para solução da equação de difusão unidimensional.
3. Utilizar os dados da série histórica para validar a modelagem e comparar os resultados obtidos à medições feitas na ocasião.

### 5.4.3 - Insumos

#### 5.4.3.1 – Custeio

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

#### 5.4.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivos Específicos	PCI categoria/nível	Meses	Quant
5.4.1	Profissional com formação em Física, Engenharia 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 4 (quatro) anos, ou de doutor em qualquer área de Ciências Exatas e da Terra.	Geofísica ou Engenharia Elétrica, com experiência desejável no uso de técnicas de modelagem do campo geoeletrico, modelagem de correntes em linhas de transmissão de energia e domínio de linguagens computacionais (PYTHON e Sistema Linux)	1, 2 e 3	D-B	4	1*

\* - Em havendo disponibilidade de novas bolsas para o SubProjeto, os candidatos subsequentes da lista de classificação poderão ser chamados

### 5.4.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023

Série histórica da variabilidade do fluxo de elétrons relativísticos com energias de 1-2 MeV medida pelas sondas Van Allen Probes.	1	Obtenção dos gráficos e valores da série histórica medida pelas sondas Van Allen Probes.	Produzir os gráficos e as tabelas com dados compilados de fluxo na energia escolhida	Produzir a solução numérica para processar os dados e disponibilizá-la para uso compartilhado
Série histórica equivalente dos parâmetros do vento solar.	1	Obtenção dos gráficos e valores da série histórica equivalente para os dados do vento solar.	Produzir os gráficos utilizando os dados do fluxo e os dados de vento solar concatenados	Produzir índices para medir a correlação entre os parâmetros do vento solar e o fluxo de elétrons utilizando diferentes metodologia de cálculo
Série histórica equivalente dos índices geomagnéticos.	1	Obtenção dos gráficos e valores da série histórica equivalente para os índices geomagnéticos.	Produzir os gráficos utilizando os dados do fluxo, os dados de vento solar e dos índices geomagnéticos concatenados	Produzir os índices de correlação associados aos parâmetros de atividade geomagnética
Metodologia de cálculo dos coeficientes da equação de difusão	2,3	Elaboração de rotinas de cálculo	Testes de elaboração de rotinas para solução da equação de difusão	Comparar resultados de diferentes modelos
Metodologia numérica da solução da equação de difusão de partículas nos cinturões de radiação	3	Implementação da rotina para cálculo de difusão em sistemas 1-D	Implementar a rotina de cálculo e comparar com eventos anteriores	Validação da metodologia para realização de cálculo de novos eventos

#### 5.4.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre			
	2022		2023	
	1	2	1	2
Série histórica da variabilidade do fluxo de elétrons relativísticos com energias de 1-2 MeV medida pelas sondas Van Allen Probes		X	X	
Série histórica equivalente dos parâmetros do vento solar		X	X	
Série histórica equivalente dos índices geomagnéticos.		X	X	



Metodologia de cálculo dos coeficientes da equação de difusão			X	
Metodologia numérica da solução da equação de difusão de partículas nos cinturões de radiação			X	

#### 5.4.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
Softwares e sistemas computacionais	2,3	Número de testes de softwares realizados	1 (um) software para análise de dados científicos validado	
Resultados Científicos e Metodologias desenvolvidas, inclusive modelos numéricos computacionais	1,2	Número de modelos numéricos computacionais desenvolvidos ou modificados		2 (dois) relatórios de desenvolvimento ou modificação de Modelo numérico computacional

#### 5.4.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			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)	1,2	Percentual do Nº de publicações em relação ao total anual estabelecido para a CGCEA (Total = 50 publicações/ ano)		10% da meta anual de publicações da CGCEA

#### 5.4.8 - Recursos Solicitados

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

#### Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00	4	1*	16.640,00
	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\$)					16.640,00

\* - Em havendo disponibilidade de novas bolsas para o SubProjeto, os candidatos subsequentes da lista de classificação poderão ser chamados

#### 5.4.9 - Equipe do Projeto

Lívia Ribeiro Alves, Marlos Rothenbach da Silva, Odím Mendes.

#### 5.4.10 - 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] TAP – Termo de Abertura de Projeto número 01340.003098/2021-00.
- [4] Alves, L. R., et al. (2016), Outer radiation belt dropout dynamics following the arrival of two interplanetary coronal mass ejections, *Geophys. Res. Lett.*, 43, 978– 987, doi:[10.1002/2015GL067066](https://doi.org/10.1002/2015GL067066).
- [5] Da Silva, L. A., Shi, J., Alves, L. R., Sibeck, D., Marchezi, J. P., Medeiros, C., et al. (2021). High-energy electron flux enhancement pattern in the outer radiation belt in response to the Alfvénic fluctuations within High-Speed solar wind stream: A statistical analysis. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 126, e2021JA029363. <https://doi.org/10.1029/2021JA029363>.
- [6] Da Silva, L. A., Shi, J., Alves, L. R., Sibeck, D., Souza, V. M., Marchezi, J. P., et al. (2021). Dynamic mechanisms associated with high-energy electron flux dropout in the Earth's outer radiation belt under the influence of a coronal mass ejection sheath region. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 126, e2020JA028492. <https://doi.org/10.1029/2020JA028492>.
- [7] Da Silva, L. A., Sibeck, D., Alves, L. R., Souza, V. M., Jauer, P. R., Claudepierre, S. G., et al. (2019). Contribution of ULF wave activity to the global recovery of the outer radiation belt during the passage of a high-speed solar wind stream observed in September 2014. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 124, 1660– 1678. <https://doi.org/10.1029/2018JA026184>.
- [8] Alves, L.R., Souza, V.M., Jauer, P.R. et al. The Role of Solar Wind Structures in the Generation of ULF Waves in the Inner Magnetosphere. *Sol Phys* 292, 92 (2017). <https://doi.org/10.1007/s11207-017-1113-4>.
- [9] P. R. Jauer et al. A Global Magnetohydrodynamic Simulation Study of Ultra-low-frequency Wave Activity in the Inner Magnetosphere: Corotating Interaction Region + Alfvénic Fluctuations, (2019) *ApJ* 886 59.



## **Projeto 5: PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM CIÊNCIAS ESPACIAIS E ATMOSFÉRICAS**

**Subprojeto 5.5:** Avaliação e comparação dos níveis de Radiação Ultravioleta (R-UV) nas cidades de Natal – Brasil, e La Paz – Bolívia, e obter a relação com fatores climáticos e atmosféricos agravantes que interferem na incidência das fotodermatoses

### **5.5.1 – Introdução**

Este projeto consta no Projeto 5 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 400077/2022-1, disponível na página do INPE. Ele está relacionado ao **TAP nº 01340.004813/2021-13** que tem como objetivo geral restabelecer um sistema de monitoramento do ozônio atmosférico e radiação ultravioleta através da Rede Brasileira de Espectrofotômetros Dobson e Brewers e sondagens de ozônio por balões sobre a América do Sul e Antártica. Com isso, obter um banco de dados que permitirá estudar o comportamento climatológico do ozônio atmosférico e radiação UV e suas variabilidades em função de processos de Mudanças Climáticas. A partir destes dados, satélites poderão ser calibrados e modelos poderão ser aferidos de modo a se obter significativa melhoria na previsão do conteúdo de ozônio estratosférico e as suas consequências na intensidade da radiação ultravioleta, prejudiciais à vida de todos os seres vivos.

O subprojeto tem por objetivo estudar e caracterizar os altos fluxos de Radiação Ultravioleta (R-UV) nas cidades de Natal – Brasil e La Paz – Bolívia, e estabelecer sua dependência com fatores climáticos e atmosféricos locais que interferem na incidência das fotodermatoses, destacando o câncer de pele. Tais localidades possuem registros de Índice Ultravioleta (IUV) que ultrapassam a escala de “extremo”, segundo a classificação da Organização Mundial da Saúde (OMS) em termos de cuidados sobre a exposição ao Sol.

Desde a década de 1990 o INPE monitora os fluxos de R-UV por meio de uma rede de espectrofotômetros Brewer instalados no Brasil e na América do Sul, constituindo uma rede internacional de monitoramento de R-UV com base de dados de significativa distribuição geográfica. Estes instrumentos são reconhecidos pela Organização Mundial de Meteorológica (OMM) como padrão de medição de R-UV, ozônio e outros gases. Devido à complexidade no manuseio da informação obtida pelos instrumentos Brewer, pretende-se realizar o tratamento dos dados obtidos por tais instrumentos através de um algoritmo para validação, de uma rotina de pré-análise e o uso de modelagem dos dados coletados (RODRIGUEZ, 2018).

A iniciativa de desenvolver o subprojeto tem como finalidade proporcionar subsídios às autoridades locais no processo de mitigação dos efeitos nocivos da R-UV na saúde humana, propondo novas informações para reflexões e perspectivas tais como a implantação de ações educativas sobre a exposição a R-UV associada às atividades próprias dessas populações. Isto porque geralmente, as recomendações de prevenção, mitigação e educação sobre a exposição da R-UV estão baseadas em pesquisas desenvolvidas nos Estados Unidos da América e países da Europa, desconsiderando as especificidades dos países do continente sul americano onde existem

localidades com altos fluxos de R-UV como nas cidades de Natal – Brasil e La Paz – Bolívia (CORRÊA, 2015).

Mediante esta pesquisa será possível ter a inclusão de pesquisadores do Laboratório de Física da *Universidad Mayor de San Andrés (UMSA)*, da Bolívia, por meio da implantação de um convênio de cooperação entre o INPE e a UMSA e também de pesquisadores médicos de hospitais de referência das duas cidades. Desse modo, espera-se estabelecer uma equipe multidisciplinar com pesquisadores do Brasil e da Bolívia que possa incentivar à comunidade científica ao desenvolvimento de pesquisas de caráter multidisciplinar e educacional para a população leiga. Outro fator importante que se pretende desenvolver nesta pesquisa é a determinação dos fototipos de pele, através da aplicação de um questionário adaptado à classificação de Fitzpatrick (SACHDEVA, 2009). Finalmente, toda a informação coletada pelos espectrofotômetros Brewer de cada cidade será validada e disponibilizada no banco de dados da WOUDC (World Ozone and Ultraviolet radiation data Center).

### **5.5.2 - Objetivo Geral**

O presente subprojeto tem como objetivo principal avaliar e comparar os níveis de radiação ultravioleta (R-UV) em solo, por meio do Índice Ultravioleta (IUV) nas cidades de Natal, Brasil e La Paz, na Bolívia, caracterizadas por fluxos elevados de R-UV e características geográficas e latitudinais diferentes. Além da relação com fatores climáticos e atmosféricos que interferem na incidência das fotodermatoses, no período referente aos anos de 1997 a 2022. O monitoramento da camada de ozônio e radiação UV é uma competência importante uma vez que alterações nessa camada provocadas pelas ações antrópicas comprometem a continuidade da vida e saúde de todos os seres vivos. Ele está contemplado no OE5 do INPE que visa: Gerar conhecimento científico por meio de pesquisa básica e de tecnologias com desenvolvimento instrumental na área de Ciências Espaciais e Atmosféricas.

Os objetivos específicos são:

- 1- Realizar a validação dos dados de R-UV dos espectrofotômetros Brewer por meio do uso da modelagem para as cidades de Natal no Brasil e La Paz na Bolívia.
- 2- Avaliar o padrão de comportamento da intensidade do índice ultravioleta e a dose eritematosa mínima nas cidades de Natal no Brasil e La Paz na Bolívia e compará-los com localidades de baixa altitude e distante da Linha do Equador como Santa Maria e São José dos Campos.
- 3- Avaliar as principais variáveis climáticas e atmosféricas (coluna de ozônio, ângulo zenital, nebulosidade, precipitação e temperatura) que interferem na intensidade do fluxo de R-UV na superfície terrestre.
- 4- Estimar o risco relativo das fotodermatoses segundo gênero e faixas etárias da população nas cidades do Brasil e da Bolívia, por meio de informação dos sites de vigilância epidemiológica.
- 5- Determinar os fototipos de pele dos habitantes das cidades de Natal no Brasil e La Paz na Bolívia.



6- Disponibilizar a informação de IUUV no WOUDC.

### 5.5.3 - Insumos

#### 5.5.3.1 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/ nível	Meses	Quant
5.5.1	Profissional formado em Geociências ou áreas afins, 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.	Análise de dados Espectrofotômetro Brewer	1-6	D-A	04	1*

\* - Em havendo disponibilidade de novas bolsas para o SubProjeto, os candidatos subsequentes da lista de classificação poderão ser chamados

#### 5.5.4 - Atividades de Execução 2022/23

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Out	Nov	Dez	Jan
Levantamento bibliográfico	1, 2, 3	Base científica atualizada	X	X	X	X
Coleta de dados R-UV dos espectrofotômetros	1, 2	Bases de dados atualizadas	X	X		
Organização da informação de R-UV	1, 2	Bases de dados organizadas			X	X
Validação dos dados R-UV por padrões internacionais	1 - 3	Bases de dados validadas com padrões internacionais				X
Análises estatísticas dos dados validados de R-UV	1 - 3	Resultados estatísticos				X



Análises da informação de saúde dos sites de vigilância epidemiológica	4 - 5	Resultados estatísticos			X	X
Participação de eventos (congressos e palestras)	1 - 5	Participação de eventos				
Publicação de artigos científicos	1 - 5	Artigos científicos				
Disponibilização da informação validada de IUUV na WUDC	6	Dados disponíveis na WUDC				X
Elaboração do relatório final	1-6	Relatório final				X

### 5.5.5 – Cronograma de Atividades 2022/23

ATIVIDADES	10	11	12	01
	Levantamento bibliográfico	X	X	X
Coleta de dados R-UV dos espectrofotômetros	X	X	X	X
Organização dos dados de ozônio e R-UV			X	X
Validação dos dados R-UV por padrões internacionais			X	X
Análises estatísticas dos dados validados de ozônio e R-UV			X	X
Elaboração do relatório final				X

### 5.5.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	2022	2023
			Artigos publicados	1-6
Dados colocados no WUDC	6	www.woudc.org com os dados do projeto		X

### 5.5.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores
Dados R-UV dos espectrofotômetros coletados e validados	1 - 3	Banco de dados estabelecido
Análises estatísticas dos dados validados de R-UV realizadas	1 - 3	Dados analisados estatisticamente
Análises da informação de saúde dos sites de vigilância epidemiológica	4 - 5	Dados analisados estatisticamente
Participação em eventos científicos	1 – 5	Certificados de participação
Publicação de artigos científicos	1 - 5	DOI dos artigos
Disponibilização dos dados.	6	www.woudc.org com os dados do projeto

### 5.5.8 - Recursos Solicitados

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00	04	01*	20.800,00
	B	4.160,00			
	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\$)					20.800,00

\* - Em havendo disponibilidade de novas bolsas para o SubProjeto, os candidatos subsequentes da lista de classificação poderão ser chamados

### 5.5.9 - Equipe do Projeto

Dra. Maria Paulete Pereira Martins

### 5.5.10 - Referências Bibliográficas



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES  
**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

CORRÊA, M. P. **Solar ultraviolet radiation: properties, characteristics and amounts observed in Brazil and South America.** Anais Brasileiro de Dermatología. v. 90, 297-313, 2015.

RODRIGUEZ, J.C. et al., **Methodology for validation of Brewer spectrophotometers collected data,** Revista Brasileira de Geografia Física. Vol 11 (2), 2018.

SACHDEVA S. **Fitzpatrick skin typing: Applications in dermatology.** Indian J Dermatol Venereol Leprol, Vol 75, Issue 1, January-February 2009, pg: 93-96.

## **Projeto 6:** PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM CIÊNCIAS ESPACIAIS E ATMOSFÉRICAS ou PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DE ENGENHARIA E TECNOLOGIAS PARA O SETOR ESPACIAL

### **Subprojeto 6.1:** Projeto CITAR-INPE

#### **6.1.1 – Introdução**

Este subprojeto consta no Projeto 6 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 400077/2022-1, disponível na página do INPE, no Objetivo Específico 6: Desenvolvimento e pesquisa em Engenharia da Radiação Espacial, e está associado ao TAP 01340.005775/2021-16, Acqua Brasilis.

Atualmente poucos países detêm a tecnologia de projeto e fabricação de satélites, tanto operacionais como científicos e ou de demonstração tecnológica. O projeto tem como objetivo dotar o Brasil de tecnologias estratégicas, essenciais para um programa espacial autônomo.

#### **6.1.2 - Objetivo Geral**

O objetivo geral é o desenvolvimento do ciclo completo (missão, projeto, construção, teste e controle orbital) de plataformas espaciais (satélites e sondas) e suas cargas úteis (subsistemas e equipamentos) para vários tipos de missões, visando dotar o país de capacidade própria no desenvolvimento de sistemas espaciais com uso de novas tecnologias, abrangendo os dois segmentos, espacial e solo.

Os sistemas espaciais exigem eletrônica que possa operar em um ambiente de alta radiação. A maioria dos componentes eletrônicos semicondutores é suscetível a danos causados pela radiação; componentes resistentes à radiação são baseados em seus equivalentes comerciais, com variações de projeto e de produção que reduzam a susceptibilidade aos danos da radiação.

O projeto tem como objetivo o desenvolvimento e qualificação de CIs mixed-mode, para três aplicações básicas em um sistema de satélite, controlar correntes inrush em equipamentos e mitigar o efeito de latch-up (componentes eletrônicos em ambiente de radiação), executar a comunicação de dados internos com segurança e eficiência e executar os sinais de telecomando com acionamento de cargas.

Para atingir o Objetivo Geral deste projeto, será realizado o seguinte objetivo específico:

**Objetivo Específico 6:** Desenvolvimento e pesquisa em Engenharia da Radiação Espacial. Para atingir o OE6 serão realizadas as seguintes atividades:

OE6.1 - Pesquisa de componentes eletrônicos e materiais para uso espacial,

OE6.2 - Desenvolvimento de funções para circuitos de aplicação específica (ASIC) eletrônicos

OE6.3 - Desenvolvimento de normas aplicáveis à radiação na área espacial.

OE6.4 - Desenvolvimento de detectores de radiação espacial

OE6.5 - Desenvolvimento de ferramentas (software e hardware) de análise de radiação em ambientes espaciais aplicada em satélites.

### 6.1.3 - Insumos

#### 6.1.3.1 – Custeio

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

#### 6.1.3.2 – Bolsas

O projeto necessita de um profissional com formação em engenharia elétrica/eletrônica, ou mecatrônica ou computação que conheça hardware digital.

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico (atividades)	PCI categoria/nível	Meses	Quant
6.1.1	Profissional com formação em Engenharia Elétrica/Eletrônica, Computação, Mecatrônica ou áreas afins, 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 projetos eletrônicos, inglês intermediário e desejável experiência em linguagem VHDL, em Hardware digital e FPGA	OE6.1 e 6.2); Auxiliar o desenvolvimento dos procedimentos de testes paramétricos do circuitos integrados SpaceWire, Telecomando e Telemetria de Satélites e Chave de Proteção contra IN-RUSH OE6.2 e 6.3); Auxiliar o desenvolvimento dos procedimentos de testes ambientais. OE6.3); Acompanhar os testes ambientais. OE6.4 e 6.5 Projeto do detector de radiação e ferramentas para análise.	D-A	4	1*

\*Em havendo disponibilidade de recursos para o subprojeto, poder-se-á chamar os candidatos subsequentes da lista de classificação.

#### 6.1.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico (atividades)	Indicadores	Metas	
			2022	2023
1- Desenvolvimento de Engenharia da Radiação para Missão de satélites.	6.1, 6.2	N.o de Artigos N.o de Relatórios Técnicos Valor executado de bolsas para a fase N.o de documentos N.o de Esquemas elétricos N.o de desenhos mecânicos	Procedimentos de testes paramétricos e de Irradiação de componentes.	Escrever os guias de aplicação e os procedimentos e validar o sistema e as ferramentas de software.

#### 6.1.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre									
	2022		2023		2024		2025		2026	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Desenvolvimento de Engenharia da Radiação para Missão de satélites.										
1. Pesquisa em análise ambiental de radiação da Missão Radar, Amazônia 2, EQUARS, Geoestacionária e Pequenos Satélites em orbita LEO.										
2 . Desenvolvimento de Hardware de Detector de Radiação Espacial										
3. Desenvolvimento de software Detector de Radiação Espacial										
4. Integração e Testes										



5. Realização de experimentos para qualificação de componentes comerciais de prateleira, para uso espacial.										
6. Pesquisa aplicada no desenvolvimento de processos e procedimentos de radiação										

### 6.1.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2022	2023	2024	2025	2026
Procedimentos de Irradiação de componentes.	OE1	Documentação de projeto.	Out – Dez	Jan			

### 6.1.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico (atividades)	Indicadores	Metas				
			2022	2023	2024	2025	2026
1- Capacitação tecnológica	6.1 a 6.5	Novos projetos	10				
2- Processos inovadores	6.1 a 6.5	Validação	10				
3- Independência tecnológica	6.1 a 6.5	Domínio do ciclo completo de projeto de componentes tolerantes a radiação para satélite	10				



4- Produtos para a sociedade	6.1 a 6.5	Tecnologia que permite novos projetos e permitindo a geração de novas informações do território brasileiro para planejamento e controle.	10				
5- Produção Intelectual	6.1 a 6.5	Relatórios Técnicos realizados		10			

#### 6.1.8 - Recursos Solicitados

Custeio:

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

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00	4	1*	20.800,00
	B	4.160,00			
	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\$)					20.800,00

\* Em havendo disponibilidade de recursos para o subprojeto, poder-se-á chamar os candidatos subsequentes da lista de classificação.

#### 6.1.9 - Equipe do Projeto

Silvio Manea  
Marcio Afonso Arimura Fialho  
Ana Paula de Sá Santos Rabello





### **6.1.10 - Referências Bibliográficas**

- [1] Wertz, J. R; Spacecraft Attitude Determination and Control, D. Reidel Publishing , Dordrecht, Holand, 1978.
- [2] Wertz, J. R; Larson, W..J.; Space Mission Analysis and Design, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Holand, 1991.
- [3] Parker S., SpaceWire User´s Guide – Star-Dundee

## **Projeto 6: PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DE ENGENHARIA E TECNOLOGIAS PARA O SETOR ESPACIAL**

**Subprojeto 6.2:** Integração e operacionalização de Laboratório para pesquisa, desenvolvimento, caracterização, verificação e validação em controle de veículos espaciais

### **6.2.1 – Introdução**

Este subprojeto consta no Projeto 6 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 400077/2022-1, (OE2). Este documento refere-se ao Termo de Abertura de Projeto (TAP): SEI 01340.000528/2022-12.

Este projeto visa a integração e operacionalização de Laboratório para pesquisa, desenvolvimento, caracterização, verificação e validação de controle de atitude e órbita de veículos espaciais. O laboratório situa-se no prédio Satélite, ala da Divisão de Mecânica Espacial e Controle (DIMEC).

Este projeto tem a finalidade de integrar a infraestrutura necessária, de forma otimizada, para a realização de pesquisa tecnológica, testes de equipamentos e de subsistema de controle de veículos espaciais, em ambiente laboratorial.

Este ambiente proporcionará que os respectivos equipamentos e softwares utilizados em satélites venham a ser previamente estudados e testados, bem como a avaliação das suas respectivas leis de controle de atitude e órbita. Serão também analisadas e testadas as interfaces de sensores e atuadores em montagem física similares aos usados nas missões.

### **6.2.2 - Objetivo Geral**

O objetivo geral deste projeto é integrar e operacionalizar um laboratório para pesquisa, desenvolvimento, caracterização, verificação e validação em controle de veículos espaciais, a partir de três outros laboratórios, já existentes.

Neste Laboratório Integrado, a finalidade é testar partes ou a totalidade dos equipamentos físicos e/ou modelos computacionais de um subsistema de controle de atitude e órbita de veículo espacial.

Existem ainda inúmeras atividades adicionais inerentes ao laboratório que poderão ser desenvolvidas, de forma independente, em diversos equipamentos ou de subpartes destes e seus programas específicos.

**Objetivo Específico – OE (1):** Preparar ambiente capaz de fornecer suporte ao desenvolvimento de subsistemas para Controle de Satélites que abrangem controle de atitude e órbita e computação de bordo para satélites estabilizados em três eixos.



Um suporte ao desenvolvimento necessário é o estudo da integração entre equipamentos e softwares de forma operacional, visando o teste funcional do conjunto. Este estudo é base de associação de sensores e atuadores utilizados em satélites.

### 6.2.3 - Insumos

#### 6.2.3.1 – Custeio

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

#### 6.2.3.2 – Bolsas

O projeto necessita de um profissional com formação em:

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/ nível	Meses	Quant
6.2.1	Profissional com formação em Engenharia Elétrica, Eletrônica, Computação, Mecatrônica ou áreas afins, com 5 (cinco) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação após a obtenção do diploma de nível superior ou com grau de mestre	Elétrica Eletrônica Computação Mecatrônica	Preparar testes para sistemas	DC	4	1*

\* - Em havendo disponibilidade de novas bolsas para o SubProjeto, os candidatos subsequentes da lista de classificação poderão ser chamados

### 6.2.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas
			Out/2022 a Jan/23
Estudar e documentar interfaces de software e hardware de interface para controle e monitoração de satélites.	OE (1)	Relatórios Técnicos	Realizar estudo básico de interface entre o Computador de Bordo e equipamento de suporte de testes.

### 6.2.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	2022			2023
	Out	Nov	Dez	Jan
1. Estudos das interfaces				
2. Documentação das interfaces estudadas				

### 6.2.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Out 2022	Nov 2022	Dez 2022	Jan 2023
Documentação	OE (1)	Especificação das interfaces estudadas				

### 6.2.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Out 2022	Nov 2022	Dez 2022	Jan 2023
Viabilizar teste básico de interfaces	OE (1)	Realização de testes			10%	15%

### 6.2.8 - Recursos Solicitados

Custeio:

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

Bolsas:



PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00			
	C	3.380,00	4	1*	13.520,00
	D	2.860,00			
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					13.520,00

\* - Em havendo disponibilidade de novas bolsas para o SubProjeto, os candidatos subsequentes da lista de classificação poderão ser chamados

### 6.2.9 - Equipe do Projeto

Walter Einwoegerer  
Evandro Marconi Rocco,  
Mario César Ricci,  
Rafael Anderson Martins Lopes,  
Pedro Inácio Hubscher



## **Projeto 6: PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DE ENGENHARIA E TECNOLOGIAS PARA O SETOR ESPACIAL**

### **SubProjeto 6.3 – Estação Terrena para Plataforma Multimissão**

#### **6.3.1 - Introdução**

A Divisão de Pequenos Satélites (DIPST) do INPE realiza atividades para a implementação de satélites de pequeno porte, educacionais e científicos e possui um ambiente multidisciplinar equipado para o desenvolvimento, integração e testes de satélites miniaturizados de baixo custo dos tipos pico e nano, assim como de seus sistemas de recepção, comando e controle terrenos.

As atividades da DIPST estão alinhadas com o documento "Propostas para o Futuro da Coordenação Geral de Engenharia e Tecnologia Espacial (CGETE)", elaborado pelo Comitê Assessor da CGETE e de acordo com os seguintes **Objetivos Estratégicos do INPE: [OE-10]** - Fortalecer a capacidade e manter o protagonismo do INPE na concepção e execução de missões espaciais e **[OE-11]** - Fortalecer a capacidade e manter o protagonismo do INPE em pesquisa, desenvolvimento, identificação e provimento de tecnologias espaciais habilitadoras para o Programa Espacial Brasileiro.

No contexto da DIPST, uma das atividades é o desenvolvimento de uma estação terrena para uma plataforma multimissão para experimentos científicos, tecnológicos e educacionais atendendo os requisitos gerais de pequenos satélites, conforme **Termo de Abertura de Projeto, processo SEI 01340.003568/2021-27**.

Este subprojeto consta no Projeto 6 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 400077/2022-1, disponível na página do INPE.

#### **6.3.2 - Objetivo Geral**

O objetivo geral do projeto é o desenvolvimento de uma **Estação Terrena para Plataforma Multimissão (ETPMM)** para permitir a análise e validação de soluções para comunicação solo-bordo. A **Plataforma Multimissão (PMM)** é um sistema espacial, georreferenciado por satélites e com comunicação em banda UHF, para ser embarcado em balões estratosféricos de pequeno porte para coleta de dados ambientais e experimentos científicos e tecnológicos com fins educacionais e de disseminação tecnológica.

Esses dados são transmitidos pela Plataforma Multimissão (PMM) e recebidos pela ETPMM, que também realiza o envio de telecomandos para configuração operacional da Plataforma Multimissão.

A ETPMM é composta dos seguintes principais subsistemas: a) Computador, b) Subsistema de comunicações UHF, c) Subsistema de energia, d) Sistema de georreferenciamento (baseado em GPS para estações portáteis móveis); e) Estrutura.



### **Objetivo Específico 1:**

Desenvolvimento do protótipo de engenharia da Estação Terrena para Plataforma Multimissão (ETPMM), para testes e avaliação de soluções de comunicação solo-bordo.

Para atingir o OE1 serão realizadas as seguintes atividades:

1. Desenvolver o hardware do protótipo de engenharia da ETPMM;
2. Desenvolver o software básico de controle da ETPMM;
3. Integrar o hardware e software para subsistema de transmissão e recepção da Estação Terrena;
4. Preparação dos relatórios dos processos, testes de validação.

### **Objetivo Específico 2:**

Desenvolvimento do software embarcado da Plataforma Multimissão para gerenciamento dos subsistemas e software básico de supervisão e controle da Estação Terrena para Plataforma Multimissão (ETPMM) para testes e avaliação de comunicação com a Plataforma Multimissão (PMM).

Para atingir o OE2 serão realizadas as seguintes atividades:

1. Desenvolver o software embarcado para PMM;
2. Implementar o software de supervisão e controle da ETPMM;
3. Integrar o software embarcado a ETPMM e PMM;
4. Preparação dos relatórios dos processos, testes de validação.

### **Objetivo Específico 3:**

Desenvolvimento da estação solo móvel de baixo custo, com funções de recepção de telemetria, envio de telecomandos e rastreamento automático da PMM.

A estação é composta de um computador de supervisão e controle de um subsistema de modulação e demodulação de dados, um sistema de georreferenciamento baseado em GPS e um sistema de antenas.

Para atingir o OE3 serão realizadas as seguintes atividades:

1. Desenvolver o hardware do modelo de engenharia da ETPMM;
2. Desenvolver os subsistemas de modulação/demodulação, de georreferenciamento e antenas;
3. Desenvolver o hardware do modelo de engenharia da PMM;
4. Integrar os subsistemas a ETPMM;
5. Integrar os subsistemas a PMM;
6. Preparação dos relatórios dos processos, testes de validação;
7. Redigir os manuais de sistema e engenharia do projeto e fabricação.

### **Objetivo Específico 4:**

Desenvolvimento do software de supervisão e controle da Estação Terrena para Plataforma Multimissão (ETPMM) com funções de recepção de telemetria,

envio de telecomandos e rastreamento automático, através de antenas do tipo omnidirecional ou uma antena diretiva, e da PMM.

Para atingir o OE4 serão realizadas as seguintes atividades:

1. Desenvolver o software de supervisão e controle da ETPMM;
2. Desenvolver o software de supervisão e controle da PMM;
3. Integrar o software aos subsistemas da ETPMM e PMM;
4. Preparação dos relatórios dos processos, testes de validação;
5. Redigir os manuais de sistema e engenharia do projeto, fabricação e testes.

### Objetivo Específico 5:

Realização de testes de campo e operação dos modelos da plataforma multimissão na estratosfera e aplicação do processo de recuperação da plataforma (se viável).

Para atingir o OE5 serão realizadas as seguintes atividades:

1. Realizar os testes de campo da PMM;
2. Preparar o processo de recuperação da PPM;
3. Desenvolver os processos de operação da PMM e a ETPMM;
4. Preparação dos relatórios dos processos, testes de validação;
5. Redigir os manuais de sistema e engenharia do projeto, fabricação e testes.

### 6.3.3 – Insumos

#### 6.3.3.1- Custeio

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

#### 6.3.3.2 -Bolsas

O projeto necessita de um profissional com formação em Engenharia Elétrica/Eletrônica com experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação, com conhecimento de hardware e domínio de design, simulação e otimização de circuitos, software embarcado e microcontroladores.

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quant
6.3.1	Profissional com formação em Engenharia Elétrica, Eletrônica ou áreas afins, com experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação.	Hardware com domínio em design, simulação e otimização de circuitos, software embarcado e micro controladores.	1	D-D	4	1*



\* - Em havendo disponibilidade de novas bolsas para o subprojeto, os candidatos subsequentes da lista de classificação poderão ser chamados.

### 6.3.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas			
			Out 2022	Nov 2022	Dez 2022	Jan 2023
1. Desenvolver o hardware do protótipo de engenharia da ETPMM	1	Nº de relatórios Técnicos. Valor executado de bolsas para a fase.	Desenvolver e testar o hardware da ETPMM.			
2. Desenvolver o software básico de controle da ETPMM.	1	Nº de relatórios Técnicos. Valor executado de bolsas para a fase. Módulos de software validados. Nº de artigos		Implementar o software básico de controle.		
3. Integrar o hardware e software para subsistema de transmissão e recepção da ETPMM.	1	Nº de relatórios Técnicos. Valor executado de bolsas para a fase.		Integrar o subsistema ETPMM.	Integrar o subsistema ETPMM.	
4. Preparação dos relatórios dos processos, testes e validação.	1	Nº de relatórios Técnicos. Valor executado de bolsas para a fase.				Preparação dos relatórios de processos, subsistemas e resultados

### 6.3.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Meses			
	Outubro 2022	Novembro 2022	Dezembro 2022	Janeiro 2023
1. Desenvolver o hardware do protótipo de engenharia da ETPMM.				
2. Desenvolver o software básico de controle da ETPMM.				
3. Integrar o hardware e software para subsistema de transmissão e recepção da ETPMM.				
4. Preparação dos relatórios de processos, testes e validação.				

### 6.3.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas (%)			
			Outubro 2022	Novembro 2022	Dezembro 2022	Janeiro 2023
Hardware do protótipo de engenharia da ETPMM.	1	Nº de relatórios Técnicos. Valor executado de bolsas para a fase. Nº de artigos	100			
Software básico de controle da ETPMM.	1	Nº de relatórios Técnicos. Valor executado de bolsas para a fase. Módulos de software validados. Nº de artigos		100		
Integração do hardware e software para subsistema de transmissão e recepção da ETPMM.	1	Nº de relatórios Técnicos. Valor executado de bolsas para a fase.		60	40	
Relatórios de processos, testes e validação.	1	Nº de relatórios Técnicos. Valor executado de bolsas para a fase.				100

### 6.3.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas (%)			
			Outubro 2022	Novembro 2022	Dezembro 2022	Janeiro 2023
1- Capacitação Tecnológica.	1	Projeto do protótipo de engenharia da ETPMM	60	20	20	
2- Independência Tecnológica.	1	Domínio do ciclo de projeto de hardware e software da ETPMM.	30	30	20	20
3- Produção Intelectual	1	Número de artigos aceitos: 1. Relatórios Técnicos realizados: 1	30	30	20	20

### 6.3.8 - Recursos Solicitados

Custeio:

Custeio	Valor (R\$)
Diárias	0,00
Passagens	0,00
<b>Total (R\$)</b>	<b>0,00</b>

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	4	1*	11.440,00
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
<b>Total (R\$)</b>					<b>11.440,00</b>

\* - Em havendo disponibilidade de novas bolsas para o subprojeto, os candidatos subsequentes da lista de classificação poderão ser chamados.

### **6.3.9 - Equipe do Projeto**

Dr. Walter Abrahão dos Santos  
Me. Marcus Vinicius Cisotto  
Me. Auro Tikami  
Me. Antonio Cassiano Julio Filho - Supervisor  
Me. Lázaro Aparecido Pires de Camargo  
Antonio Ferreira de Brito

Bolsista PCI-DD

### **6.3.10 - Referências Bibliográficas**

[1] TIKAMI, A. Uma metodologia para re-engenharia de sistemas espaciais aplicada a um picossatélite. 2016. 395 p. IBI: <8JMKD3MGP3W34P/3LMMJCH>. (sid.inpe.br/mtc-m21b/2016/05.16.17.22-TDI). Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gerenciamento de Sistemas Espaciais) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 2016. Disponível em: <<http://urlib.net/8JMKD3MGP3W34P/3LMMJCH>>.

[2] RODRIGUEZ, J. E. O. Processo de referência para o desenvolvimento da arquitetura de uma estação terrena para pico e nanosatélites. 2016. 235 p. IBI: <8JMKD3MGP3W34P/3LDAGLL>. (sid.inpe.br/mtc-m21b/2016/03.25.23.54-TDI). Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gerenciamento de Sistemas Espaciais) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 2016. Disponível em: <<http://urlib.net/8JMKD3MGP3W34P/3LDAGLL>>.

[3] INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Ground segment communication protocol. São José dos Campos, 1993. (INPE-AEIF-0004)

[4] Julio Filho, A. C., "An Architecture for Dynamic Management of the Space Link Extension Protocol Services". 213 p. Dissertation (Master's degree in Space Systems Engineering and Management) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, São Paulo, Brazil, 2015. URL:<http://urlib.net/8JMKD3MGP3W34P/3HP2P7P> (accessed May 2022).

## **Projeto 8: DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS E PROJETOS PARA MONTAGEM, INTEGRAÇÃO E TESTES DE SATÉLITES**

**Subprojeto 8.1:** Estudo de ampliação da faixa de frequências associadas à calibração de medidas de capacitância elétrica.

### **8.1.1 – Introdução**

Este tópico consta no Projeto 08 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 400077/2022-1, disponível na página do INPE. Está relacionado ao Termo de Abertura de Projeto – TAP, processo SEI nº 01340.004161/2021-17.

A Metrologia Espacial vinculada a Coordenação de Manufatura Integração e Testes (COMIT / INPE) constitui-se de um conjunto de laboratórios que estão aptos a prover soluções em ensaios e calibrações de grandezas padrões, frente às demandas de rastreabilidade de diversos tipos de mensurando e seus artefatos, associados aos testes de satélites e produtos espaciais da COMIT. Por meio de desenvolvimento e pesquisa aplicada, a Metrologia Espacial dentro de suas competências, busca prover as melhores soluções em seus serviços visando o melhoramento contínuo de seus sistemas e padrões, os quais encontram aplicações diversas na calibração de sensores, instrumentos e sistemas interrogadores / medidores, de uso espacial, dentre outras diversas aplicações. Atualmente a COMIT mantém seus laboratórios de metrologia acreditados pela Coordenação Geral de Acreditação (Cgcre) do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) sob o nº 0022 (calibração) nas áreas de elétrica, física e mecânica. Tal acreditação reconhece sua competência para realizar calibrações desde 1991, além de assegurar a confiabilidade das medições e ensaios realizados. É de evidência ainda, que os laboratórios de metrologia são reconhecidos pelo ILAC - *International Laboratory Accreditation Cooperation* nas grandezas: eletricidade, tempo e frequência, telecomunicações, força e torque, massa, pressão (vácuo), vibração, acústica, temperatura e umidade. Atendendo a esse relevante número de competências a Metrologia Espacial da COMIT está organizada atualmente na forma de cinco laboratórios distintos, a saber: Laboratório de Metrologia Física (MTF), Laboratório de Metrologia Mecânica (MTM), Laboratório de Metrologia de Alta Frequência (MTR), Laboratório de Metrologia Ambiental (MTA) e Laboratório de Metrologia Elétrica (MTE).

O presente projeto é uma demanda do Laboratório de Metrologia Elétrica (MTE), área responsável pela calibração de equipamentos, sistemas e artefatos que se caracterizam pela manipulação direta e/ou indireta de grandezas elétricas primárias, sejam elas aplicadas em regimes elétricos contínuos / estáticos e quase-estáticos. O Laboratório MTE atende prioritariamente às demandas do Laboratório de Integração e Testes (LIT) da COMIT, bem como os diversos departamentos e laboratórios do INPE. O MTE ainda disponibiliza suas competências para o atendimento de demandas oriundas da sociedade brasileira, a exemplo de setores chave para o desenvolvimento nacional, como setor aeroespacial brasileiro, com destaque para o Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA), além de outras instituições de pesquisa e indústrias.



O projeto consiste no estudo preliminar da viabilidade de ampliação da faixa de frequência de medições associadas à grandeza elétrica de capacitores padrão [1]. A melhor compreensão das respostas de medidas de capacitância em regimes de operação quase-estáticos dos padrões de capacitância da área, servirão de ponto de partida para propostas de aplicação de faixa de medições em frequência deste mensurando, que poderão prover melhorias incrementais significativas relacionadas a calibração de instrumentos e artefatos de medição elétricas, cuja a dependência de referência na grandeza de capacitância elétrica em regimes quase-estáticos são fundamentais [2][3]. Neste contexto, o presente projeto é uma resposta ao atendimento da necessidade de calibrações de capacitância elétrica nos regimes de baixas frequências, em faixas espectrais que ainda não são atendidas pelo MTE e que são necessárias para o pleno entendimento por calibrações de artefatos utilizados no Laboratório de Integração e Testes de Satélites, na Metrologia Física (MTF) da COMIT, e que conseqüentemente possui potencial para atender também demandas oriundas da sociedade brasileira de modo geral.

### **8.1.2 - Objetivo Geral**

Beneficiar e possibilitar ao país acesso a uma infraestrutura capacitada no desenvolvimento de tecnologias para integração e testes de satélites, assim como na avaliação de conformidade de produtos espaciais.

Atender a necessidade do programa espacial brasileiro e melhorar a capacidade de medição em grandezas elétricas na Área de Metrologia Espacial da COMIT.

#### **Objetivos específicos (OE)**

##### **Objetivo Específico 1**

Estudo técnico básico de métodos e sistemas referentes à metrologia e calibração de grandezas de capacitância elétrica.

##### **Objetivo Específico 2**

Estudo técnico introdutório teórico e/ou experimental em metrologia de grandezas elétricas com uso de capacitores padrão e décadas capacitivas.

##### **Objetivo Específico 3**

Investigação experimental preliminar da resposta espectral de grandezas elétricas capacitivas nas faixas de frequências de interesse.

##### **Objetivo Específico 4**

Análise preliminar dos resultados obtidos no objetivo específico 3 (OE3).

##### **Objetivo Específico 5**

Documentação geral dos estudos realizados.

### **8.1.3 - Insumos**

#### **8.1.3.1 – Custeio**

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

### 8.1.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria /nível	Meses	Quant
8.1.1	Profissional com graduação em Engenharia Eletrotécnica, Eletrônica, Mecatrônica ou em áreas afins, com 5 (cinco) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação após a obtenção do diploma de nível superior ou com grau de mestre	Conhecimentos em Eletrotécnica ou Sistemas Elétricos ou Eletrônica ou Mecatrônica ou Controle e Automação Industrial ou áreas afins.	1, 2, 3, 4 e 5	D-C	04	*1

\* - Em havendo disponibilidade de novas bolsas para o SubProjeto, os candidatos subsequentes da lista de classificação poderão ser chamados

### 8.1.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
Estudo técnico básico de métodos e sistemas referentes à metrologia e calibração de grandezas de capacitância elétrica.	1	Notas técnicas sobre calibração de grandezas capacitivas.	X	
Estudo técnico introdutório teórico e/ou experimental em metrologia de grandezas elétricas com uso de capacitores padrão e décadas capacitivas.	2	Notas técnicas do estudo teórico e/ou experimental.	X	

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
Investigação experimental preliminar da resposta espectral de grandezas elétricas capacitivas nas faixas de frequências de interesse.	3	Obtenção de resultados experimentais.	X	
Análise preliminar dos resultados obtidos no objetivo específico 3 (OE3).	4	Notas técnicas sobre análise dos resultados.	X	
Documentação geral dos estudos realizados.	5	Relatório	X	X

### 8.1.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestres			
	2022		2023	
	1	2	1	2
Estudo técnico básico de métodos e sistemas referentes à metrologia e calibração de grandezas de capacitância elétrica.		X		
Estudo técnico introdutório teórico e/ou experimental em metrologia de grandezas elétricas com uso de capacitores padrão e décadas capacitivas.		X		
Investigação experimental preliminar da resposta espectral de grandezas elétricas capacitivas nas faixas de frequências de interesse.		X		
Análise preliminar dos resultados obtidos no objetivo específico 3 (OE3).		X		
Documentação geral dos estudos realizados.		X	X	

### 8.1.6 – Produtos



Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
Notas técnicas sobre calibração de grandezas capacitivas elaboradas.	1	Anotações técnicas finalizadas.	X	
Estudo técnico introdutório teórico e/ou experimental em metrologia de grandezas elétricas com uso de capacitores padrão e décadas capacitivas.	2	Anotações técnicas finalizadas.	X	
Investigação experimental preliminar da resposta espectral de grandezas elétricas capacitivas nas faixas de frequências de interesse.	3	Resultados experimentais computados.	X	
Análise preliminar dos resultados obtidos no objetivo específico 3 (OE3).	4	Análises preliminares realizadas.	X	
Relatório.	5	Relatório elaborado.	X	X

### 8.1.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
Anotações técnicas sobre calibração de grandezas capacitivas executadas.	1	Notas técnicas para relatório.	X	
Estudo em grandezas elétricas com uso de capacitores padrão e décadas capacitivas realizado.	2	Notas técnicas para relatório.	X	

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
Tabelas e gráficos dos experimentos da resposta espectral de grandezas elétricas capacitivas nas faixas de frequências de interesse implementadas.	3	Tabelas e gráficos realizados.	X	
Análises concluídas.	4	Análises documentadas.	X	
Estudos documentados.	5	Relatório elaborado.	X	X

### 8.1.8 - Recursos Solicitados

Custeio:

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

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-DC	C	3.380,00	04	*1	13.520,00
Total (R\$)					13.520,00

\* - Em havendo disponibilidade de novas bolsas para o SubProjeto, os candidatos subsequentes da lista de classificação poderão ser chamados

### 8.1.9 - Equipe do Projeto

Bolsista modalidade PCI-DE;

David dos Santos Cunha (Equipe técnica MTE);

Emanuel Elias da Silva (Equipe técnica MTE);

Liangrid Lutiani da Silva (Bolsista PCI);

Ricardo Suterio (Supervisor).



### **8.1.10 - Referências Bibliográficas**

- [1] *Calibration: Philosophy in Practice*, 2 Ed. Everett, WA: Fluke Corporation, 1994.
  
- [2] A. R. de S. Armando Albertazzi G. Junior, *Fundamentos de Metrologia Científica e Industrial*. Editora Manole, 2017.
  
- [3] P. P. N. do R. Alexandre Mendes, *Metrologia e Incerteza de Medição - Conceitos e Aplicações*, 1ª edição. LTC, 2019.
  
- [4] Casa Civil da Presidência da República and IPEA, *Avaliação de Políticas Públicas - Guia prático de análise ex ante Volume 1*, 1st ed. Brasília: IPEA, 2018.



## **Projeto 8: DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS E PROJETOS PARA MONTAGEM, INTEGRAÇÃO E TESTES DE SATÉLITES**

**Subprojeto 8.2:** Estudo de viabilidade e implementação de um Sistema de Gestão da Qualidade para qualificação espacial nos Laboratórios de montagem, integração e testes da COMIT.

### **8.2.1 – Introdução**

Este subprojeto consta no projeto Pesquisa e Desenvolvimento em Ciências e Tecnologias Espaciais e suas Aplicações – INPE - Novembro/2018 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 400077/2022-1, disponível na página do INPE. Está relacionado ao Termo de Abertura de Projeto – TAP do projeto ***Estudo de viabilidade e implementação de um Sistema de Gestão da Qualidade para qualificação espacial nos Laboratórios de montagem, integração e testes da COMIT.*** (SEI: 01340.004291/2021-50).

A infraestrutura da COMIT é formada por um complexo de laboratórios para desenvolvimento e qualificação de produtos espaciais, tendo grande participação na pesquisa, desenvolvimento e inovação tecnológica do Brasil, através de realização de ensaio e desenvolvimento de novos produtos, sejam eles para o setor espacial, sejam eles para o setor industrial em geral, além de ensaios para a certificação de novos produtos que futuramente estarão disponíveis para a sociedade.

Devido ao avanço tecnológico e ao aumento da complexidade dos sistemas espaciais, o LIT busca manter sua condição de excelência por meio de projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, nas suas áreas de sua atuação. Essas áreas incluem: engenharia de sistemas, avaliação da conformidade, engenharia simultânea, processos de AIT, engenharia de meios de testes e de sistemas de informação, métodos de medição, processos de testes de componentes eletrônicos, desenvolvimento de materiais e processos, modelagens dinâmica, térmica e radioelétrica de sistemas espaciais e engenharia do produto.

Considerando a estrutura funcional desta Coordenação, este projeto se enquadra em Desenvolvimento de Tecnologias para Testes Ambientais de Satélites e Produtos Espaciais, pois apesar da Garantia da Qualidade permear todas as áreas e laboratórios, este projeto volta-se a satélites e produtos espaciais.

A área espacial é uma área sensivelmente crítica e restrita se aplicada ao atendimento dos requisitos requeridos durante a montagem, integração e testes de sistemas, subsistema e equipamento de qualificação espacial. A implementação de um sistema de gestão de qualidade é uma estratégia de busca contínua por elevados padrões, visando melhorar o desempenho das pessoas, os processos, os produtos e o próprio ambiente de trabalho. O mapeamento dos processos e posterior implementação de uma norma de gestão da qualidade nas áreas de montagem, integração e testes de qualificação espacial possibilitaria visualizar as atividades de forma global, permitindo a padronização e eficiência dos processos e serviços realizados nas áreas de testes da COMIT.

Este subprojeto consta no Projeto 08 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE. Está relacionado ao Termo de Abertura de Projeto – TAP 01340.004291/2021-50.

### **8.2.2 - Objetivo Geral**

Este projeto está alinhado ao projeto de Desenvolvimento de Tecnologias e Projetos para Montagem, Integração e Testes de Satélites – Programa de Capacitação Institucional – PCI 2018-2023 – Subprograma do Projeto Institucional, que tem por objetivo a implantação de um sistema de metrologia, normalização e certificação para a área espacial, e dessa forma estruturar um sistema da qualidade que seja capaz de acomodar as peculiaridades da qualificação espacial e que permita ao LIT continuar realizando as atividades de montagem, integração e testes em satélite. O estudo de normas nacionais ou internacionais que melhor se aplicam a laboratórios com as características do LIT, o mapeamento dos processos e posterior implementação de uma norma de gestão da qualidade visa visualizar as atividades de forma global,

permitindo a padronização e eficiência dos processos e serviços realizados nas áreas de testes do LIT.

### **Objetivo Específico 1:**

- Identificar e realizar estudo de normas de gestão da qualidade (ABNT, ISO, ESA) que possam ser aplicadas no laboratório do LIT, com as características das áreas de montagem e testes espaciais; e apresentar o resultado do estudo para o com os requisitos para a implementação das normas no LIT.

### **Objetivo Específico 2:**

- Mapear os processos técnicos das áreas de montagem e integração e nas áreas de ensaios ambientais do LIT, além de definir sistemática para implementação da norma, preparação dos documentos, guias, etc.;

### **Objetivo Específico 3:**

- Com base no estudo e mapeamento, implementar um sistema de gestão da qualidade nos Laboratórios de Montagem, Integração e Testes da COMIT, no prazo de até 3 anos.

## **8.2.3 - Insumos**

### **8.2.3.1 – Custeio**

O desenvolvimento desse projeto prevê a necessidade de aquisição de normas de gestão da qualidade nacionais e internacionais.

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

### **8.2.3.2 – Bolsas**

Solicita-se um bolsista PCI-DB, com graduação em nível superior na área de exatas, com experiência em implementação de sistemas de gestão da qualidade, processos aplicados na área espacial e conhecimento de normas técnicas.

<b>Código</b>	<b>Formação Acadêmica / Titulação</b>	<b>Área de Experiência</b>	<b>Objetivo Específico</b>	<b>PCI categoria/nível</b>	<b>Meses</b>	<b>Quant</b>
8.2.1	Profissional graduado em Engenharia ou Tecnólogo em Produção, Qualidade, ou áreas afins, com 7	Experiência em implementação de sistemas de gestão da	1	DB	04	*1

	anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação, após a obtenção de diploma de nível superior; ou com título de doutor; ou ainda, com grau de mestre há, no mínimo, 4 (quatro) anos.	qualidade e conhecimento e normas técnicas, inglês intermediário.				
--	---	---	--	--	--	--

\* - Em havendo disponibilidade de novas bolsas para o SubProjeto, os candidatos subsequentes da lista de classificação poderão ser chamados

#### 8.2.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas			
			2022			2023
			Out	Nov	Dez	Jan
1 - Estudo das normas espaciais reconhecidas (ABNT, ISO, ESA).	1	Abrangência da pesquisa de norma/período				
2 - Definir normas aplicáveis e apresentar resultados.	1	Número de atividades realizadas/período				
3 – Estudo técnico dos processos nas áreas de montagem e integração e testes.	2	Abrangência dos processos das áreas.				
4 - Mapeamento dos processos de qualificação espacial.	2	Abrangência dos processos das áreas.				
5 - Preparar plano de implementação do sistema de gestão da qualidade.	3	Abrangência dos processos das áreas.				

#### 8.2.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Metas			
	2022			2023
	Out	Nov	Dez	Jan
1 - Estudo das normas espaciais reconhecidas (ABNT, ISO, ESA).				
2 - Definir normas aplicáveis e apresentar resultados.				
3 – Estudo técnico dos processos nas áreas de montagem e integração e testes.				
4 - Mapeamento dos processos de qualificação espacial.				
5 - Preparar plano de implementação do sistema de gestão da qualidade.				

### 8.2.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas 2022/2023
1 - Estudo das normas espaciais reconhecidas (ABNT, ISO, ESA).	1	Relatório	Pesquisa de normas.
2 - Definir normas aplicáveis e apresentar resultados.	1	Relatório	Conclusão do estudo.
3 – Estudo técnico dos processos nas áreas de montagem e integração e testes.	2	Relatório	Definir escopo da implementação.
4 - Mapeamento dos processos de qualificação espacial.	2	Relatório	Definição dos processos.
5 - Preparar plano de implementação do sistema de gestão da qualidade.	3	Relatório	Apresentar todos os processos de cada laboratório.

### 8.2.7 – Resultados Esperados

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas			
			2022			2023
			Out	Nov	Dez	Jan
1 - Estudo das	1	Relatório				





normas espaciais reconhecidas (ABNT, ISO, ESA).						
2 - Definir normas aplicáveis e apresentar resultados.	1	Relatório				
3 – Estudo técnico dos processos nas áreas de montagem e integração e testes.	2	Relatório				
4 - Mapeamento dos processos de qualificação espacial.	2	Relatório				
5 - Preparar plano de implementação do sistema de gestão da qualidade.	3	Relatório				

### 8.2.8 - Recursos Solicitados

Não estão previstos gastos com diárias e passagens.

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

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	B	4.160,00	4	*1	16.640,00
Total (R\$)					16.640,00

\* - Em havendo disponibilidade de novas bolsas para o SubProjeto, os candidatos subsequentes da lista de classificação poderão ser chamados

### **8.2.9 - Equipe do Projeto**

Márcia Cristina Carneiro Ueta

### **8.2.10 - Referências Bibliográficas**

[1] Avaliação de Políticas Públicas: Guia Prático de Análise Ex Ante, volume 1, IPEA, 2018.



## **Projeto 8: DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS E PROJETOS PARA MONTAGEM, INTEGRAÇÃO E TESTES DE SATÉLITES**

### **Subprojeto 8.3: Especificação do Sistema de Software e das Plataformas de Desenvolvimento para o Sistema de Aquisição de Dados Usando IoT e Soc**

#### **8.3.1 – Introdução**

Este subprojeto consta no Projeto 08 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 400077/2022-1, disponível na página do INPE. TAP 01340003609/2021-85.

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) é uma unidade de pesquisa do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), sendo responsável pelo desenvolvimento das atividades espaciais no país. Sua missão é contribuir para que a sociedade brasileira possa usufruir dos benefícios propiciados pelo contínuo desenvolvimento das Aplicações Espaciais, da Meteorologia e Clima e da Engenharia e Tecnologia Espacial.

O Laboratório de Integração e Testes (LIT) desenvolve e/ou participa de um conjunto de complexos programas espaciais, assumindo a responsabilidade direta ou indireta de realizar a etapa de Montagem, Integração e Testes dos sistemas em desenvolvimento. Para tanto, necessita desenvolver capacidades para executar as tarefas sob sua responsabilidade para programas de complexidade crescente, sob risco de obsolescência.

Conforme o projeto institucional, a Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI) 2016 – 2019 aponta 11 áreas estratégicas, entre elas a aeroespacial e defesa e define entres suas estratégias associadas:

- “Fomentar a pesquisa e desenvolvimento científico, tecnológico e de inovação, visando à criação e fabricação de sistemas espaciais completos de satélites e veículos lançadores e desenvolver tecnologias de guiamento, sobretudo inerciais e tecnologias de propulsão líquida”.
- “Implantar e atualizar a infraestrutura espacial básica (laboratórios de pesquisa e desenvolvimento, centros de lançamento e centros de operação e controle de satélites) e as defesa (laboratórios de pesquisa e desenvolvimento das Forças Armadas)”.

Observa-se que o objetivo geral, conforme o projeto institucional, do projeto PCI para o LIT é garantir e manter a capacitação de todas as áreas de atuação do laboratório para a avaliação de conformidade dos produtos da área espacial e, em destaque os seguintes objetivos específicos para este projeto:

- **Objetivo Específico (1):** Desenvolver as tecnologias necessárias para as atividades de Montagem, Integração e Testes, em função dos programas espaciais no INPE, incluindo pintura, colagem, revestimentos

térmicos, soldagem, limpeza, controle de contaminação, alinhamento etc.;

- Objetivo Específico (2): Desenvolver equipamentos e setups para testes elétricos e testes ambientais de sistemas e subsistemas;
- Objetivo Específico (3): Desenvolver e qualificar softwares especializados para atividades de planejamento, controle, testes elétricos e testes ambientais de sistemas e subsistemas.

Este projeto foca na qualificação de espécimes através de testes ambientais realizados em vácuo e sob condições térmicas variadas para simulação das condições espaciais. As técnicas atualmente empregadas utilizam câmaras vácuo térmicas de grande porte que realizam ensaios de simulação das condições de voo do satélite e de outros subsistemas em condições de alto-vácuo, cargas térmicas internas e externas e consequente distribuição de temperatura, da vida orbital de satélites e de outros veículos espaciais. Para a reprodução dessas condições o ensaio geralmente se estende por dias podendo chegar a várias semanas ininterruptamente.

A qualidade dos dados resultantes de testes espaciais realizados no LIT/COMIT são fundamentais para o correto diagnóstico do teste, por exemplo, se o satélite está ou não apto para voo. Há cerca de 30 anos os dados coletados (temperatura, pressão, resistência etc.) nos testes são obtidos por meio scanners capazes de adquirir até 2000 canais a cada 30s. Esses testes são previstos nas campanhas de qualificação de satélites, sendo realizados em longos e ininterruptos períodos.

Recentemente foram lançados no mercado chips do tipo SoCs (System on Chip), bem como alguns outros capazes de realizar leituras de temperatura entre -200 °C e 200 °C entregando resultados através de interfaces do tipo I2C. O uso desses componentes poderá reduzir o custo de aquisição de dados por canal.

O projeto prevê a construção de uma prova de conceito para avaliar se o sistema atual pode ser substituído no futuro por essa tecnologia e assim ter um barateamento do custo da aquisição de dados. O projeto se divide na especificação e construção do hardware, a implementação de um sistema supervisor que controla o hardware e recebe as leituras feitas, por um banco de dados para o armazenamento das informações coletadas e por um sistema de visualização para exibir os dados e se estes foram coletados corretamente.

Para entender as necessidades do sistema de aquisição proposto neste projeto, é necessário que os bolsistas sejam familiarizados nos ensaios da área térmica de longa duração e assim identifiquem os requisitos de confiabilidade e também apontem melhorias a serem implementadas em comparação ao sistema atual.

Este subprojeto consiste da especificação de ferramentas e linguagem para implementação do sistema supervisor e de interface com o usuário, a elaboração do documento que descreva esta especificação. A partir do levantamento realizado, implementar os módulos necessários para o sistema supervisor e para a comunicação com o hardware visando os testes de integridade das informações trocadas e também implementar as primeiras interfaces de visualização para avaliação. Concomitantemente a implementação, far-se-á a elaboração do projeto básico visando a aquisição de

materiais, componentes etc, provendo o levantamento básico de diagramas e informações que descrevam todos os itens necessários contendo as cotações dos componentes, prazos, custos, critérios de aceitação e testes de aceitação.

### 8.3.2 - Objetivo Geral

O objetivo geral deste subprojeto é reduzir o custo de testes ambientais espaciais na área de aquisição de dados em câmaras de termo-vácuo. A redução dar-se-á pelo uso de um novo sistema construído com componentes mais baratos com verificação através dos testes desenvolvidos no âmbito deste projeto.

Os objetivos específicos são:

- Objetivo Específico 1: Familiarização dos bolsistas com o atual sistema de aquisição;
- Objetivo Específico 2: Levantamento das ferramentas e linguagem de programação a serem adotadas para a implementação do sistema supervisor e de visualização;
- Objetivo Específico 3: Documento com a análise do software a ser implementado;
- Objetivo Específico 4: Levantamento de cotações de materiais e componentes para o desenvolvimento do sistema;
- Objetivo Específico 5: Implementação dos primeiros módulos do sistema supervisor e de comunicação com o hardware com testes de integridade das informações trocadas;
- Objetivo Específico 6: Implementação das primeiras interfaces de visualização para avaliação;
- Objetivo Específico 7: Criar um projeto básico contendo as cotações para os componentes do sistema, prazos de entrega, custos, manuais, diagramas, critérios de aceitação e testes de aceitação.

### 8.3.3 - Insumos

#### 8.3.3.1 – Custeio

a) apoiar a participação de integrantes da equipe do projeto em estágios, cursos ou visitas no País, para aquisição de conhecimentos específicos e necessários ao desenvolvimento do projeto;

b) possibilitar a participação de consultores ou instrutores especializados, brasileiros ou estrangeiros, como forma de complementação da competência das equipes.

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




### 8.3.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/ nível	Meses	Quant
8.3.1	Profissional com graduação em Engenharia da Computação, Sistemas de Informação, Ciência da Computação ou áreas afins, 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	Conhecimentos em linguagem de programação e desenvolvimento de sistemas, conhecimentos em hardware	1, 2, 3, 4, 7	D-A	4	1*
8.3.2	Profissional com graduação em Engenharia da Computação, Sistemas de Informação, Ciência da Computação ou áreas afins, 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	Conhecimentos em linguagem de programação e desenvolvimento de sistemas; conhecimentos básicos em telecomunicações e hardware	1, 2, 3, 5, 6	D-A	4	1*

\* - Em havendo disponibilidade de novas bolsas para o SubProjeto, os candidatos subsequentes da lista de classificação poderão ser chamados

### 8.3.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas (meses)			
			1°	2°	3°	4°
Familiarização em ensaios vácuo-térmicos na aquisição de dados	1	Treinamento realizado	X	X	X	X
Elaborar documento sucinto e suficiente contendo a análise do software a ser implantado no computador.	2, 3, 5, 6	Relatório técnico			X	X
Consolidar todos os diagramas e informações organizadamente na forma de um projeto básico, contendo: cotações para os componentes do sistema; prazos de entrega; custos de montagem; manuais e diagramas; critérios de aceitação, testes de aceitação.	4, 7	Documento elaborado		X	X	X
Estudo da plataforma de desenvolvimento de software para o sistema supervisorio a ser usada	2, 3, 5, 6	Estudo das plataformas realizado		X	X	X
Realizar reuniões de monitoramento	2, 3, 4, 5, 6, 7	Reuniões realizadas	X	X	X	X

### 8.3.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Meses			
	1°	2°	3°	4°
Familiarização em ensaios vácuo-térmicos na	X	X	X	X

aquisição de dados				
Realizar reuniões de monitoramento	X	X	X	X
Estudo da plataforma de desenvolvimento de software para o sistema supervisorio a ser usada		X	X	X
Consolidar todos os diagramas e informações organizadamente na forma de um projeto básico, contendo: cotações para os componentes do sistema; prazos de entrega; custos de montagem; manuais e diagramas; critérios de aceitação, testes de aceitação.			X	X
Elaborar documento sucinto e suficiente contendo a análise do software a ser implantado no computador.				X

### 8.3.6 – Produtos

Denominam-se produtos, os frutos diretos e quantificáveis das atividades do projeto, entregues imediatamente pela realização de suas atividades.

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas (meses)			
			1°	2°	3°	4°
Esboço do projeto básico, contendo: cotações para os componentes do sistema; prazos de entrega; custos de montagem; manuais e diagramas; critérios de aceitação; testes de aceitação.	4, 7	Número de documentos			50%	100%
Documento sucinto e suficiente contendo a análise do software a ser implantado no computador.	2, 3, 5, 6	Número de relatórios			50%	100%

### 8.3.7 – Resultados Esperados

Os resultados são mudanças observadas no curto prazo sobre indivíduos, grupos ou instituições, como resultado da intervenção realizada.

Resultados	Objetivo	Indicadore	Metas (meses)
------------	----------	------------	---------------



	Específico	s	1°	2°	3°	4°
Consolidação das informações para compra, especificação e aceitação dos componentes através de um projeto básico	4, 7	Relatório técnico				X
Documentação com as informações da análise do software a ser desenvolvido	2, 3, 5, 6	Relatório técnico				X

### 8.3.8 - Recursos Solicitados

Custeio:

Recursos de custeio destinados exclusivamente a diárias e passagens com o objetivo de:

- a) apoiar a participação de integrantes da equipe do projeto em estágios, cursos ou visitas no País, para aquisição de conhecimentos específicos e necessários ao desenvolvimento do projeto;
- b) possibilitar a participação de consultores ou instrutores especializados, brasileiros ou estrangeiros, como forma de complementação da competência das equipes.

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

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00	4	2*	41.600,00
	B	4.160,00			
	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\$)	41.600,00
-------------	-----------

\* - Em havendo disponibilidade de novas bolsas para o SubProjeto, os candidatos subsequentes da lista de classificação poderão ser chamados

### 8.3.9 - Equipe do Projeto

Daniel Merli Lamosa  
Edésio Hernane Paulicena  
Heyder Hey  
Horácio Hiroiti Sawame  
Leandro Toss Hoffmann  
Rovilson Emilio da Silva  
Bolsita a ser selecionado

### 8.3.10 - Bibliografia

Pine, David J. *Introduction to Python for Science and Engineering*. Taylor & Francis, 2019.

<https://doi.org/10.1201/9780429506413>

Kurniawan, A. *MicroPython for ESP32 Development Workshop*. PE Press, 2017

Ananda, O. A. *Python GUI: Develop Cross Platform Desktop Applications using Python, Qt and PyQt5*. Olaf Art Ananda, eBook, 2020.

Pressman, R. S; Maxim, B. R; Arakaki, R. *Engenharia de Software: Uma Abordagem Profissional*, AMGH, 2016.

## **Projeto 8: DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS E PROJETOS PARA MONTAGEM, INTEGRAÇÃO E TESTES DE SATÉLITES**

**Subprojeto 8.4:** Estudos para desenvolvimento de automação do sistema de calibrações de alto-vácuo.

### **8.4.1 – Introdução**

Este subprojeto consta no Projeto 08 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 400077/2022-1, disponível na página do INPE. Está relacionado ao Termo de Abertura de Projeto – TAP, processo SEI nº 01340.004161/2021-17.

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) é uma unidade de pesquisa do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), sendo o principal órgão civil responsável pelo desenvolvimento das atividades espaciais no país. Sua missão é contribuir para que a sociedade brasileira possa usufruir dos benefícios propiciados pelo contínuo desenvolvimento das Aplicações Espaciais, da Meteorologia e Clima e da Engenharia e Tecnologia Espacial.

O INPE desenvolve atividades específicas de qualificação de produtos que exigem alto grau de confiabilidade, previsões meteorológicas, relatórios e monitoramento de queimadas e desmatamentos e ensaios em produtos espaciais e satélites, entre outras.

De acordo com seus objetivos estratégicos, Coordenação de Manufatura Integração e Testes, COMIT / INPE atua para capacitar o Laboratório de Integração e Testes (LIT), uma das principais áreas do INPE, para atender às atividades requeridas pelos satélites brasileiros. Neste contexto, no LIT, local onde o presente projeto será implantado, estão reunidos dentro de uma mesma instalação, todos os meios fundamentais para a sequência completa de montagem, integração e ensaios de satélites. Isso facilita a organização das operações, evitando problemas logísticos e deslocamentos por grandes distâncias. No LIT melhorias estão sendo implementadas com objetivo de obtenção de melhores capacidades para qualificar testes e ensaios de satélites de maior porte (i.e. satélites de até sete toneladas), e maior complexidade tecnológica, categoria, onde se enquadram satélites para aplicações em sistemas de telecomunicações por exemplo, e outros como os aplicados para monitoramento ambiental. Melhorias que consequentemente proverão modernizações também para avanços em ensaios e testes de satélites com arquiteturas baseadas em nano-satélites e pico-satélites para aplicações científicas, educacionais e mesmo de uso privado.

Neste cenário, por meio de desenvolvimento e pesquisa aplicada, a Metrologia Espacial vinculada a COMIT, dentro de suas competências, busca prover as melhores soluções em seus serviços visando o melhoramento contínuo de seus sistemas e padrões. Uma das principais missões atribuídas à área de Metrologia Espacial da COMIT é manter a rastreabilidade de grandezas e medidas associadas ao contexto espacial do INPE [1,2]. Com este propósito, a área está organizada atualmente na forma de cinco laboratórios distintos, a saber: Laboratório de Metrologia Física (MTF), Laboratório de



Metrologia Mecânica (MTM), Laboratório de Metrologia de Alta Frequência (MTR), Laboratório de Metrologia Ambiental (MTA) e Laboratório de Metrologia Elétrica (MTE). Constitui-se, portanto de um conjunto de laboratórios que estão aptos a prover soluções em ensaios e calibrações de grandezas padrões, frente às demandas de rastreabilidade de diversos tipos de mensurando e seus artefatos, associados aos testes de satélites e produtos espaciais da COMIT.

Atualmente a COMIT mantém seus laboratórios de metrologia é acreditado pela Coordenação Geral de Acreditação (Cgcre) do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) sob o nº 0022 (calibração) nas áreas de elétrica, física e mecânica. Tal acreditação reconhece sua competência para realizar calibrações desde 1991, além de assegurar a confiabilidade das medições e ensaios realizados. Complementarmente, os laboratórios de metrologia são reconhecidos pelo ILAC - *International Laboratory Accreditation Cooperation* nas grandezas: eletricidade, tempo e frequência, telecomunicações, força e torque, massa, pressão (vácuo), vibração, acústica, temperatura e umidade.

O projeto de estudos para desenvolvimento de automação do sistema de calibrações de alto-vácuo, objetiva melhorar o sistema de calibração de vácuo do LIT com técnicas de automação e controle das medidas de pressão em ambiente de alto-vácuo até a pressão atmosférica. O projeto será desenvolvido no contexto de atividades do Laboratório de Metrologia Física (MTF) e é de grande relevância para melhor adequação dos sistemas de medição de alto-vácuo associados aos testes ambientais de satélites executados no *Hall* de testes do LIT.

#### **8.4.2 - Objetivo Geral**

Beneficiar e possibilitar ao país acesso a uma infraestrutura capacitada no desenvolvimento de tecnologias para integração e testes de satélites, assim como na avaliação de conformidade de produtos espaciais.

Atender a necessidade do programa espacial brasileiro e melhorar a capacidade de medição em grandezas ambientais da Área de Metrologia Espacial da COMIT.

#### **Objetivos específicos (OE)**

##### **Objetivo Específico 1**

Investigação preliminar dos sistemas existentes e disponíveis aplicados para calibração de alto-vácuo.

##### **Objetivo Específico 2**

Mapeamento de métricas, dados e principais parâmetros para o desenvolvimento de sistema de automação para calibração de alto-vácuo.

##### **Objetivo Específico 3**

Estudo preliminar de possíveis métodos e técnicas a serem empregadas no desenvolvimento da solução a ser proposta.

##### **Objetivo Específico 4**

Estudo preliminar de possíveis tecnologias a serem desenvolvidas e / ou adquiridas para emprego no desenvolvimento do sistema de automação.

### Objetivo Específico 5

Documentação geral dos estudos realizados.

#### 8.4.3 - Insumos

##### 8.4.3.1 – Custeio

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

##### 8.4.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quant
8.4.1	Profissional com graduação em Engenharia Mecânica, Mecatrônica, Controle e Automação ou áreas afins, com 5 (cinco) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação após a obtenção do diploma de nível superior ou com grau de mestre	Experiência de pelo menos três anos após a obtenção do diploma de nível superior; ou com grau de mestre. Conhecimentos em Engenharia Mecânica ou Mecatrônica ou Controle e Automação ou áreas afins. Experiência técnica em elétrica ou eletrotécnica ou eletrônica ou controle e automação industrial, ou áreas afins.	1, 2, 3, 4 e 5	D-C	04	1

#### 8.4.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
Investigação preliminar dos sistemas existentes e disponíveis aplicados para calibração de alto-vácuo.	1	Estudo do sistema de alto-vácuo disponível realizado.	X	
Mapeamento de métricas, dados e principais parâmetros para o desenvolvimento de sistema de automação para calibração de alto-vácuo.	2	Mapeamento de informações realizado.	X	
Estudo preliminar de possíveis métodos e técnicas a serem empregadas no desenvolvimento da solução a ser proposta.	3	Estudo preliminar desenvolvido.	X	
Estudo preliminar de possíveis tecnologias a serem desenvolvidas e / ou adquiridas para emprego no desenvolvimento do sistema de automação.	4	Estudo preliminar desenvolvido.	X	X
Documentação geral dos estudos realizados.	5	Relatório	X	X

#### 8.4.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestres			
	2022		2023	
	1	2	1	2
Investigação preliminar dos sistemas existentes e disponíveis aplicados para calibração de alto-vácuo.		X		
Mapeamento de métricas, dados e principais parâmetros para o desenvolvimento de sistema de automação para calibração de alto-vácuo.		X		

Atividades	Semestres			
	2022		2023	
	1	2	1	2
Estudo preliminar de possíveis métodos e técnicas a serem empregadas no desenvolvimento da solução a ser proposta.		X		
Estudo preliminar de possíveis tecnologias a serem desenvolvidas e / ou adquiridas para emprego no desenvolvimento do sistema de automação.		X		
Documentação geral dos estudos realizados.		X	X	

#### 8.4.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
Informações tecnológicas levantadas.	1	Estudo de informações tecnológicas do sistema de alto-vácuo realizadas.	X	
Mapeamento de métricas e requisitos de sistema de automação para calibração de alto-vácuo.	2	Principais métricas e requisitos identificados.	X	
Estudo preliminar de possíveis métodos e técnicas a serem empregadas no desenvolvimento da solução a ser proposta.	3	Estudo preliminar de métodos e técnicas concluído.	X	
Estudo preliminar de possíveis tecnologias a serem desenvolvidas e / ou adquiridas para emprego no desenvolvimento do sistema de automação.	4	Potenciais tecnologias a serem empregadas definidas.	X	



Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
Relatório.	5	Relatório elaborado.	X	X

#### 8.4.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
Informações tecnológicas do sistema de alto-vácuo obtidas.	1	Informações tecnológicas elaboradas.	X	
Métricas e requisitos para sistema de automação para calibração de alto-vácuo definidos.	2	Requisitos elaborados.	X	
Estudo preliminar de possíveis métodos e técnicas a serem empregadas no desenvolvimento da solução a ser proposta.	3	Estudos realizados.	X	
Estudo preliminar de possíveis tecnologias a serem desenvolvidas e / ou adquiridas para emprego no desenvolvimento do sistema de automação.	4	Estudos realizados.	X	
Estudos documentados.	5	Relatório elaborado.	X	X

#### 8.4.8 - Recursos Solicitados

Custeio:

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

Bolsas:



PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	C	3.380,00	04	1	13.520,00
Total (R\$)					13.520,00

#### **8.4.9 - Equipe do Projeto**

Bolsista modalidade PCI-DC;

Rodrigo dos Santos Nascimento (Equipe técnica MTF);

Liangrid Lutiani da Silva (Bolsista PCI);

Ricardo Suterio (Supervisor).

#### **8.4.10 - Referências Bibliográficas**

[1] A. R. de S. Armando Albertazzi G. Junior, *Fundamentos de Metrologia Científica e Industrial*. Editora Manole, 2017.

[2] P. P. N. do R. Alexandre Mendes, *Metrologia e Incerteza de Medição - Conceitos e Aplicações*, 1ª edição. LTC, 2019.

[3] Casa Civil da Presidência da República e IPEA, *Avaliação de Políticas Públicas - Guia prático de análise ex ante Volume 1*, 1st ed. Brasília: IPEA, 2018.

## **Projeto 9: CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS**

### **Subprojeto 9.1: Implementação de ambiente de computação em nuvem para supercomputação**

#### **9.1.1 – Introdução**

De forma simplificada, cloud computing, ou computação na nuvem, é uma tecnologia que permite acesso remoto a softwares, armazenamento de arquivos e processamento de dados por meio da internet. É uma alternativa que pode propiciar acesso a dados importantes de qualquer computador, em qualquer lugar.

A implementação de uma plataforma de computação em nuvem para a Coordenação de Infraestrutura de Dados e Supercomputação - COIDS, poderá modernizar de forma significativas os processos de trabalho tanto para a COIDS como para o INPE, e permitir melhorias nos aspectos de redução de custos, Segurança, Flexibilidade e Mobilidade para a provisão de recursos computacionais no âmbito dos serviços de supercomputação.

Este subprojeto consta no Projeto 09 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 400077/2022-1, disponível na página do INPE.

Está relacionado ao Termo de Abertura de Projeto RISC – TAP 01340.007463/2021-47 intitulado “Renovação da infraestrutura de supercomputação do INPE e sua aplicação no atendimento das demandas crescentes da sociedade brasileira por melhores previsões e monitoramento do tempo, clima e ambiente”.

O projeto RISC (Renovação da Infraestrutura de Supercomputação) contempla modernizar e expandir a infraestrutura computacional do INPE, permitindo que sejam produzidos dados georreferenciados provenientes do processamento de modelos numéricos para escalas de tempo de dias, sub-sazonal, sazonal e para a elaboração de projeções climáticas para os próximos anos e décadas, além de previsões ambientais de poluentes atmosféricos, correntes oceânicas entre outros. O sistema de supercomputação que será implementado com este projeto permitirá o desenvolvimento do modelo comunitário do sistema terrestre que será a base da nova geração de modelagem numérica do país e que



permitirá a elaboração de previsões numéricas mais acuradas e de melhor qualidade, bem como possibilitará a realização de estudos de tempo, clima e ambientais, especialmente de eventos extremos, o que é imprescindível para auxiliar na salvaguarda de vidas humanas, em terra e no mar, permitirá auxiliar a previsão e mitigação de desastres naturais, produzindo ainda impactos significativos imediatos na economia, notadamente na produção agrícola (desde o planejamento do plantio, colheita e escoamento das grandes safras), na gestão de recursos hídricos, energéticos e nucleares, no setor de transportes de carga em variados modais, no combate à desigualdade social através de políticas públicas para o semiárido nordestino e adjacências, no setor turismo e, fundamentalmente, no suporte à tomada de decisões de diversos órgãos nacionais.

### **9.1.2 - Objetivo Geral**

O objetivo geral deste projeto é a) realizar um estudo comparativo das tecnologias de computação em nuvem para definição de plataforma mais adequada às demandas da COIDS b) levantamento de requisitos para implementação de uma plataforma cloud computing para a COIDS e c) realizar uma prova de conceito com a instalação de uma nuvem privada para atender a COIDS.

Dentre as diversas soluções de computação em nuvem disponíveis, podemos citar o OpenStack<sup>[1]</sup> como exemplo para ser avaliado. O OpenStack é uma plataforma open source que usa recursos virtuais agrupados para criar e gerenciar nuvens públicas e privadas. As ferramentas que abrangem a plataforma OpenStack, chamadas de "projetos", lidam com os serviços essenciais de cloud computing: computação, rede, armazenamento, identidade e imagem.

Como referência em entrega neste tipo de serviço, podemos citar o SciServer.org<sup>[2]</sup>, O SciServer é um sistema de infraestrutura cibernética totalmente integrado que abrange ferramentas e serviços relacionados para permitir que pesquisadores lidem com big data científico. O SciServer permite

aos pesquisadores trabalhar com Terabytes ou Petabytes de dados científicos, sem a necessidade de baixar grandes conjuntos de dado

A Coordenação de Infraestrutura de Dados e Supercomputação - COIDS - mantém sistemas computacionais de alto desempenho destinados à previsão numérica de tempo, de clima e de variáveis ambientais e pesquisas correlatas. Também fornece recursos computacionais que apoiam o desenvolvimento de atividades com relação a processamento e programação de alto desempenho e a técnicas de otimização, vetorização e paralelização aplicadas aos modelos numéricos para previsão de tempo e clima. Para realização do objetivo geral citado é necessário o vínculo dos seguintes objetivos específicos:

### **Objetivo Específico:**

Análise e desenvolvimento de sistemas computacionais na área de Infraestrutura Computacional e Supercomputação.

Para alcançar os resultados devem ser abordados os seguintes itens:

OE1: Levantamento e análise de ferramentas e tecnologias para melhoria de ambiente de computação de alto desempenho

OE2: Verificação de processos para melhorar a eficiência dos sistemas de virtualização, armazenamento de dados, de acesso aos dados por parte dos usuários internos e externos

OE3: Desenvolvimento e/ou atualização de ferramentas de manipulação, monitoramento e visualização de dados

OE4: Execução de processos técnicos em ambiente do datacenter da COIDS para aprimorar competências de processamento, armazenamento e o fluxo de dados

### **9.1.3 – Insumos**

9.1.3.1 – Custeio  
 Não se aplica

9.1.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/ nível	Meses	Quant



9.1.1	Profissional com graduação em Ciências da Computação ou áreas afins, com 7 (sete) anos de experiência 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.	O candidato deve possuir a seguinte experiência / conhecimento: a) Experiência nas tecnologias e ferramentas de computação em nuvem; b) Experiência na metodologia ágil SCRUM; c) Experiência em plataforma e ambientes Linux;	OE1 a OE4	D-B	4	1*
-------	---	---	-----------	-----	---	----

\* - Em havendo disponibilidade de novas bolsas para o SubProjeto, os candidatos subsequentes da lista de classificação poderão ser chamados

#### 9.1.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
<b>Atividade 1:</b> Analisar ferramentas e tecnologias utilizadas pela comunidade na área de Tecnologia da Informação (TI) para implementação de uma nuvem privada.	OE1	Entrega de relatório com levantamento de tecnologias e estudo comparativo.	Adquirir conhecimento sobre a melhor tecnologia a ser utilizada para a plataforma de nuvem ambiente de computação de alto desempenho.	

<b>Atividade 2:</b> Elaborar projeto de implementação de plataforma de computação em nuvem. Entregar ambiente de nuvem funcional para prova de conceito.	OE2	Entrega de projeto para verificação com o PO (Product Owner) do projeto para implementação de plataforma de computação em nuvem.	Entregar uma nuvem privada funcional para validar prova de conceito.	
<b>Atividade 3:</b> Elaboração e entrega de documentação.	OE3, OE4	Documento descritivo de projeto de implementação e arquitetura do ambiente entregue.		Processo de fluxo de dados atualizado

### 9.1.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre			
	2022		2023	
	1	2	1	2
Atividade 1		X	X	
Atividade 2		X	X	
Atividade 3		X	X	

### 9.1.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
Relatório detalhado sobre tecnologias de computação em nuvem	1,2	Relatório entregue.		X
Nuvem privada funcional para o ambiente de computação da COIDS.	3,4	Plataforma de nuvem funcional.	X	X

### 9.1.7 – Resultados Esperados

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
Relatório detalhado sobre tecnologias de computação em nuvem	1,2	Relatório entregue.		X
Nuvem privada funcional para o ambiente de computação da COIDS.	3,4	Plataforma de nuvem funcional.	X	X

### 9.1.8 - Recursos Solicitados

Bolsas:

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



	B	4.160,00	4	1*	R\$ 16.640,00
	C	3.380,00			
	D	2.860,00			
	E	1.950,00			
	F	900,00			
Total (R\$)					R\$ 16.640,00

\* - Em havendo disponibilidade de novas bolsas para o SubProjeto, os candidatos subsequentes da lista de classificação poderão ser chamados

#### **9.1.9 - Equipe do Projeto**

Ivan Márcio Barbosa  
Diego Mota Siqueira

#### **9.1.10 - Referências Bibliográficas**

- [1] OpenStack.org - <https://www.openstack.org/>  
[2] SciServer.org - <https://www.sciserver.org/>



## **Projeto 9: CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS**

**Subprojeto 9.2:** Desenvolvimento de produtos para o nowcasting utilizados a base de dados de descargas atmosféricas

### **9.2.1 – Introdução**

Nos últimos anos, eventos atmosféricos considerados severos têm recebido grande atenção da comunidade científica e governantes uma vez que estes eventos podem causar grande impacto nos diversos setores sociais e econômicos. A complexidade associada a previsão destes eventos aumenta o desafio em se desenvolver metodologias que permitam minimizar danos e salvar vidas. Um dos setores da economia mais afetados é o da energia elétrica. Segundo o Grupo de Eletricidade Atmosférica, descargas atmosféricas são responsáveis por um grande número de desligamentos das linhas de transmissão e distribuição de energia elétrica, além da queima de um número considerável de transformadores de distribuição. Dessa forma, o desenvolvimento de métricas que possibilitem identificar, rastrear e prever o deslocamento de sistemas convectivos eletricamente carregados minimizaria os danos causados à rede de transmissão de energia e conseqüentemente ao consumidor final.

Este projeto visa desenvolver métodos e processos para adquirir os dados de descargas atmosféricas, armazenar em banco e extrair de forma eficiente as informações necessárias para a inserção dos dados no algoritmo de identificação, rastreamento e previsão da trajetória de células de descargas atmosféricas. Uma vez implementadas as informações de descargas atmosféricas no algoritmo será possível analisar as previsões, bem como identificar a sua intensificação. Dados de redes de observações à superfície e por satélites serão utilizados para analisar e prever o deslocamento da atividade elétrica até uma linha de transmissão mais próxima.

Este subprojeto consta no Projeto 09 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 400077/2022-1, disponível na página do INPE. Está relacionado ao Termo de Abertura de Projeto **BIG** – TAP 01340.003548/2021-56 e ao Termo de Abertura de Projeto **MONAN** - TAP 01340.005344/2021-50.

### **9.2.2 - Objetivo Geral**

O objetivo geral do projeto 1 está vinculado diretamente às diretrizes estratégicas do INPE, conforme a sua descrição:

Desenvolver atividades de pesquisa e desenvolvimento nas áreas de meteorologia, climatologia, hidrologia, sensoriamento remoto da atmosfera, oceanografia e meio ambiente, com ênfase em técnicas de modelagem e de tratamento de observações da atmosfera, dos oceanos e da superfície.

Objetivo específico 6: Desenvolvimento de Produtos de Monitoramento e Previsão fazendo uso das pesquisas desenvolvidas para previsão de tempo e clima.

### **9.2.3 - Insumos**

### 9.2.3.1 – Custeio

Não há previsão de despesas de custeio

### 9.2.3.4 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/ nível	Meses	Quant
9.2.1	Profissional com graduação em Meteorologia, Tecnologia da Informação ou áreas afins e experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação		1	D-D	4	1

### 9.2.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas			
			Out	Nov	Dez	Jan
1. Desenvolvimento de códigos para a aquisição dos dados de descargas atmosféricas e armazenamento em banco de dados	6	Desenvolvimento de scripts.	Scripts iniciais	Aquisição dos dados		Relatório de resultados
2. Desenvolvimento de códigos para extração dos dados	6	Desenvolvimento de scripts.		Extração das informações necessárias		Relatório de resultados
3. Implementação inicial das informações de descargas atmosféricas no algoritmo	6	Desenvolvimento de scripts.			Identificação das células de descargas atmosféricas	Relatório de resultados

### 9.2.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre							
	Out. 2022		Nov. 2022		Dez. 2022		Jan. 2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2
1. Desenvolvimento de códigos para a recepção e armazenamento dos dados de raios	x	x						
2. Desenvolvimento de códigos para extração dos dados			x	x				
3. Implementação inicial das informações de descargas atmosféricas no algoritmo					x	x	x	x

### 9.2.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas			
			Out. 2022	Nov. 2022	Dez. 2022	Jan. 2023
Script para aquisição e armazenamento dos dados de descargas atmosféricas.	6	Número de scripts desenvolvidos	1	1		
Script para a extração dos dados	6	Número de anos de dados extraídos		5	5	5
Script para a implementação inicial no algoritmo de rastreamento	6	Número de células de descargas atmosféricas identificadas			10	10
Relatórios Produzidos	6	Número de relatórios		1		1

### 9.2.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo	Indicadores	Metas
------------	----------	-------------	-------



	Específico		Out. 2022	Nov. 2022	Dez. 2022	Jan. 2023
Novos scripts	6	- Números de scripts/software	1	1	2	
Novo rastreio com base nos dados de descargas atmosféricas	6	- Números de casos			5	5
Relatórios produzidos	6	- Número de relatórios		1		1

### 9.2.8 - Recursos Solicitados

Custeio:

Não serão alocados recursos para custeio.

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Mese s	Quantid ade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00			
	C	3.380,00			
	D	2.860,00	4	1	11.440,00
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					11.440,00

### 9.2.9 - Equipe do Projeto

Diego Enoré  
Kleber Naccarato  
Bolsista PCI-DD

## 9.2.10 - Referências Bibliográficas

Mostajabi, A., Finney, D.L., Rubinstein, M. et al. Nowcasting lightning occurrence from commonly available meteorological parameters using machine learning techniques. *npj Clim Atmos Sci* 2, 41 (2019).

<https://doi.org/10.1038/s41612-019-0098-0>

Zhou, K., Zheng, Y., Dong, W., & Wang, T. (2020). A Deep Learning Network for Cloud-to-Ground Lightning Nowcasting with Multisource Data, *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 37(5), 927-942. Retrieved Aug 4, 2022, from <https://journals.ametsoc.org/view/journals/atot/37/5/jtech-d-19-0146.1.xml>

Cintineo, J. L., Pavolonis, M. J., & Sieglaff, J. M. (2022). ProbSevere LightningCast: A Deep-Learning Model for Satellite-Based Lightning Nowcasting, *Weather and Forecasting*, 37(7), 1239-1257. Retrieved Aug 4, 2022, from <https://journals.ametsoc.org/view/journals/wefo/37/7/WAF-D-22-0019.1.xml>

Hong Wang, Dehui Chen, Jinfang Yin, Daosheng Xu, Guangfeng Dai, Luwen Chen,

An improvement of convective precipitation nowcasting through lightning data dynamic nudging in a cloud-resolving scale forecasting system, *Atmospheric Research*, Volume 242,

2020, 104994, ISSN 0169-8095,

<https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2020.104994>.

Farnell, C.; Rigo, T. The Lightning Jump Algorithm for Nowcasting Convective Rainfall in Catalonia. *Atmosphere* 2020, 11, 397.

<https://doi.org/10.3390/atmos11040397>

Xiao, X.; Qie, X.; Chen, Z.; Lu, J.; Ji, L.; Wang, D.; Zhang, L.; Chen, M.; Chen, M. Evaluating the Performance of Lightning Data Assimilation from BLNET Observations in a 4DVAR-Based Weather Nowcasting Model for a High-Impact Weather over Beijing. *Remote Sens.* 2021, 13, 2084.

<https://doi.org/10.3390/rs13112084>

North, J., Stanley, Z., Kleiber, W., Deierling, W., Gilleland, E., and Steiner, M.: A statistical approach to fast nowcasting of lightning potential fields, *Adv. Stat. Clim. Meteorol. Oceanogr.*, 6, 79–90, <https://doi.org/10.5194/ascmo-6-79-2020>,

2020

Eder P. Vendrasco, Luiz A.T. Machado, Carolina S. Araujo, Jean-François Ribaud, Rute C. Ferreira, Potential use of the GLM for nowcasting and data assimilation, *Atmospheric Research*, Volume 242, 2020, 105019,

<https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2020.105019>.

Sun, M., Liu, D., Qie, X., Mansell, E. R., Yair, Y., Fierro, A. O., Yuan, S., Chen, Z., and Wang, D.: Aerosol effects on electrification and lightning discharges in a



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES  
**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

multicell thunderstorm simulated by the WRF-ELEC model, *Atmos. Chem. Phys.*, 21, 14141–14158, <https://doi.org/10.5194/acp-21-14141-2021>, 2021



## **Projeto 9: CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS**

**Subprojeto 9.3:** Realizar estudo de casos de eventos meteorológicos relevantes sobre a América do Sul

### **9.3.1 – Introdução**

A previsão das condições de tempo e de clima com antecedência de horas, dias e de alguns meses é um dos grandes desafios enfrentados. No entanto, este desafio tem sido vencido utilizando modelos numéricos de previsão de tempo ou de clima, cada vez mais precisos com ajuda de dados observados, tais como de estações meteorológicas, satélites e de outras fontes. Em meados da década de 1980, começou a implantação do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) no INPE, com o objetivo de operacionalizar a Previsão Numérica de Tempo (PNT) e de clima e melhorar a destreza das previsões de tempo de curto prazo e as climáticas.

Para que o desenvolvimento dos modelos numéricos continue é importante analisar as condições atmosféricas associadas a eventos meteorológicos relevantes sobre a América do Sul (foco deste projeto), assim como sua energética. Com base nessas análises pode-se prover meios de comparar os diferentes modelos numéricos que são rodados operacionalmente no INPE, aferindo regiões e eventos em que os modelos tenham melhor acurácia individual, e classificando-os para o uso dos parceiros e interessados em dados de modelos numéricos. Sendo assim, faz-se necessário o desenvolvimento de uma suíte de códigos e de produtos para o acompanhamento de eventos relevantes.

Para as análises serão utilizados produtos de estimativas de satélites, dados observados e combinações, dados de reanálise providos pelo European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) e do modelo americano Global Forecast System (GFS) e campos gerados pelos modelos de PNT em uso no INPE.

Deste modo faz-se necessária o desenvolvimento de novos scripts e software para que novas metodologias possam ser implementadas na rotina operacional do estudo de casos de eventos atmosféricos relevantes.

Este projeto está relacionado ao Termo de Abertura de Projeto **MONAN** – TAP 01340.005344/2021-50.

### **9.3.2 - Objetivo Geral**

O objetivo geral do projeto está vinculado diretamente às diretrizes estratégicas do INPE, conforme a sua descrição:



Realizar estudo de casos de eventos meteorológicos relevantes sobre a América do Sul, focando na análise sinótica, análise de campos gerados pelos modelos de PNT do INPE e energética dos distúrbios atmosféricos.

Objetivo específico 1: Desenvolvimento de scripts e softwares para o monitoramento das condições atmosféricas tanto para dados observados (análises numéricas) e de PNT.

Objetivo específico 2: Selecionar os casos a serem estudados, definir e gerar os campos meteorológicos que são do interesse, gerar campos usando as saídas dos modelos de PNT operacionais do INPE.

### 9.3.3 - Insumos

#### 9.3.3.1 – Custeio

Não há previsão de despesas de custeio

#### 9.3.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quant
9.3.1	Profissional com graduação em Meteorologia, Tecnologia da Informação ou áreas afins, com 5 (cinco) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação após a obtenção do diploma de nível superior ou com grau de mestre		1	D-C	4	1

### 9.3.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas			
			Out	Nov	Dez	Jan



1. Análise Sinótica dos Casos de Eventos Meteorológicos	2	Análise Sinótica dos Casos de Eventos Meteorológicos	Seleção dos casos para estudo e análise sinótica	Seleção dos casos para estudo e análise sinótica	Seleção dos casos para estudo e análise sinótica	Seleção dos casos para estudo e análise sinótica
2. Aplicação do método de cálculo de Energética, nos casos selecionados	2	Aplicação do método de cálculo de Energética, nos casos selecionados	Conhecer o software e de energética, método implementado e a forma de utilização	Comparação da energética dos diferentes modelos	programação dos volumes de integração para os cálculos	Rodar os cálculos e avaliar resultados
3. Desenvolvimento de códigos para análise de campos em altos, baixos e médio níveis usando análise/reaanálise numéricas	1	Desenvolvimento de avaliações.	Desenvolvimento de scripts e software para os campos atmosféricos	Geração dos campos em altos, baixos e médios níveis.	Geração dos campos em altos, baixos e médios níveis.	Relatório de resultados da análise das condições atmosféricas.

### 9.3.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre								
	Out. 2022		Nov. 2022		Dez. 2022		Jan. 2023		
	1	2	1	2	1	2	1	2	

1. Análise Sinótica dos Casos de Eventos Meteorológicos	x	x	x	x	x	x	x	x
2. Aplicação do método de cálculo de Energética, nos casos selecionados	x	x	x	x	x	x	x	x
3. Desenvolvimento de códigos para avaliação de campos em altos níveis usando análise/reanálise.	x	x	x	x	x	x	x	x

### 9.3.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas			
			Out. 2022	Nov. 2022	Dez. 2022	Jan. 2023
Scripts para gerar campos meteorológicos	1	Número de scripts desenvolvidos	3	3	3	3
Campos espaciais e verticais de variáveis meteorológicas	2	Número de campos desenvolvidos	2	2	1	1
Campos espaciais dos termos da equação da energia cinética	2	Número de campos desenvolvidos	2	2	2	2
Relatórios Produzidos	2	Número de relatórios	1	1	1	1

### 9.3.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas			
			Out. 2022	Nov. 2022	Dez. 2022	Jan. 2023
Novos produtos disponíveis	2	- Números de produtos	8	6	9	2



Relatórios produzidos	2	- Número de relatórios	1	1	1	1
-----------------------	---	------------------------	---	---	---	---

### 9.3.8 - Recursos Solicitados

Custeio:

Não serão alocados recursos para custeio.

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Mese s	Quantid ade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00			
	C	3.380,00	4	1	13.520,00
	D	2.860,00			
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					13.520,00

### 9.3.9 - Equipe do Projeto

Manoel Gan  
Sérgio Henrique Ferreira  
Marley Cavalcante de Lima Moscati  
Marcelo Barbio  
José Alberto Ferreira  
Bolsista PCI-D

### 9.3.10 - Referências Bibliográficas

Orlanski I, Katzfey J. The life cycle of a cyclone wave in the Southern Hemisphere. 1. Eddy energy budget. **Journal of the Atmospheric Sciences**, vol. 48, p. 1972–1998, 1991.

## **Projeto 10:** PROJETO INTEGRADOR PARA MUDANÇAS AMBIENTAIS

**Subprojeto 10.1:** Desenvolvimento de aplicações em *groupware* para subsídio à processos colaborativos baseado em indicadores e análise da capacidade adaptativa em múltiplas escalas

### **10.1.1 – Introdução**

Dentre as várias ações de pesquisas realizadas na Divisão de Impactos, Adaptações e Vulnerabilidade da CGCT, destacam-se diversos esforços colaborativos no desenvolvimento de arcabouços computacionais de modelagem dos diferentes componentes do Sistema Terrestre, assim como parametrização de modelos existentes.

O Projeto atual denominado “*Projeto integrador do DIIAV para mudanças ambientais*” (Processo SEI **01340.001287/2022-11**) tem como objetivo desenvolver estudos ambientais e socioeconômicos com base em três grandes eixos estruturantes: Sistemas de Observação, Modelagem e Diagnósticos e Cenários, objetivando responder problemas transversais, como os de segurança hídrica, alimentar e energética do Brasil. Estes objetivos estão alinhados ao **Objetivo Estratégico 19 do Plano Diretor do INPE 2022-2026**, pesquisas que busquem aprofundar as bases em pesquisas de síntese, no contexto do sistema terrestre, considerando a multidimensionalidade de seus fenômenos, a consequente e indissociável interdisciplinaridade de seus estudos, e a busca por uma perspectiva transdisciplinar, em direção a uma ciência orientada a soluções. Este subprojeto se insere no escopo do **Projeto 10 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 400077/2022-1**, disponível na página do INPE.

Como uma das ferramentas para o diagnóstico e cenários sobre impactos ambientais e capacidade adaptativa institucional da DIIAV, o Sistema MonitoraEA vem sendo desenvolvido desde 2016 como um framework estruturado a partir de dois pilares: a construção de indicadores específicos para monitorar e avaliar diferentes dimensões de enfrentamento das questões socioambientais (políticas, programas e projetos) e estratégias de engajamento e colaboração social, mediada por interfaces tecnológicas. O projeto tem como premissa básica a centralidade da atuação coletiva e colaborativa - multi/policêntrica (Ostrom, 2010) – a partir de uma perspectiva *bottom-up*, como estratégias centrais para a construção de capacidade adaptativa institucional, no contexto do enfrentamento às questões socioambientais e da transição para a sustentabilidade (Köhler, et al, 2019; Scoones, et al., 2016; Avelino et al., 2016; Meadowcroft, 2011).

A principal característica do arcabouço é a flexibilidade, tanto para lidar com políticas e projetos geridos por instituições de diferentes segmentos e escalas de atuação, quanto na composição dos grupos de trabalho, suas regras e acordos internos, na perspectiva da ação coletiva e colaborativa. Desta forma, o projeto está inserido do campo emergente e interdisciplinar conhecido pela sigla CSCW - *Computer Supported Cooperative Work* (Elis et al., 1991; Grudin, 1994) e nos desenvolvimentos em *groupware* (Kaufmann, 1995).

Os desenvolvimentos já realizados e os necessários ao aperfeiçoamento do sistema passam necessariamente pela busca de soluções que considerem o papel das estratégias tecnológicas como subsídios ao engajamento social e participação, em específico, direcionado ao fortalecimento de políticas, programas e projetos ambientais comprometidos com a ampliação da capacidade adaptativa e a geração de impactos positivos e sinérgicos. Neste sentido, destaca-se que, embora a base tecnológica seja central, ela é integralmente modulada por aspectos político-institucionais, sociológicos-psicológicos, ou seja, em um ambiente essencialmente interdisciplinar.

O sistema vem sendo construído incrementalmente, a partir de demandas de gestores e usuários. Em articulação com a ANPPEA – Articulação Nacional de Políticas Públicas de Educação Ambiental, o sistema foi oficialmente reconhecido dentro do ProNEA (2018), como um elemento estruturante dentro da linha de ação 5 – monitoramento e avaliação de políticas, programas e projetos de educação ambiental, em linha com a PNEA – Política Nacional de Educação Ambiental (Lei 9.795/1999). Atualmente, além de dar sustentação à plataforma brasileira de monitoramento e avaliação de políticas públicas de educação ambiental, o Sistema MonitoraEA subsidia a plataforma de monitoramento e avaliação de projetos para a Zona Costeira de Marinha do Brasil (PPPZCM), em articulação com os projetos TerraMar e GEF Mar, iniciativas do Ministério do Meio Ambiente em parceria com o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio).

A depender de possível prorrogação deste ou apoio de novos projetos, deverão ser incorporados ao sistema funcionalidades de Social Network Analysis (SNA) e de modelagem de redes (ERGM), de forma a diagnosticar e modelar conexões e sinergias que viabilizem impactos positivos em territórios monitorados pelo sistema, ampliando o espectro de atuação do arcabouço, com possibilidade de expansão e incorporação de novos temas relacionados à capacidade adaptativa institucional frente às mudanças ambientais.

### **10.1.2 - Objetivo Geral**

O objetivo geral do projeto está vinculado às diretrizes estratégicas da instituição, especificamente ao Objetivo Específico 3 do Projeto 10 PCI 2018-2023, número 400077/2022-1: Contribuir para a construção e consolidação de redes integradas e inovadoras para coleta de dados ambientais.

Este objetivo contempla as seguintes atividades:

- Realizar análises multi e transdisciplinares, aproveitando dados relevantes produzidos pelas pesquisas do COCST (atual DIIAV) e do INPE, de modo a acompanhar de forma sistemática a conjuntura nacional e internacional das mudanças ambientais e das políticas de gestão territorial e/ou relacionadas a mudanças ambientais, em todas as suas dimensões: técnico-científicas e sócio-políticas; buscando um desenvolvimento sustentável que concilie o bom funcionamento das esferas econômica, social e ambiental.

Associado ao objetivo geral, propõe-se neste subprojeto os seguintes objetivos específicos:

Objetivo Específico 1: Avaliar e propor aprimoramentos nas ferramentas de colaboração mediada por sistemas computacionais nas plataformas do sistema MonitoraEA, considerando suas especificidades;

### 10.1.3 - Insumos

#### 10.1.3.1 – Custeio

Para a demanda atual, considerando bolsas de 4 meses, não se pleiteia valores de custeio.

Entretanto o Projeto PCI Biomas BR vislumbra a necessidade de a) apoiar a participação de integrantes da equipe do projeto em estágios, cursos ou visitas no País, para aquisição de conhecimentos específicos e necessários ao desenvolvimento do projeto; b) possibilitar a participação de consultores ou instrutores especializados, brasileiros ou estrangeiros, como forma de complementação da competência das equipes.

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

#### 10.1.3.2 – Bolsas

Descrever a necessidade de agregação de especialistas, pesquisadores e técnicos, com vistas à execução dos objetivos específicos do projeto, bem como, o quantitativo de bolsas PCI por nível necessário à inclusão destes recursos humanos.

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria / nível	Meses	Quant
10.1.1	Profissional com diploma de nível superior em Tecnologia da Informação, Ciências da Computação, ou áreas afins, 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	Conhecimento em Javascript, React, Node.js/Express, construção e organização de componentes; PostgreSQL, PostGis	1 e 2	D-A	4	1

### 10.1.4 - Atividades de Execução

Para atingir o objetivo geral e os objetivos específicos do projeto, as seguintes atividades são necessárias:

1. Sistematização da literatura de base e de experiências correlatas;
2. Familiarização com as ferramentas e as plataformas do sistema MonitoraEA;
3. Proposição de aprimoramentos nas ferramentas de colaboração mediada por sistemas computacionais nas plataformas do sistema MonitoraEA.

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
1	1	Relatório técnico de sistematização	x	
2	1	Definição de breve plano de alternativas preliminares	x	
3	1	Documentação com a proposição de ajustes e novas funcionalidades	x	x

### 10.1.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Meses			
	1	2	3	4
Atividade 1	x	x		
Atividade 2	x	x	x	
Atividade 3			x	x

### 10.1.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
Implementação de aprimoramentos em ferramentas de colaboração	1	Documentação com a proposição de ajustes e novas funcionalidades	X	X

### 10.1.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
Versão atualizada das ferramentas de colaboração	1	Documentação com a proposição de ajustes e novas funcionalidades	X	X

### 10.1.8 - Recursos Solicitados



Custeio:

Recursos de custeio destinados exclusivamente a diárias e passagens com o objetivo de:

a) apoiar a participação de integrantes da equipe do projeto em estágios, cursos ou visitas no País, para aquisição de conhecimentos específicos e necessários ao desenvolvimento do projeto;

b) possibilitar a participação de consultores ou instrutores especializados, brasileiros ou estrangeiros, como forma de complementação da competência das equipes.

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

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00	4	1	20.800,00
	B	4.160,00			
	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\$)					20.800,00

#### 10.1.9 - Equipe do Projeto

Evandro Albiach Branco (DIIAV)  
Gustavo Felipe Balué Arcoverde (DIIAV)

#### 10.1.10 - Referências Bibliográficas

Avaliação de Políticas Públicas: Guia Prático de Análise Ex Ante, volume 1, IPEA, 2018.

AVELINO, F. et al. The politics of sustainability transitions. Journal of Environmental Policy and Planning, v. 18, n. 5, p. 557–567, 2016.

ELLIS, C. A., GIBBS, S. J. and REIN, G. L. (1991). Groupware: Some Issues and Experiences, 1991. Communications of the ACM, 34(1), 39-58.



GRUDIN, J. (1994). Computer-Supported Cooperative Work: History and Focus. *IEEE Computer*, 27(5), 19-25.

KAUFMANN, M. Chapter 11 - Groupware and Computer-Supported Cooperative Work. In: *Interactive Technologies, Readings in Human-Computer Interaction*. Editors: Ronald M. Baecker, Jonathan Grudin, William A.S. Buxton, Saul Greenberg. 1995, Pages 741-753, ISBN 9780080515748, <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-051574-8.50077-7>.

KÖHLER, J. et al, 2019; SCOONES, I. et al., 2016; MEADOWCROFT, J, 2011.

KÖHLER, J. et al. An agenda for sustainability transitions research: State of the art and future directions. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, v. 31, n. January, p. 1–32, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eist.2019.01.004>.

MEADOWCROFT, J. Engaging with the politics of sustainability transitions. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, v. 1, n. 1, p. 70–75, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.eist.2011.02.003>.

OSTROM, Elinor. Polycentric Systems for Coping with Collective Action and Global Environmental Change, in *Global Environmental Change*, num. 20, 550-557, 2010.

SCOONES, I. et al. Transformations to sustainability: combining structural, systemic and enabling approaches. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, v. 42, p. 65–75, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2019.1>