



MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INOVAÇÕES



**EDITAL N° 42/2022/SEI-INPE**  
**Chamada Pública 01/2022**  
**Programa de Capacitação Institucional - PCI**

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

**1 – Objeto**

A presente Chamada tem por finalidade a seleção de especialistas, pesquisadores, tecnologistas 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 algoritmos indicadores de qualidade de água no MAPAQUALI	DB	São José dos Campos
1.2.1	Caracterização bio-óptica e meteoceanográfica da Bacia de Santos por satélite	DB	São José dos Campos

1.3.1	Desenvolvimento da plataforma de compartilhamento de dados e produtos de qualidade de água	DD	São José dos Campos
2.1.1	Automatização de Atividades para a Análise de Lixo Espacial de Dinâmica de Voo e Controle de Órbita de Satélites	DA	São José dos Campos
2.2.1	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	DB	Cuiabá (MT)
2.3.1	Desenvolvimento e planejamento das atividades do ambiente operacional dos satélites controlados pela equipe operacional do Centro de Controle de Satélites (CCS) do INPE	DB	São José dos Campos
3.1.1	3PST - Sistema de Gestão do Portfólio Institucional	DA	São José dos Campos
3.2.1	Formulação do Programa Gestão Mais INPE	DA	São José dos Campos
4.1.1	Caracterização de Materiais Absorvedores de Radiação Eletromagnética (MARE) em Ensaio Eletromagnéticos de Propagação em Espaço Livre	DB	São José dos Campos
4.2.1	Caracterização e Produção de Cerâmicas de Alta Temperatura, Ensaio Eletromagnético (Sistemas Guiados) e Avaliação em Ambiente	DB	São José dos Campos

	de Macrogravidade com controle de Temperatura		
4.3.1	Desenvolvimento, síntese e caracterização, do conjunto eletrodo, membrana eletrodo (MEA), de uma célula a combustível alcalina a etanol direto (ADEFC)	DA	São José dos Campos
4.4.1	Estudo e proposta de política de gerenciamento de dados em escala de terabytes e petabytes	DA	São José dos Campos
4.5.1	Desenvolvimento de catalisador para decomposição de peróxido de hidrogênio nas condições adequadas para avaliação em protótipo de propulsor 2N	DB	São José dos Campos
5.1.1	Modelagem de correntes geomagneticamente induzidas em redes de transmissão de energia elétrica usando modelos 3D de condutividade elétrica do interior da Terra	DB	São José dos Campos
5.2.1	Desenvolvimento e testes da instrumentação do radiotelescópio BINGO	DB	São José dos Campos
5.3.1	Desenvolvimento, testes de validação e aplicação do software de redução de dados do instrumento SPARC4	DB	São José dos Campos
6.1.1	Projeto CITAR-INPE	DB	São José dos Campos
6.2.1	Projeto COTS-INPE	DC	São José dos Campos

6.3.1	Estação Terrena para Plataforma Multimissão	DD	São José dos Campos
6.4.1	Integração e operacionalização de Laboratório para pesquisa, desenvolvimento, caracterização, verificação e validação em controle de veículos espaciais	DD	São José dos Campos
6.5.1	Estudo de tubos de calor avançados; pré-montagem e testes preliminares da réplica laboratorial do experimento TUCA	DD	São José dos Campos
7.1.1	Aprendizado de máquina ( <i>ML-machine learning</i> ) utilizando classificação pelo algoritmo <i>Random Forest – RF</i> com sensores ópticos no monitoramento do Bioma Pampa	DB	Santa Maria (RS)
7.2.1	Estruturação da Base de Dados de Ozônio sobre o Brasil e Estação Antártica Comandante Ferraz	DB	Santa Maria (RS)
7.3.1	Geotecnologias Aplicadas à Análise da Dinâmica de Uso e Ocupação do Solo no Bioma Caatinga	DD	Natal (RN)
7.4.1	Mapeamento da dinâmica dos Espelhos d'água dos Principais Reservatórios do Nordeste	DD	Natal (RN)
8.1.1	Desenvolvimento de processos para qualificação de componentes eletrônicos comerciais para aplicação em nanossatélites e <i>cubesats</i>	DD	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 das interfaces elétricas e mecânicas: implementações, requisitos e desempenho elétrico	DD	São José dos Campos
8.4.1	Especificação do Sistema de Software e das Plataformas de Desenvolvimento para o Sistema de Aquisição de Dados Usando IoT e Soc	DD	São José dos Campos
8.4.2	Especificação do Sistema de Software e das Plataformas de Desenvolvimento para o Sistema de Aquisição de Dados Usando IoT e Soc	DD	São José dos Campos
8.5.1	Desenvolvimento do Setup Mecânico do Sistema Modular Utilizando Lâmpadas Infravermelhas, para Imposição de Cargas Térmicas Orbitais em Sistemas Espaciais	DB	São José dos Campos
8.6.1	Estudo de ampliação da faixa de frequências associadas à calibração de medidas de capacitância elétrica	DE	São José dos Campos
8.7.1	Desenvolvimento de dispositivos e componentes mecânicos para aplicações espaciais e instrumentação laboratorial	DC	São José dos Campos
8.8.1	Estudos para desenvolvimento de automação	DC	São José dos Campos

	do sistema de calibrações de alto-vácuo		
8.9.1	Estudos para desenvolvimento de atividades de calibração de sistemas aplicados em Telecomunicações Ópticas e melhorias voltadas para atividades em Metrologia de Alta Frequência	DC	São José dos Campos
9.1.1	Desenvolvimento de produtos para a avaliação dos modelos numéricos	DD	Cachoeira Paulista
9.2.1	Desenvolvimento de sistemas para disponibilização de dados e produtos numéricos de modelos, satélites e radares meteorológicos e outros	DD	Cachoeira Paulista
9.3.1	Calibração de dados de radar para uso em assimilação de dados aplicada a modelagem numérica	DC	Cachoeira Paulista
9.4.1	Estudo da variabilidade de propriedades óticas e biogeoquímicas na costa Brasileira a partir de produtos de satélite de cor do oceano dos sensores VIIRS-SNPP e VIIRS-JPSS-1 (NOAA-20), e as implicações para a modelagem de processos biogeoquímicos	DC	Cachoeira Paulista
9.5.1	Implementação de ambiente de computação em nuvem para supercomputação	DB	Cachoeira Paulista
10.1.1	Aprimoramento de modelos computacionais de transferência radiativa através de diagnóstico de imagens satelitais	DB	São José dos Campos

10.2.1	Desenvolvimento de aplicações em <i>groupware</i> para subsídio à processos colaborativos baseado em indicadores e análise da capacidade adaptativa em múltiplas escalas	DA	São José dos Campos
10.3.1	Implementação e aperfeiçoamento do sistema Moodle para a promoção da Extensão, Capacitação e Disseminação do Conhecimento	DD	São José dos Campos

## 1.2 – Do detalhamento dos projetos:

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

## 2 – Cronograma

FASES	DATA
Inscrições	de 04/07/2022 a 10/07/2022
Prazo para impugnação da Chamada	Até 06/07/2022
Divulgação preliminar das inscrições homologadas	18/07/2022
Prazo para interposição de recurso administrativo das inscrições homologadas	20/07/2022

<b>Divulgação final das inscrições homologadas</b>	<b>22/07/2022</b>
<b>Divulgação do resultado preliminar</b>	<b>A partir de 03/08/2022</b>
<b>Prazo para interposição de recurso administrativo do resultado preliminar</b>	<b>05/08/2022</b>
<b>Resultado final (a ser ratificado pelo CNPq após indicação do bolsista na plataforma integrada Carlos Chagas)</b>	<b>Até dia 09/08/2022</b>

### **3 – Critérios de Elegibilidade**

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

**3.2** – Quanto ao Proponente:

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

**3.2.1.1** – Bolsa PCI-D

- a) Ser brasileiro ou estrangeiro residente e em situação regular no País;
- b) ter seu currículo cadastrado na Plataforma Lattes, **atualizado em abril/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\$ R\$ 806.650,00 (oitocentos e seis mil, seiscentos e cinquenta reais), oriundos do orçamento do Ministério da Ciência Tecnologia, Inovações - MCTI.

## 5 – Itens Financiáveis

### 5.1 – Bolsas

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

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

## 6 – Submissão da Proposta

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

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

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

**6.3** – Esclarecimentos e informações adicionais acerca desta Chamada podem ser obtidos pelo endereço eletrônico [pci.programa@inpe.br](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.

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

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

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

## **7 – Julgamento**

### **7.1 – Critérios do Julgamento**

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

<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 proposta será aferida pela média ponderada das notas atribuídas para cada item.

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

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

## **7.2 – Etapas do Julgamento**

### **7.2.1 – Etapa I – Análise pela Comissão de Pré-Enquadramento**

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

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

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

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

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

**7.2.2.3** – Todas as propostas avaliadas serão objeto de parecer de mérito consubstanciado, contendo a fundamentação que justifica a pontuação atribuída. A Comissão de Mérito poderá realizar entrevistas com todos candidatos inscritos para um mesmo subprojeto, caso julgue necessário.

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

**a) aprovação;** ou

**b) não aprovação.**

**7.2.2.5** – O parecer da Comissão de Avaliação de Mérito será registrado em Planilha de Julgamento, contendo a relação das propostas recomendadas e não recomendadas por projeto, com as respectivas pontuações finais, assim como outras informações e recomendações pertinentes.

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

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

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

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

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

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

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

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

**8.1** – A relação de todas as propostas julgadas, aprovadas e não aprovadas, será divulgada na página eletrônica do INPE, disponível na Internet no endereço [www.inpe.br/pci](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 de proposta do mesmo proponente, para mais de um projeto, caberá ao coordenador do Subprograma de Capacitação Institucional indicar o projeto a ser atendido.

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

### **13 – Da Avaliação**

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

### **14 – Impugnação da Chamada**

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

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

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

### **15 – Validade da Chamada Pública e Projetos**

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

**15.2** – Todos os projetos desta Chamada Pública têm vigência de 5 meses, em decorrência da disponibilidade de recursos financeiro. Em havendo disponibilidade de recursos financeiros, a partir de fevereiro de 2023, parte ou o total das bolsas, descritas neste Edital, poderão ser prorrogadas até 31/12/2023.

### **16 – Disposições Gerais**

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

**16.2** – A qualquer tempo, a presente Chamada poderá ser revogada ou anulada, no todo ou em parte, seja por decisão unilateral da Direção do INPE, seja por motivo de interesse público ou exigência legal, em decisão fundamentada, sem que isso implique direito à indenização ou reclamação de qualquer natureza.

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

Clezio Marcos De Nardin  
Diretor do INPE



Documento assinado eletronicamente por **Clezio Marcos De Nardin, Diretor do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**, em 01/07/2022, às 17:19 (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 **10118438** e o código CRC **B00923B5**.





# Anexo I do Edital Nº 42/2022

**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) **2018-2023**, 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 formado em Ciências da Computação, 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 em áreas correlatas, há, no mínimo, 4 (quatro) anos.	Desenvolvimento de sistemas em Python, familiaridade com desenvolvimento WEB e banco de dados	1,2,3,4	PCI-DB	5	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	5
-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

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

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

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

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas
			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	5	4.160,00	20800,00
	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\$)					20800,00

### 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 1:** Pesquisa e Desenvolvidos com Base em Dados de Sensoriamento Remoto Aplicados à Caracterização e Monitoramento de Ecossistemas do Território Nacional

### **Subprojeto 1.2:** Caracterização bio-óptica e meteoceanográfica da Bacia de Santos por satélite.

#### **1.2.1 – Introdução**

O sistema pelágico é o compartimento marinho responsável pelo início do fluxo de energia na base da teia alimentar [1]. Estudar a dinâmica espacial das condições físico-químicas e a resposta das populações planctônicas a essas forçantes ambientais é o primeiro passo para se compreender a estrutura e o funcionamento do ecossistema marinho, desde a base até os níveis tróficos superiores [2]. O ecossistema pelágico é complexo e dinâmico do ponto de vista físico-químico e biológico, de tal modo que todos os seus componentes ambientais e bióticos devem ser abordados com técnicas e metodologias amostrais distintas de acordo com objetivos específicos. O estudo do sistema pelágico da Bacia de Santos (BS) está setorizado em projetos cujos objetivos, estratégias amostrais e metodologias de análise laboratorial envolvem a coleta e análise de parâmetros físico-químicos, biogeoquímicos e biológicos, os quais são conduzidos por equipes especializadas com cronogramas simultâneos e complementares. Os resultados obtidos por cada linha de pesquisa devem ser utilizados na modelagem ecossistêmica, gerando uma visão integrada dos processos biogeoquímicos na região de estudo.

A Bacia de Santos ocupa uma área de aproximadamente 350 mil km<sup>2</sup> da margem continental sudeste-sul brasileira entre os paralelos 23° e 28°S. O limite norte é o Alto de Cabo Frio, no Cabo de São Tomé (22,1°S e 41°W), adjacente ao limite Sul da bacia de Campos, e o limite sul é o Alto de Florianópolis, junto à bacia de Pelotas, no Cabo de Santa Marta (28.55°S e 48,47°W). O limite oeste é dado pelas Serra do Mar e da Mantiqueira e pelo Maciço da Carioca. A leste, a Bacia de Santos está em continuidade estrutural e estratigráfica com o platô de São Paulo [3]. Nosso projeto se propõe a caracterizar a distribuição espaço-temporal das propriedades bio-ópticas e suas relações com propriedades biogeoquímicas no habitat pelágico da BS através do sensoriamento remoto.

O INPE, através do laboratório multiusuário de Monitoramento Oceânico por Satélites (MOceanS), da Divisão de Observação da Terra e Geoinformática, da Coordenação-Geral de Ciências da Terra, possui experiência reconhecida no país e no exterior na área de sensoriamento remoto do oceano. Neste contexto, problemas relacionados à compreensão do clima atual e suas mudanças futuras, ao gerenciamento de recursos hídricos e à conservação da biodiversidade são abordados com ferramentas capazes de integrar a física, a química e a biologia das águas interiores e dos oceanos com a atmosfera. Destaca-se o uso integrado de dados de satélites e dados coletados in situ a bordo de navios. A agenda científica busca colaborar com discussões de cenários nacionais de tomada decisão sobre políticas nacionais de C&T. Destacam-se as negociações internacionais sobre as mudanças climáticas, as



metas internacionais assumidas na Convenção da Biodiversidade, o papel da observação da Terra para a Agenda 2030 da ONU, em especial os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 6 (Água) e 14 (Vida na Água), e para o Marco de Sendai para redução do risco de desastres, particularmente para a zona costeira e oceano em geral. Apoiamos significativamente a formação de recursos humanos na área de geociências, incluindo o sensoriamento remoto, oceanografia, meteorologia, limnologia e áreas afins, em nível de Iniciação Científica, Mestrado e Doutorado. Apoiamos a concepção, processamento e desenvolvimento de aplicações dos satélites ambientais de sensoriamento remoto do Programa Espacial Brasileiro e esforços de validação e aplicações de missões internacionais. Contribuímos com instituições de ensino e pesquisa nacionais e internacionais de modo a consolidar os grupos de pesquisa nos estudos dos processos da hidrosfera através de dados observacionais e sensoriamento remoto.

Este subprojeto consta no Projeto 01 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 01340.001683/2022-48.

### **1.2.2 - Objetivo Geral**

O **Objetivo Geral** deste projeto consiste em caracterizar a distribuição espaço-temporal das propriedades bio-ópticas e suas relações com propriedades biogeoquímicas no habitat pelágico da Bacia de Santos através de sensoriamento remoto.

Está vinculado a objetivos do Projeto Pesquisa e Desenvolvidos com Base em Dados de Sensoriamento Remoto Aplicados à Caracterização e Monitoramento de Ecossistemas do Território Nacional, como seguem:

1. Realizar pesquisas para análise ambiental dos biomas brasileiros incluindo os sistemas continentais e oceânicos, estudos de mudanças globais e seus impactos na sociedade.
2. Desenvolver metodologias para extração de informações de dados dos satélites de observação da Terra visando diferentes aplicações incluindo Recursos Naturais Renováveis e Não renováveis. Estudos Oceanográficos, Mudanças Globais, Biodiversidade, entre outros.

Apresentam-se a seguir os objetivos específicos:

**Objetivo Específico 1:** Caracterizar a distribuição espaço-temporal das propriedades bio-ópticas e suas relações com propriedades biogeoquímicas no habitat pelágico da região de estudo em diferentes períodos sazonais (verão e inverno).

**Objetivo Específico 2:** Descrever as condições meteoceanográficas da região de estudo com base em produtos de sensoriamento remoto, durante duas campanhas oceanográficas, contextualizando em relação à variabilidade ambiental em escalas sazonal e interanual com base em séries históricas.

**Objetivo específico 3:** Analisar o desempenho de produtos de sensoriamento remoto da cor do oceano para a estimativa de propriedades bio-ópticas e biogeoquímicas em relação a medidas in situ.





**Objetivo específico 4:** Integrar os parâmetros estudados a outros parâmetros avaliados por outros grupos de pesquisa participantes do estudo integrado da Bacia de Santos, através de análises estatísticas.

### 1.2.3 - Insumos

#### 1.2.3.1 – Custeio

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

#### 1.2.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria /nível	Meses	Quant
1.2.1	Profissional com formação em Sensoriamento Remoto 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.	Sensoriamento remoto do oceano	1	D-B	5	1

### 1.2.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas
			2022/2023
Atividade 1. Processar dados bio-ópticos e radiométricos in situ.	1	Indicador 1. Planilha com os dados in situ processados.	Sistematizar um banco de dados com as variáveis in situ analisadas.

Atividade 2. Processar imagens de satélites nas faixas do visível, infravermelho e microondas nas datas de amostragem in situ.	1,2	Indicador 2. Produtos de sensoriamento remoto da cor do oceano, temperatura da superfície do mar, vento na superfície do mar e altura da superfície do mar.	Caracterizar a distribuição da concentração de clorofila-a, temperatura, vento e altura da superfície do mar na região e períodos de estudo.
Atividade 3.	2	Indicador 3. Séries temporais de produtos de sensoriamento remoto do oceano.	Caracterizar a variabilidade espacial e temporal de variáveis meteoceanográficas estimadas por satélite.
Atividade 4. Comparar estatisticamente as estimativas por satélite com medidas in situ.	3	Indicador 4. Planilhas e gráficos comparativos.	Avaliar o desempenho das estimativas por satélite das variáveis concentração de clorofila-a e temperatura na superfície do mar.
Atividade 5. Integrar dados in situ e produtos de satélite com outros dados e produtos de colaboradores externos.	4	Indicador 5. Planilhas e base de dados formatada de acordo com a arquitetura do banco de dados do projeto.	Sistematizar os dados e produtos de satélite em formato aceito pelo banco de dados do projeto.

### 1.2.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Meses				
	2022				2023
	1	2	3	4	5
Atividade 1	x	x	x	x	x
Atividade 2	x	x	x		
Atividade 3		x	x	x	x
Atividade 4				x	x
Atividade 5					x

### 1.2.6 – 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
			2022/2023

Produto 1	1,2	Indicador 1	Processar os dados radiométricos e bio-ópticos in situ e disponibilizar planilha de dados.
Produto 2	1,2	Indicador 2	Processar imagens de satélites dos períodos de amostragem in situ e disponibilizar banco de imagens.
Produto 3	2	Indicador 3	Gerar séries temporais de produtos de sensoriamento remoto do oceano e disponibilizar banco de imagens.
Produto 4	3	Indicador 4	Avaliar o desempenho de estimativas por satélite.
Produto 5	4	Indicador 5	Disponibilizar a base de dados in situ e produtos de satélite em formato compatível com o banco de dados do projeto.

### 1.2.7 – Resultados Esperados

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

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas
			2022/2023
Resultado 1	1	Indicador 1. Caracterização bio-óptica	Apresentar relatório sobre a caracterização da distribuição espaço-temporal das propriedades bio-ópticas em diferentes períodos sazonais.
Resultado 2	2	Indicador 2. Contextualização meteoceanográfica	Apresentar relatório sobre a contextualização meteoceanográfica em escalas sinóptica, sazonal e interanual.
Resultado 3	3	Indicador 3. Avaliação de desempenho das estimativas por satélite.	Apresentar relatórios sobre o desempenho de estimativas por satélite de variáveis meteoceanográficas de interesse.
Resultado 4	4	Indicador 4. Banco de dados in situ e de imagens	Disponibilizar a base de dados in situ e produtos de sensoriamento remoto em formato compatível com o banco de dados de projeto.

### 1.2.8 - Recursos Solicitados

Custeio:

Custeio	Valor (R\$)
---------	-------------

Diárias	
Passagens	
Total (R\$)	

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantida de	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00	5	1	20.800,00
	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\$)					

### 1.2.9 - Equipe do Projeto

Milton Kampel (DIOTG/INPE) – Supervisor  
 Natália Rudorff (DISSM/INPE) – Integrante  
 Aline Valério (PD FAPESP) – Integrante  
 João Felipe C. dos Santos (PGSER/INPE) – Integrante  
 Frederico Brandini (IO/USP) – Coordenador externo  
 Mateus Chuqui (IO/USP) - Integrante

### 1.2.10 - Referências Bibliográficas

- [1] Miller, C.B. Biological oceanography. 1<sup>st</sup>. ed. Malden, MA: Blackwell Publishing, 2004, 402 p.  
 [2] Mann, K.H.; Lazier, J.R.N. Dynamics of Marine Ecosystems. Biological-Physical Interactions in the Oceans. 3<sup>rd</sup>. ed. Oxford: Blackwell Publishing, 2006. 496 p.  
 [3] EPE. Zoneamento Nacional de Recursos de Óleo e Gás. 2019. 607p.



**Projeto 1:** Pesquisa e Desenvolvimento com Base em Dados de Sensoriamento Remoto Aplicado à Caracterização e Monitoramento de Ecossistemas do Território Nacional.

**Subprojeto 1.3:** Desenvolvimento da plataforma de compartilhamento de dados e produtos de qualidade de água.

### 1.3.1 – 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) **2018-2023**, número 400077/2022-1. Está relacionado ao Termo de Abertura de Projeto – TAP 01340.008036/2017-08.

O monitoramento da qualidade da água em rios, lagos e reservatórios via sensoriamento remoto demanda grande quantidade de dados, radiométricos e limnológicos, para o desenvolvimento de algoritmos robustos e de grande acurácia. Além disso, a diversidade e amplitude dos dados permite contemplar ampla variabilidade e diversidade de componentes opticamente ativos, dando maior amplitude de aplicação desses algoritmos ao longo do tempo e espacialmente. Em face dessas demandas, o Laboratório de Instrumentação de Sistemas Aquáticos (LabISA) do INPE vem coletando nos últimos 20 anos dados em inúmeros corpos de água distribuído pelos biomas do Brasil (Barbosa et al. 2015). A partir de 2013 foram adquiridos conjuntos 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, os quais aplicados em imagens de satélite, permitem recuperar informações sobre parâmetros de qualidade de água. Entretanto, essa extensa base de dados possui milhões de linhas com dados relacionados à diversos instrumentos que, devem ser organizados e catalogados para que possam ser utilizados não apenas de maneira correta, mas também para que possam ser disponibilizados para que novos algoritmos possam ser testados e desenvolvidos a partir da disponibilização de imagens de sensores de última geração, ou mesmo para incluir a diversidade de amostras que deem conta das modificações da qualidade da água em função de pressões climáticas e antropogênicas.

Atualmente, o LabISA dispõe de uma versão de banco de dados PostGIS em teste, que necessita de atualização, manutenção, desenvolvimento e disponibilização à comunidade. Além disso, o LabISA vem utilizando essa base de dados para realizar o compartilhamento de dados com diversos outros pesquisadores, nacionais e internacionais, na área de hidrologia e sensoriamento remoto (Fassoni-Andrade et al., 2020; Kutser et al., 2016; Pahlevan et al., 2021; Smith et al., 2021). Além disso, o compartilhamento de



dados vem sendo demanda não negociável de projetos financiados pela FAPESP (<https://fapesp.br/gestaodedados>). Atualmente, o LabISA conta com dois projetos FAPESP (MAPAQUALI: 2020/14613-8, BONDS: 2018/12083-1) com requisitos obrigatórios de base de dados compartilhada com a comunidade. Neste sentido, esse subprojeto dará suporte ao desenvolvimento de uma ferramenta de compartilhamento de dados desenvolvida com ferramentas de bancos de dados Post-GIS (ou banco de dados geográfico relacionado) como base para o cumprimento dos objetivos do LabISA.

### 1.3.2 - Objetivo Geral

O objetivo geral deste subprojeto é fomentar o desenvolvimento de um sistema de banco de dados geográfico para acesso, disponibilização e compartilhamento de dados de qualidade da água e de sensoriamento remoto pelo LabISA-INPE

Os objetivos Específicos são:

- 1- Propor e desenvolver um sistema de banco de dados geográficos para o LabISA
- 2- Integrar os dados existentes e novos ao banco de dados
- 3- Dar suporte e treinamento para acesso aos dados do banco de dados

### 1.3.3 - Insumos

#### 1.3.3.1 – Custeio

#### 1.3.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria /nível	Meses	Quant
1.3.1	Profissional com diploma de nível superior em Ciência da Computação, Análise de Sistemas, Engenharia de Computação ou áreas correlatas, com experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação	Banco de dados, com desejável experiência de trabalho com dados ambientais	1,2,3	DD	5	1

### 1.3.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
Organizar os dados radiométricos e limnológicos do LabISA	1	Relatório com os dados organizados.	Inventariar os dados disponíveis e processá-los até o segundo mês do projeto	
Integração dos dados processados ao banco de dados unificado.	2,3	Banco de dados limnológicos e radiométricos. Relatório e documentação orientando acesso a base de dados.	Integrar os dados no sistema de gerenciamento até dezembro de 2022.	Documentação de uso da base de dados.

### 1.3.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Mês				
	2022/2023				
	1	2	3	4	5
-Realização do inventário e catalogação dos dados disponíveis.					
-Processamento e/ou reprocessamento dos dados catalogados.					
-Relatórios de avaliação dos dados processados.					
-Implementação dos dados radiométricos e limnológicos no sistema de banco de dados definido.					
- Relatório e documentação orientando acesso a base de dados.					

### 1.3.6 – 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
			2022/2023
Repositório de dados limnológicos e radiométricos organizados e processados (Banco de dados de parâmetros de qualidade de águas interiores).	1,2	Banco de dados limnológicos e radiométricos.  Relatório e documentação de acesso ao banco de dados.	Banco de dados definido e implementado com os dados do LabISA até dezembro de 2022.

### 1.3.7 – Resultados Esperados

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

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas
			2022/2023
Banco de dados PostGIS	1,2,3	Banco de dados utilizado pelos integrantes do LabISA;  Banco de dados compartilhado seguindo normas FAPESP  Usuários utilizando o banco	Banco de dados funcionando e com os dados completos até o fim de 2022.

### 1.3.8 - 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.

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	5	2.860,00	14.300,00
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					14.300,00





### 1.3.9 - Equipe do Projeto

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

### 1.3.10 - Referências Bibliográficas

- Barbosa, C.C.F.; Novo, E.; Ferreira, R.; Carvalho, L.; Cairo, C.; Lopes, F.; Stech, J.; Alcântara, E. H. Brazilian inland water bio-optical dataset to support carbon budget studies in reservoirs as well as anthropogenic impacts in Amazon floodplain lakes: Preliminary results. ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, v. XL-7/W3, p. 1439-1446, 2015.
- Fassoni-Andrade, A. C., Paiva, R. C. D. de, Rudorff, C. de M., Barbosa, C. C. F., & Novo, E. M. L. de M. (2020). High-resolution mapping of floodplain topography from space: A case study in the Amazon. *Remote Sensing of Environment*, 251(April), 112065. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2020.112065>
- Kutser, T., Pascual, G. C., Barbosa, C., & Paavel, B. (2016). Mapping inland water carbon content with Landsat 8 data. *International Journal of Remote Sensing ISSN:*, June. <https://doi.org/10.1080/01431161.2016.1186852>
- Pahlevan, N., Smith, B., Binding, C., Gurlin, D., Li, L., Bresciani, M., & Giardino, C. (2021). Hyperspectral retrievals of phytoplankton absorption and chlorophyll-a in inland and nearshore coastal waters. *Remote Sensing of Environment*, 253, 112200. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2020.112200>
- Smith, B., Pahlevan, N., Schalles, J., Ruberg, S., Errera, R., Ma, R., Giardino, C., Bresciani, M., Barbosa, C., Moore, T., Fernandez, V., Alikas, K., & Kangaro, K. (2021). A Chlorophyll-a Algorithm for Landsat-8 Based on Mixture Density Networks. *Frontiers in Remote Sensing*, 1(February), 5. <https://doi.org/10.3389/frsen.2020.623678>

## **Projeto 2: Centro de Rastreamento e Controle de Satélites**

**Subprojeto 2.1:** Automatização de Atividades para a Análise de Lixo Espacial de Dinâmica de Voo e Controle de Órbita de Satélites.

### **2.1.1 – Introdução**

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

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 Rastreamento, Recepção e Controle de Satélites do INPE para a operação e controle de todas as missões espaciais sob a responsabilidade do INPE.

As atividades de rastreamento e controle de satélites são planejadas e realizadas pela Coordenação de Rastreamento, Controle e Recepção de Satélites - CORCR, 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 CORCR 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 CORCR/ 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 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 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 CORCR do INPE.

### **2.1.2 - Objetivo Geral**

O objetivo geral é o desenvolvimento uma ferramenta para avaliação do risco de colisão e que possibilite visualização da trajetória do objeto em função da incerteza. Deverá também desenvolver uma ferramenta que visualize a probabilidade de colisão e a seção geométrica da conjunção para o encontro do lixo espacial com os satélites que estão sendo operados pela Coordenação de Rastreo, Controle e Recepção de Satélites – CORCR. Ambas ferramentas serão utilizadas na operação de satélites no INPE. Este sistema será utilizado pela equipe de dinâmica de voo de veículos espaciais na preparação do Sistema de Dinâmica de Voo do CORCR/INPE para atender aos requisitos impostos para o controle dos satélites do INPE, CBERS 04, CBERS 04A e Amazonia 1, e, futuras missões.

Objetivo Específico 1:

Desenvolvimento de uma ferramenta para avaliação de risco de colisão que possibilite visualização da trajetória do objeto em função da incerteza.

Objetivo Específico 2:

Desenvolvimento de uma ferramenta que visualize a probabilidade de colisão e a seção geométrica da conjunção para o encontro do lixo espacial com os satélites em operação no INPE.

### **2.1.3 – Insumos**

#### **2.1.3.1 - Custeio**

#### **2.1.3.2 – Bolsas**

Código	Formação Acadêmica/ Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria / nível	Meses	Quant.
2.1.1	Profissional formado em Engenharia Mecânica, Engenharia Aeronáutica, Física, Astronomia ou áreas afins, com 10 (dez)	Dinâmica de Voo de veículos espaciais e Controle de Órbita de Satélites	1 e 2	D-A	05	1

	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 a, no mínimo, 6 (seis) anos.	Artificiais				
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------	--	--	--	--

#### 2.1.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
Estudo e revisão da documentação existente para a análise de lixo espacial no CORCR.	1	Percentagem de cumprimento	40	10
Pesquisar na literatura, ferramentas e modelos utilizados na análise de lixo espacial.	1	Percentagem de cumprimento	40	10
Desenvolvimento de uma ferramenta para avaliação do risco de colisão que possibilite visualização da trajetória do objeto em função da incerteza.	1	Percentagem de cumprimento	15	5
Pesquisar na literatura de técnicas para o cálculo probabilidade de colisão.	2	Percentagem de cumprimento		5

#### 2.1.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre	
	2022	2023
Estudo e revisão da documentação existente para a análise de lixo espacial no CORCR.		

Pesquisar na literatura ferramentas e modelos utilizados na análise de lixo espacial.		
Desenvolvimento uma ferramenta para avaliação do risco de colisão que possibilite visualização da trajetória do objeto em função da incerteza.		
Pesquisar na literatura técnicas para o cálculo probabilidade de colisão.		

### 2.1.6 – 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	
			2022	2023
Protótipo de sistema para o Desenvolvimento de uma ferramenta para avaliação do risco de colisão que possibilite visualização da trajetória do objeto em função da incerteza	1	Percentagem de cumprimento	5%	2%

### 2.1.7 – Resultados Esperados

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

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
Protótipo validado e Protótipo de sistema para o Desenvolvimento uma ferramenta para avaliação do risco de colisão que possibilite visualização da trajetória do objeto em função da incerteza.	1	Percentagem de cumprimento	20	5

### 2.1.8 - Recursos Solicitados

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00	05	1	26.000,00



	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\$)					26.000,00

### 2.1.9 - Equipe do Projeto

Mauricio Goncalves Vieira Ferreira

Jun Tominaga

Roberto Luiz Galski (supervisor)

Andréa Nogueira Peña Durán

### 2.1.10 - Referências Bibliográficas

[1] KLINKRAD, Heiner. Space debris: models and risk analysis. Berlin, Germany: Springer, 2006. 430 p. ISBN 3-540-25448-5.

[2] Aida, S. and Kirschner, M. "Critical Conjunction Detection and Mitigation." 25th International Symposium on Spaceflight Dynamics, Munich, Germany. Oct. 19-23, 2015.

[3] Alfriend, K., Akella, M., Lee, D., Frisbee, J., Foster, J., Lee, D., and Wilkins, M. "Probability of Collision Error Analysis." Space Debris Vol. 1 No. 1 (1999) pp. 21-35  
Springer.

[4] Wertz, J.R.; Larson, W.J. "Space mission analysis and design", Dordrecht, Netherlands, Kluwer Academic, 1991.

[5] Vallado, D. A. "Fundamentals of Astrodynamics and Applications", 4th ed., Microcosm Press/ Springer, 2013, ISBN: 978-188188318



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

**Subprojeto 2.2:** 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.

### **2.2.1 – Introdução**

Este subprojeto consta no **PROJETO 2 – CENTRO DE RASTREIO E CONTROLE DE SATÉLITES** do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, vinculado ao projeto 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 rastreamento 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 Cachoeira Paulista. O sistema constará de funcionalidades para gerar informações na forma de alarmes e gráficos estatísticos sobre falhas e sucessos, avaliando a confiabilidade das transferências de arquivos de dados entre as unidades envolvidas, e ainda constará de um visualizador rápido das imagens pre-processadas.

### **2.2.2 - 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 Cachoeira 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

### 2.2.3 - Insumos

#### 2.2.3.1 – Custeio

#### 2.2.3.2 – Bolsa

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria /nível	Meses	Quant
2.2.1	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	05	1

### 2.2.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023

Implementação de um sistema controle de transferência	1	Sistema TRANFWE B desenvolvido	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.
-------------------------------------------------------	---	--------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------

### 2.2.5 – Cronograma de Atividades

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

### 2.2.6 – 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	
			2022	2023
Sistema TRANSWEB	1	Sistema TRASFWE B 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

### 2.2.7 – Resultados Esperados

Os resultados são mudanças observadas no curto prazo sobre indivíduos, grupos ou instituições, como resultado da intervenção realizada [1].

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
-------------------	---	-------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------

### 2.2.8 - Recursos Solicitados

Apresentar a totalidade de recursos solicitados para o Subprograma de Capacitação Institucional.

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00	05	1	20.800,00
	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

### 2.2.9 - Equipe do Projeto

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

### 2.2.10 - 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”. Editora 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 2.3:** Desenvolvimento e planejamento das atividades do ambiente operacional dos satélites controlados pela equipe operacional do Centro de Controle de Satélites (CCS) do INPE.

### **2.3.1 – Introdução**

Este subprojeto consta no **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 Sistema Missão para atendimento aos objetivos de uma missão espacial é composto dos seguintes segmentos:

- d) **O Segmento Espacial**, que é o satélite e suas cargas úteis;
- e) **O Segmento Solo Controle**, que controla o satélite, monitora e analisa sua operação em órbita e coordena as operações de aquisição de imagens/dados, e compreende:
  - 1. Centro de Controle de Satélites (CCS);
  - 2. Estações de TT&C (Rastreamento, Telemetria e Comando).
- f) **O Segmento Solo Aplicação**, compreende:
  - 1. Estações de Recepção de Imagem/Dados;
  - 2. Centro de Dados da Missão, a cargo de receber e tratar imagens/dados recebidos para tornar disponíveis para os usuários.

No INPE, a CORCR (Coordenação de Rastreo, Controle e Recepção de Satélites) tem atribuições como Segmento Solo Controle e ainda como Segmento Solo Aplicação, no que se refere às Estações de Recepção, 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 TT&C de Cuiabá;
- Estação Terrena de TT&C de Alcântara;
- Estação de Recepção de Imagem de Cuiabá;



- E antenas para fins de TT&C e de Recepção de Imagens/Dados alocadas em diferentes sites do INPE, como por exemplo em Cachoeira Paulista e Natal.

As Estações Terrenas de TT&C são responsáveis pela recepção e transmissão de dados aos satélites controlados, por meio de sistemas de antena de rastreamento 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, enviar telecomandos aos satélites.

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; a programação da carga útil a bordo do satélite; o planejamento, cálculo e execução de manobras de manutenção da órbita e da atitude, entre outras.

Para manter suas atividades atuais e futuras de controle de veículos espaciais o CCS conta com especialistas que atualizam seus conhecimentos apoiados na experiência da operação diária, nas cooperações internacionais com agências espaciais estrangeiras e no plano de capacitação institucional, entre outras fontes. São especialistas que atuam em pesquisa e desenvolvimento em atualização tecnológica de sistemas de controle de satélites (hardware, software aplicativo de tempo real e de dinâmica orbital), planejamento das operações para controle em órbita, desenvolvimento e validação de procedimentos operacionais, bem como de técnicas de simulação para fins de treinamento da equipe operacional.

O objetivo deste subprojeto é a pesquisa e desenvolvimento das atividades do ambiente operacional dos satélites controlados em rotina pela equipe operacional do Centro de Controle de Satélites (CCS) do INPE, e execução de atividades de preparação da operação de novos satélites visando compor conhecimento para o CCS do INPE.

### **2.3.2 - Objetivo Geral**

- 2) O objetivo geral deste subprojeto é pesquisa e desenvolvimento de um ambiente para as operações de satélites no CCS, desde o planejamento dessas operações de forma a apoiar a realização do controle em órbita dos diversos satélites sob a responsabilidade do INPE como também, atuar na preparação da operação de novas missões, compondo a base de conhecimento para o CCS.

**Objetivos Específicos:**

- 6) Obter a referência inicial no tema Operações de Satélites, no mínimo, através de referência bibliográfica disponível no CCS.
- 7) Obter a referência das Operações de Satélites de uma dada missão espacial INPE e contribuir nas atividades operacionais da mesma com melhorias ou análise de viabilidade de automatização de processos.
- 8) Acompanhar a execução de procedimentos existentes para atividades de Planejamento de Missão e da Engenharia de Operações.

**2.3.3 - Insumos**

2.3.3.1 – Custeio

2.3.3.2 – Bolsa

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria /nível	Meses	Quant
2.3.1	Profissional formado em Engenharia Elétrica /Eletrônica ou áreas correlatas, 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 elétrica /eletrônica e áreas correlatas	1,2,3	D-B	05	1

**2.3.4 - Atividades de Execução**

Nº	Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
				2022	2023
1	Estudo do material bibliográfico no tema existente no CCS e em outras fontes	1,2	Suporte adequado ao Engenheiro de Operações de Satélite	Planejamento para atuação no suporte às Operações de Satélites em órbita	Desenvolvimento para atuação no suporte às Operações de Satélites em órbita.

2	Acompanhamento das atividades diárias de Planejamento de Missão e da Engenharia de Operações utilizando procedimentos que se apliquem	3	Revisão de documentos apresentada	Geração de Conhecimento para o CCS	Geração de Conhecimento para o CCS
---	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---	-----------------------------------	------------------------------------	------------------------------------

### 2.3.5 – Cronograma de Atividades

Nº	Atividades	Semestre		
		2022		2023
		1	2	1
1	Estudo do material bibliográfico no tema existente no CCS e em outras fontes			
2	Planejamento e desenvolvimento das atividades diárias das missões de Satélites			

### 2.3.6 – 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	
			2022	2023
Relatório sobre procedimentos de Planejamento e da Engenharia de Operações cuja execução foi acompanhada	1,2,3	Documento Relatório no padrão CCS apresentado	Disseminação de Conhecimento para o CCS	Disseminação de Conhecimento para o CCS

### 2.3.7 – Resultados Esperados

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

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023

Relatórios contendo o estado da arte na operação do CCS	1,2,3	Acréscimo de documentos e de versões de documentos da operação de satélites no repositório do CCS	Aumento do Conhecimento Explícito no CCS	Aumento do Conhecimento Explícito no CCS
---------------------------------------------------------	-------	---------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------	------------------------------------------

### 2.3.8 - Recursos Solicitados

Apresentar a totalidade de recursos solicitados para o Subprograma de Capacitação Institucional.

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00	05	1	20.800,00
	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

### 2.3.9 - Equipe do Projeto

Jun Tominaga  
 Andréa Nogueira Peña Durán  
 Mauricio Gonçalves Vieira Ferreira

### 2.3.10 - Referências Bibliográficas:

- [1] T. Uhlig, F. Sellmaier, M. Schmidhuber. Spacecraft Operations - 2015 – Springer
- [2] James R. Wertz, Everett, Jeffery J. Puschell. Space Mission Engineering: The New Smad
- [3] ECSS-E-ST-70-C – Space Engineering – Ground System and Operations
- [4] Documentação Interna da Biblioteca Digital do CCS



## **Projeto 3: INOVAÇÃO TECNOLÓGICA**

### **Subprojeto 3.1: 3PST - Sistema de Gestão do Portfólio Institucional**

#### **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 "3PST - Sistema de Gestão do Portfólio Institucional" é desenvolver e implementar 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	Quant
3.1.1	Profissional formado 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; Linguagens de programação e ferramentas <i>open source</i>	O1; O2	DA	5	1

### 3.1.4 - Atividades de Execução

Atividades que levarão ao cumprimento dos objetivos específicos do projeto.

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			9/22	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 implementadas					X
Elaboração de relatório de acompanhamento de atividades	O1; O2	I5 – Relatório de acompanhamento					X

### 3.1.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Mês				
	9/22	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	X	
Desenvolvimento de protótipo do Back-end do Módulo I				X	X
Elaboração de relatório de acompanhamento de atividades					X

### 3.1.6 – Produtos

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

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores					
			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	
Protótipo do Módulo I	O2	I4					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 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	5	1	26.000,00
	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\$)					26.000,00

### 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

### 3.1.10 - Referências Bibliográficas



## Projeto 3: INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

### Subprojeto 3.2: Formulação do Programa Gestão Mais INPE

#### 3.2.1 – Introdução

Trata-se de subprojeto associado a iniciativa de capacitação institucional no campo de inovação de métodos e processos organizacionais, que tem como objetivo estabelecer, implementar e aperfeiçoar métodos, processos e ferramentas de governança e de gestão organizacional a fim de aumentar a eficiência, eficácia e efetividade das atividades de gestão organizacional do Instituto por meio do Programa Gestão Mais INPE, descrito no TAP inserido no Processo SEI nº 01340.000441/2022-37, com enquadramento no Projeto 3 - INOVAÇÃO TECNOLÓGICA do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2019-2023 intitulado 'Pesquisa e Desenvolvimento em Ciências e Tecnologias Espaciais e suas Aplicações', No. CNPq 400077-2022-1, disponível no portal INPE [http://www.inpe.br/pci/solicitacao\\_bolsa/cronograma.php](http://www.inpe.br/pci/solicitacao_bolsa/cronograma.php).

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), em seus Objetivos estratégicos descritos no Plano Diretor 2022-2026 [1], disponível em <https://www.gov.br/inpe/pt-br/central-de-conteudo/publicacoes>, estabelece os seguintes objetivos relacionados a governança e gestão organizacional:

**OE-1:** Aumentar a eficiência e eficácia no estabelecimento de relacionamentos institucionais.

**OE-3:** Estabelecer, implementar e aperfeiçoar métodos, processos e ferramentas de governança e de gestão organizacional.

**OE-4:** Recuperar e aprimorar a capacidade institucional adequada, em termos de recursos humanos, orçamentários, de infraestrutura científica, tecnológica e administrativa, e de tecnologia da informação e comunicação.

**OE-7:** Implementar programas institucionais de gestão de competências, promoção da cultura organizacional e de retenção do conhecimento científico e tecnológico.

O projeto em tela é uma iniciativa da Coordenação-Geral de Gestão Organizacional (CGGO), unidade que foi criada em setembro de 2020 por ocasião da reestruturação organizacional do INPE, com a atribuição de zelar pela governança do instituto. No exercício dessa atribuição foi realizado um diagnóstico dos processos organizacionais do INPE, onde foram identificados os processos-chave que viabilizam as atividades de CT&I realizadas pelas áreas finalísticas do Instituto e Coordenações Espaciais do INPE, localizadas em diferentes regiões do Brasil.

Como resultado desse trabalho, foi gerado o Relatório de Diagnóstico dos Processos de Gestão 2021 [2] que identificou 83 oportunidades de melhoria e 74 recomendações para os processos relacionados às seguintes áreas da CGGO: COGRH, COTIC, COPOA, COADM (SECRI, SEGCC, SEIEA, SECOF, STAPR, SEACP). Oportunidades de melhoria e recomendações de

abrangência mais geral, não atribuíveis a uma área específica, mas que impactam sobre todo o INPE, também foram identificadas neste projeto.

Os coordenadores-gerais entrevistados observaram a existência de disfunções nos processos organizacionais identificados que impactam as atividades finalísticas de suas áreas, sendo de grande relevância atuar no sentido de otimizá-los, a fim de eliminar gargalos e empecilhos que prejudicam ou no mínimo dificultam o próprio cumprimento da missão institucional.

Nesse sentido, foram constituídos projetos de aplicação de ferramentas Kaizen para otimização de processos organizacionais e de avaliação dos benefícios efetivamente auferidos com a iniciativa. Tais projetos também contam com apoio do Programa PCI vigente para a sua implementação.

A fim de atingir os demais objetivos da área de Gestão Organizacional, com foco na inovação em métodos e processos, serão definidos e tratados, no Projeto de Implantação do Programa Gestão Mais INPE, a metodologia de gestão organizacional a ser adotada no INPE, diretrizes, normas, procedimentos, rotinas, ferramentas e artefatos para tratamento e orientação dos aspectos de governança e gestão organizacional e, com base em princípios, missão, visão e valores da área e do INPE, serão estabelecidas ações a serem realizadas de forma sustentável e contínua pelas áreas envolvidas, para que proporcionem aos clientes o suporte e recursos necessários para alcance do cumprimento dos objetivos estratégicos institucionais.

A partir da escolha da metodologia a ser adotada para se implantar uma sistemática de gestão organizacional, será elaborado um planejamento consistente de ações que nortearão as áreas de gestão do INPE no provimento do suporte adequado a todas as áreas, incluindo as finalísticas, para que alcancem os objetivos e metas estratégicos definidos no horizonte temporal no Plano Diretor institucional, até 2026.

O Programa visa formular uma cultura organizacional inovadora, mais contemporânea, eficiente e sem desperdícios, que entenda corretamente as expectativas e as necessidades das Partes Interessadas, que seja motivada pelo atendimento satisfatório e célere das demandas, e, tendo, como missão preliminar, o aprimoramento dos processos de gestão das unidades que compõem a CGGO com a melhoria contínua de tais processos.

Para tornar operacional, ou seja, entendidos e praticados, os fundamentos, conceitos, ferramentas e métodos previstos neste programa, foi estruturado o Projeto de Implantação do Programa Gestão Mais INPE em 3 (três) fases, sendo que, em cada fase, é prevista a entrega de um conjunto de produtos e serviços que devem ser homologados (aceitos e aprovados) pelos responsáveis a serem designados.

As fases do Projeto de implantação do Programa Gestão Mais INPE são:

- Fase 1 - Formulação do Programa (Concepção e fundamentação)



- Fase 2 – Planejamento Operacional e Implantação do Programa (Desenvolvimento e Verificação)
- Fase 3 - Monitoramento do Programa e Validação das entregas (Confirmação e entrega do Programa)

O presente Subprojeto visa atender as atividades de 1, 2, 4 e 5 da Fase 1 - Formulação do Programa (Concepção e fundamentação do Projeto “Implantação do Programa Gestão Mais INPE”), que compreende um conjunto de dez atividades.

Atividades da Fase 1 contempladas:

1. Concluir os projetos piloto de Kaizen (Compras e Convênios) e apuração de seus resultados
2. Definir a metodologia a ser adotada para implantação de um sistema de gestão organizacional (SGO) adequado à realidade do INPE;
4. Realizar diagnóstico mais aprofundado dos processos de gestão das unidades da CGGO, com base na metodologia adotada;
5. Construir as cadeias de valor da organização (ex.: SIPOC).

### 3.2.2 - Objetivo Geral

O objetivo geral do Projeto Implantação do Programa Gestão Mais INPE é estabelecer, implementar e aperfeiçoar métodos, processos e ferramentas de governança e de gestão organizacional a fim de aumentar a eficiência, eficácia e efetividade das atividades de gestão organizacional do INPE.

#### Objetivos específicos

São objetivos específicos do Subprojeto “Formulação do Programa Gestão Mais INPE”, cuja duração está estimada em 5 meses:

- (1) Concluir os projetos Kaizen, em andamento, sobre dos processos de gestão elencados e apurar seus resultados;**
- (2) Definir a metodologia a ser adotada para implantar um sistema de gestão organizacional (SGO) no INPE, gerando um documento que apresente as razões de adoção desta metodologia;**
- (3) Realizar diagnóstico mais aprofundado dos processos de gestão das unidades da CGGO, com base na metodologia adotada;**
- (4) Construir as cadeias de valor da organização.**

A otimização de processos de gestão do INPE e outras ações de inovação em métodos e processos de gestão organizacional a serem tratadas no Projeto Implantação do Programa Gestão Mais INPE, inclusive aquelas cujo objeto incluem a Prestação de Serviços Especializados e Compartilhamento de Infraestrutura, constam do Projeto 3 – INOVAÇÃO TECNOLÓGICA do citado Programa de Capacitação Institucional – PCI 2018-2023, e relacionam-se ao Objetivo Específico 1 do Projeto 3: *“elaborar e implementar normas internas para operacionalização das ações de inovação a serem realizadas no âmbito do INPE e parceiros: Acordos de Parceria, Convênios, Transferência de*





Tecnologia, Prestação de Serviços Especializados, Compartilhamento da Infraestrutura, dentre outros”.

Com isto, espera-se capacitar a Instituição para a geração de inovação em métodos e processos e liberar gargalos que impedem ou dificultam as aquisições ou o estabelecimento de convênios & parcerias, entre outros processos de gestão, impactando positivamente nos diversos projetos de CT&I da organização, referidos no Projeto Institucional INPE 2018-2023.

### 3.2.3 - Insumos

#### 3.2.3.1 – Custeio

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Visitas de membros da equipe a instituições públicas e/ou privadas de referência na implantação de sistema de gestão organizacional	Diárias	
Visitas de membros da equipe a instituições públicas e/ou privadas de referência na implantação de sistema de gestão organizacional	Passagem	
Visitas de especialistas em implantação de sistema de gestão organizacional	Diárias	
Visitas de especialistas em implantação de sistema de gestão organizacional	Passagem	

#### 3.2.3.2 – Bolsas

As ações realizadas no âmbito do programa requerem alocação de Bolsas CNPq de modo a fomentar recursos humanos capacitados. A manutenção desses recursos é de extrema importância para que o esforço empreendido até o momento nos trabalhos de melhoria contínua de processos não seja interrompido, mas ampliado, visando a efetiva implantação de um sistema de gestão organizacional.

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivos Específicos	PCI categoria /nível	Meses	Qtde
3.2.1	Profissional formado em Engenharia de Produção ou áreas afins, com 10 (dez) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação, após a obtenção do diploma	Engenharias Plena ou de Produção ou áreas afins; Gerenciamento de Projetos; Gestão da Qualidade; Engenharia da Qualidade ou de Processos; Organização &	1 a 4	DA	5	1



	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.	Métodos; Administração de Empresas.				
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------	--	--	--	--

### 3.2.4 - Atividades de Execução

Para alcançar o Objetivo Geral e os Objetivos Específicos deste subprojeto, serão realizadas as seguintes atividades:

<b>Atividades</b>	<b>Objetivo Específico</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Metas</b>
1. Concluir os projetos Kaizen sobre os processos de gestão elencados e apurar seus resultados	1	Definir indicadores que demonstrem os resultados de melhoria dos processos com o Kaizen e gerar relatório com aferição dos resultados	Apresentar relatório com a aferição dos resultados dos projetos Kaizen sobre 100% dos processos elencados, com base nos indicadores definidos, com ênfase nos impactos efetivamente gerados nos projetos de CT&I da instituição
2. Definir a metodologia a ser adotada para implantar um sistema de gestão organizacional (SGO) no INPE	2	Metodologia de implantação de SGO para o INPE proposta e devidamente documentada	Elaborar documento com análise das alternativas, justificativa, definição da metodologia a adotar, que seja adequada à realidade INPE e plano de ação para implantação da metodologia proposta
3. Realizar diagnóstico mais aprofundado dos processos de gestão das unidades da CGGO, com base na metodologia adotada	3	Relatório de diagnóstico dos processos de gestão elaborado	Apresentar relatório de diagnóstico dos processos de gestão das unidades da CGGO apontando os principais pontos forte a se manter e os pontos fracos a serem melhorados

4. Construir as cadeias de valor da organização	4	Desenho da Cadeia de valor do INPE elaborado	Elaborar desenho da cadeia de valor do INPE com a participação de todas as coordenações gerais e pessoas chave para consenso e divulgação para todo Instituto.
-------------------------------------------------	---	----------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### 3.2.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre			
	2022		2023	
	1	2	1	2
1. Concluir os projetos Kaizen sobre os processos de gestão elencados e apurar seus resultados				
2. Definir a metodologia a ser adotada para implantar um sistema de gestão organizacional (SGO) no INPE				
3. Realizar diagnóstico mais aprofundado dos processos de gestão das unidades da CGGO, com base na metodologia adotada				
4. Construir as cadeias de valor da organização				

### 3.2.6 – 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	
			2022	2023
1- Relatório de resultados de melhoria dos processos de gestão passados pelo processo kaizen	1	Completeness e conteúdo do relatório	90% do relatório elaborado com dados relevantes e corretos	Relatório completo apresentado

2- Documento com análise e definição da metodologia de implantação de SGO proposta para o INPE e com plano de ação para implantação desta	2	Completeness and content of the document	100% do documento completo apresentado	
3- Relatório de diagnóstico dos processos de gestão na versão atualizada	3	Completeness and content of the report	90% do relatório elaborado com dados relevantes e corretos	Relatório completo apresentado
4- Desenho da cadeia de valor do INPE construído	4	Completeness and content of the drawing	90% do desenho elaborado com dados relevantes e corretos	Desenho completo apresentado

### 3.2.7 – Resultados Esperados

Os resultados são mudanças observadas no curto prazo sobre indivíduos, grupos ou instituições, como resultado da intervenção realizada [1].

Resultados	OE	Indicadores	Metas	
			2022	2023
1 - Tomada de decisões mais eficaz baseada em indicadores confiáveis de desempenho dos processos de gestão.	1	Tempo de ciclo; Taxa de sucesso das operações	Redução de 30% no tempo de cada ciclo; Taxa de sucesso das operações superior a 90%;	Redução de 30% no tempo de cada ciclo; Taxa de sucesso das operações superior a 90%;

2- Ter uma sistemática de gestão de referência para a toda a liderança, facilitando a comunicação e a formação de sucessores.	2	Gestão organizacional de referência divulgada	Divulgação a todos os gestores INPE da sistemática de gestão organizacional de referência	Divulgação a todos os gestores INPE da sistemática de gestão organizacional de referência
3- Ter visibilidade ("radiografia") de maturidade dos processos de gestão, informando seus pontos fortes e fracos.	3	Pontos fortes e pontos fracos dos processos de gestão mapeados	Mapeamento de forças e fraquezas de 100% dos processos de gestão elencados	Mapeamento de forças e fraquezas de 100% dos processos de gestão elencados
4- Ter um mapa de relacionamento dos processos estratégicos, finalísticos e de suporte, permitindo o entendimento da organização por meio de seus processos.	4	Cadeia de valor do INPE devidamente mapeada	Possibilidade de rápida e clara compreensão da cadeia de valor do INPE	Possibilidade de rápida e clara compreensão da cadeia de valor do INPE

### 3.2.8 - 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	5	1	26.000,00
	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\$)	R\$ 26.000,00
-------------	---------------

### **3.2.9 – Equipe do Projeto**

### **3.2.10 - Referências Bibliográficas**

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

[2] Relatório de Diagnóstico de Processos de Gestão, INPE, 2021.

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

**Subprojeto 4.1:** Caracterização de Materiais Absorvedores de Radiação Eletromagnética (MARE) em Ensaios Eletromagnéticos de Propagação em Espaço Livre

### **4.1.1 – Introdução**

Fazer uma breve descrição do projeto 1. Contextualizar o problema a ser tratado e a situação atual da pesquisa no Instituto de Pesquisa / Organização Social.

Este subprojeto consta no 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 01340.003235/2021-06.

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, em especial, no contexto de materiais absorvedores de radiação eletromagnética (MARE), como filtros eletromagnéticos (FE), e/ou blindagem eletromagnética e materiais transparentes a radiação eletromagnética, radomes RD, os quais possuem aplicações na proteção de sistemas e dispositivos eletrônicos embarcados em satélites.

De forma contextual, a função primária de um filtro eletromagnético é proteger um dispositivo eletrônico. No setor aeroespacial a transmissão e recepção de dados pode sofrer influência de diferentes dispositivos acoplados ao satélite. Neste sentido, FE devem ser utilizados para minimizar as perdas de sinais e aumentar a eficiência dos dispositivos. Destaca-se ainda que a transmissão e recepção de dados é um dos principais parâmetros para dispositivos de comunicação sem fio, radares e redes locais. A eliminação de sinais espúrios aumenta significativamente a performance dos equipamentos. Assim, busca-se a solução de compromisso ótimo na produção de um material, agregando-se alta capacidade de atenuação de onda eletromagnética (superior a 90 % de atenuação), e ainda almejando-se a obtenção de um material leve. O desenvolvimento de MARE, filtros eletromagnéticos ou a blindagem eletromagnética, tem se tornado cada vez mais relevante, uma vez que dispositivos eletrônicos geram poluição eletromagnética que são prejudiciais a outros sistemas. A produção de materiais transparentes a radiação eletromagnética também será objetivo de estudo, visando aplicações em radomes (RD). As faixas espectrais eletromagnéticas de interesse no presente projeto compreendem as bandas, X (8.2 GHz – 12.4 GHz), Ku (12.4 GHz – 18 GHz), K (18 GHz– 26.5 GHz) e Ka (26.5 GHz – 40 GHz). Ainda, serão



avaliados materiais na forma de estruturas de monocamada e também estruturas de multicamadas.

Uma atividade de grande relevância no contexto do projeto foi desdobrada no subprojeto intitulado: Caracterização de Materiais Absorvedores de Radiação Eletromagnética (MARE) em Ensaio Eletromagnéticos de Propagação em Espaço Livre. Tais atividades compreendem a montagem, calibração e execução dos ensaios eletromagnéticos experimentais, que visam estudar o comportamento eletromagnético de materiais, cujas propriedades como transmissão, reflexão e espalhamento de ondas eletromagnéticas, entre outros, são de grande interesse [2,3]. Para isso, um sistema de medição / caracterização de materiais, denominado: Mesa de Caracterização Eletromagnética de Materiais de Ondas Propagadas em Espaço Livre ou simplesmente, mesa de ensaios em espaço livre (MEEL), o qual está em fase de implementação, e compõe, deste modo parte essencial da infraestrutura laboratorial em termos de equipamentos necessários para o sucesso das atividades do presente projeto.

Atualmente o COPDT/MAPA dispõe de dois (02) Vector Network Analyser que cobrem toda a faixa de frequência que será abordada no projeto. O laboratório de caracterização eletromagnética em ondas guiadas encontra-se em pleno funcionamento e apto para o desenvolvimento do projeto, não sendo necessário nenhuma aquisição nesta fase inicial do projeto. A pesquisa atual na área de materiais absorvedores trabalha no desenvolvimento de materiais carbonosos e ferritas. Muitos destes materiais são produzidos dentro do COPDT. No entanto, o grande desafio é a busca por um material com um índice de absorção acima de -10dB, ou seja, 90% de atenuação, um material com baixa tangente de perda e um material com capacidade de blindar as ondas eletromagnéticas. Porém a produção de um material absorvedor leve e com possibilidade de ser embarcado em satélites ainda é um grande desafio. A implementação da MEEL já dispõe das antenas necessárias para os testes iniciais, porém o projeto das porta amostras, montagem e alinhamento das antenas são necessários. Uma parte importante do projeto é a construção de antenas e filtros eletromagnéticos, porém inicialmente, o projeto irá trabalhar com antenas adquiridas no mercado.

#### **4.1.2 - 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 de Materiais Absorvedores de Radiação Eletromagnética 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 materiais absorvedores de radiação eletromagnética (MARE), materiais com capacidade de blindar e materiais transparentes as ondas eletromagnéticas 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.

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

**Objetivo Específico 2:** Produção de Materiais Absorvedores de Radiação Eletromagnética. (OG-1).

**Objetivo Específico 3:** Caracterização Eletromagnética em Ondas Guiadas das Amostras Produzidas (OG-1).

**Objetivo Específico 4:** Escolha dos Materiais a Serem Caracterizados em Espaço Livre (OG-1), com base em requisitos e aplicações específicas para banda de operação.

**Objetivo Específico 5:** Produção de Amostras para Ensaios de Caracterização em Espaço Livre (OG-1).

**Objetivo Específico 6:** Caracterização de amostras e material (ou materiais) selecionado(s) em mesa de ensaios de espaço livre (MEEL) (OG-1).

**Objetivo Específico 7:** Análise e documentação de resultados dos ensaios (OG-1).

**Objetivo Específico 8:** Capacitação da equipe envolvida (OG-2).





#### 4.1.3 - Insumos

##### 4.1.3.1 – Custeio

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

##### 4.1.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categ oria/n ível	Meses	Quanti dade
4.1.1	Profissional com formação em Engenharia Elétrica, Eletrônica, Telecomunicações 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	Ciências e Tecnologias Espaciais; Sensores e Atuadores Espaciais; Eletromagnetismo aplicado em RF, Antenas; Materiais Absorvedores de Radiação Eletromagnética (MARE); Design assistido por computador (CAD), Engenharia Computacional; Manufatura Mecânica; Mecatrônica/Automação	1	D-B	5	*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 - Design/projeto de aparatos de fixação	1	Design/projeto concluído	X (2 meses)	

de antenas para uso na mesa de ensaios em espaço livre.				
Atividade 2 - Fabricação de aparatos de fixação de antenas na mesa de ensaios em espaço livre.	1	Aparatos de fixação fabricados	X (1 meses)	
Atividade 3 - Montagem de aparatos de fixação de antenas na mesa de ensaios em espaço livre.	1	Aparatos de fixação montados	X (1 meses)	X (1 mes)

#### 4.1.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre			
	2022		2023	
	1	2	1	2
Atividade 1 - Design/projeto de aparatos de fixação de antenas para uso na mesa de ensaios em espaço livre.		X (2 meses)		
Atividade 2 - Fabricação de aparatos de fixação de antenas na mesa de ensaios em espaço livre.		X (1 meses)		
Atividade 3 - Montagem de aparatos de fixação de antenas na mesa de ensaios em espaço livre.		X (1 meses)	X (1 mes)	

#### 4.1.1.6 – 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				
			2022	2023	2024	2025	2026
Produto 1 - Design/projeto de aparatos de fixação de antenas para mesa de espaço livre	1	Desenho detalhado dos aparatos de fixação concluídos	X (2 meses)				

Produto 2 - Aparatos mecânicos de fixação de antenas na mesa de ensaios em espaço livre fabricados.	1	Aparatos fabricados	X (1 meses)				
Produto 3 - Montagem mecânica da mesa de ensaios em espaço livre (MEEL).	1	Montagem mecânica da MEEL concluída	X (1 mes)	X (1 mes)			

#### 4.1.7 – Resultados Esperados

Conforme métricas apresentadas em [1].

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
Resultado 1 - Desenho detalhado dos aparatos de fixação de antenas desenvolvidos	1	Design/projeto pronto para fabricação	X (2 meses)	
Resultado 2 - Aparatos mecânicos de fixação de antenas na mesa de ensaios em espaço livre fabricados	1	Aparatos prontos para instalação e montagem	X (1 meses)	
Resultado 3 - Mesa de ensaios em espaço livre (MEEL) mecanicamente funcional.	1	Montagem mecânica da MEEL concluída	X (1 mes)	X (1 mes)

#### 4.1.8 - Recursos Solicitados

Custeio:

Custeio	Valor (R\$)
Diárias	0,00

Passagens	0,00
Total (R\$)	0,00

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Mese s	Quantid ade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00	-	-	-
	B	4.160,00	5	*1	20.800,00
	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

Bolista PCI-A;  
 Dr. Maurício Ribeiro Baldan;  
 Dra. Sayuri Okamoto;  
 Dr. Isaías Oliveira;  
 Dr. Sérgio Mineiro.

#### 4.1.10 - Referências Bibliográficas

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

[2] B. A. Munk, Frequency Selective Surfaces: Theory and Design. Danvers, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2000.

[3] F. Costa, M. Borgese, M. Degiorgi, and A. Monorchio, "Electromagnetic characterisation of materials by using transmission/reflection (T/R) devices," Electron., vol. 6, no. 4, p. 27, 2017.

[4] C.R. Paul, Introduction to electromagnetic compatibility, John Wiley & Sons, Inc., 2006

[5] C. A. Balanis, Antenna Theory Analysis and Design, John Wiley & Sons, Inc., 2006

**Projeto 4:** Projeto de Desenvolvimento e de Pesquisas dos Laboratórios Associados

**Subprojeto 4.2:** Caracterização e Produção de Cerâmicas de Alta Temperatura, Ensaios Eletromagnético (Sistemas Guiados) e Avaliação em Ambiente de Macrogravidade com controle de Temperatura”

#### **4.2.1 – 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 7736148, processo SEI n° 01340.003235/2021-06 com o título “Desenvolvimento de materiais absorvedores de radiação eletromagnética com o

objetivo de atenuar, com a produção de filtros eletromagnéticos, ou blindar interferências eletromagnéticas causadas por dispositivos eletrônicos em ambiente aeroespacial.” e TAP [7512032](#), processo SEI n° 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 sinterizados 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 espaciais, em especial, no contexto de materiais absorvedores de radiação eletromagnética (MARE), filtros eletromagnéticos (FE), e/ou blindagem eletromagnética e radomes (RD) os quais possuem aplicações na proteção de sistemas e dispositivos eletrônicos embarcados em satélites.

De forma contextual, a função primária de um filtro eletromagnético é proteger um dispositivo eletrônico. No setor aeroespacial a transmissão e recepção de dados pode sofrer influência de diferentes dispositivos acoplados ao satélite. Neste sentido, FE devem ser utilizados para minimizar as perdas de sinais e aumentar a eficiência dos dispositivos.

Destaca-se ainda que a transmissão e recepção de dados é um dos principais parâmetros para dispositivos de comunicação sem fio, radares e redes locais. A eliminação de sinais espúrios aumenta significativamente a performance dos equipamentos. Assim, busca-se a solução de compromisso ótimo na produção de um material, agregando-se alta capacidade de atenuação de onda eletromagnética (superior a 90 % de atenuação), e ainda almejando-se a obtenção de um material leve. O desenvolvimento de MARE, filtros eletromagnéticos ou a blindagem eletromagnética, tem se tornado cada vez mais relevante, uma vez que dispositivos eletrônicos geram poluição eletromagnética que são prejudiciais a outros sistemas. A produção de materiais transparentes a radiação eletromagnética também serão objeto de estudo, visando aplicações em RD. Os materiais produzidos serão caracterizados em sistemas guiados. Posteriormente os materiais serão submetidos a testes em macrogravidade ( $g > 1$ ) e temperatura para garantir que as propriedades eletromagnéticas não sejam alteradas durante o lançamento

do satélite. Na Terra a macrogravidade, também chamada de alta gravidade ou altas acelerações, ocorre com quando há a combinação da força centrípeta com a força peso, resultando em acelerações maiores do que a gravidade terrestre ( $g = 9,806 \text{ m/s}^2$ ). Tais atividades compreendem a montagem, calibração e execução dos ensaios em magrogravidade com controle de temperatura, que visam estudar o comportamento eletromagnético de materiais sob o efeito de macrogravidade e temperatura [2,3]. Para isso, uma centrífuga com um forno acoplado será montado. A centrífuga encontra-se em fase de implementação, e compõe, deste modo parte essencial da infraestrutura laboratorial em termos de equipamentos necessários para o sucesso das atividades do presente projeto.

Uma etapa importante a ser considerada é a produção de materiais cerâmicos que suportam altas temperaturas e que possam ser utilizados como MARE, FE e RD. A produção desses materiais poderá ser realizada através nos fornos dos nossos laboratórios. As faixas espectrais eletromagnéticas de interesse no presente projeto compreendem as bandas, X (8.2 GHz – 12.4 GHz), Ku (12.4 GHz – 18 GHz), K (18 GHz– 26.5 GHz) e Ka (26.5 GHz – 40 GHz). Atualmente o COPDT/MAPA dispõe de dois (02) Vector Network Analyser (VNA) que cobrem toda a faixa de frequência que será abordada no projeto. O laboratório de caracterização eletromagnética em ondas guiadas encontra-se em pleno funcionamento e apto para o desenvolvimento do projeto, não sendo necessário nenhuma aquisição nesta fase inicial do projeto. A pesquisa atual na área de materiais absorvedores trabalha no desenvolvimento de materiais carbonosos e ferritas no entanto a produção de cerâmicas de alta temperatura visando aplicações espaciais ainda é um grande desafio. Com a implementação da centrífuga será possível avaliar diversos materiais em diferentes condições de macrogravidade e temperatura, visando a manutenção das propriedades eletromagnéticas.

#### **4.2.2 - 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 de Materiais Absorvedores de Radiação Eletromagnética está alinhado através das seguintes competências relacionadas no Artigo 68 Regimento Interno do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Portaria N<sup>o</sup> 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 materiais absorvedores de radiação eletromagnética (MARE), FE e RD 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 Materiais Absorvedores de Radiação Eletromagnética, FE e RD – Materiais cerâmicos e não cerâmicos. (OG-1).

Objetivo Específico 3: Caracterização Eletromagnética em Ondas Guiadas das Amostras Produzidas (OG-1).

Objetivo Específico 4: Escolha dos Materiais a Serem Caracterizados em ambiente de microgravidade e temperatura (OG-1), com base em requisitos e aplicações específicas para banda de operação.

Objetivo Específico 5: Produção de Amostras para Ensaios a serem caracterização em ambiente de microgravida e temperatura (OG-1).

Objetivo Específico 6: Caracterização de amostras e material (ou materiais) selecionado(s) em mesa de ensaios de espaço livre (MEEL) (OG-1).

Objetivo Específico 7: Design, fabricação e testes de protótipos tubeiras e radomes para serem testados em mesa de espaço livre (OG-1).

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

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

### **4.2.3 - Insumos**

#### **4.2.3.1 – Custeio**

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	Quantidade
4.2.1	Profissional com formação em Engenharia Elétrica, Eletrônica, Telecomunicações, de Materiais e 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	Ciências e Tecnologias Espaciais; Atuando nas áreas de Sensores e Atuadores Espaciais; Eletromagnetismo aplicado em RF, Design assistido por computador (CAD), Engenharia Computacional; Produção e Caracterização de Materiais via Plasma; Manufatura Mecânica; Mecatrônica/Automação Materiais Absorvedores de Radiação Eletromagnética (MARE); Química, Física; Tecnólogo.	1	D-B	5	*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	2022	2023
Atividade 1 – Adequação da infraestrutura laboratorial para a instalação dos ensaios de microgravidade com controle de temperatura.	1	Projeto do laboratório	X (1 mês)	
Atividade 2 – Montagem de instrumentação para o controle da centrífuga e do forno	1	Montagem da Instrumentação	X (2 meses)	
Atividade 3 - Montagem de um forno adequado para a análise das amostras produzidas e caracterizadas em sistema guiado.	1	Projeto do Forno	X (1 mes)	X (1 mes)



Atividade 4 - Teste da centrífuga e do forno acoplado – Curvas de calibração	1	Curvas de Calibração		
------------------------------------------------------------------------------	---	----------------------	--	--

#### 4.2.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Metas			
	2022		2023	
	1	2	1	2
Atividade 1 - Adequação da infraestrutura laboratorial para a instalação dos ensaios de macrogravidade com controle de temperatura		X		
Atividade 2 - Montagem de instrumentação para o controle da centrífuga e do forno.		X		
Atividade 3 - Montagem de um forno adequado para a análise das amostras produzidas e caracterizadas em sistema guiado.			X	
Atividade 4 - Teste da centrífuga e do forno acoplado – Curvas de calibração				

#### 4.2.6 – Produtos

Conforme descrição de métricas apresentadas.

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
Produto 1 - Design/projeto da centrífuga e do forno acoplado	1	Projeto da Centrífuga e do Forno acoplado	X	
Produto 2 – Projeto da instrumentação de controle da centrífuga e do forno.	1	Projeto do controle eletrônico da centrífuga e do forno.	X	
Produto 3 - Montagem de um forno adequado para a análise das amostras produzidas e caracterizadas em sistema guiado.	1	Projeto Executado com a montagem da centrífuga e do forno		X
Produto 4 – Curvas de calibração do forno e centrífuga.	1	Curvas de Calibração.		

#### 4.2.7 – Resultados Esperados

Conforme descrição de métricas apresentadas em [1].



Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
Resultado 1 - Desenho detalhado dos aparatos de fixação de antenas Desenvolvidos.	1	Design/projeto pronto para fabricação	X	
Resultado 2 - Aparatos mecânicos de fixação de antenas na mesa de ensaios em espaço livre fabricados	1	Aparatos prontos para instalação e montagem	X	
Resultado 3 - Mesa de ensaios em espaço livre (MEEL) mecanicamente funcional.	1	Montagem mecânica da MEEL concluída	X	
Resultado 4 - Instrumentação e sistemas de RF da mesa de ensaios em espaço livre instalados.	1	Instrumentos instalados na MEEL.		X

#### 4.2.8 - 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	5	*1	20.800,00
	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. Maurício Ribeiro Baldan;  
Dra. Sayuri Okamoto;  
Dr. Isaías Oliveira;  
Dr. Sérgio Mineiro.

#### **4.2.10 - Referências Bibliográficas**

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

[2] B. A. Munk, Frequency Selective Surfaces: Theory and Design. Danvers, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2000.

[3] F. Costa, M. Borgese, M. Degiorgi, and A. Monorchio, "Electromagnetic characterisation of materials by using transmission/reflection (T/R) devices," Electron., vol. 6, no. 4, p. 27, 2017.

[4] C.R. Paul, Introduction to electromagnetic compatibility, John Wiley & Sons, Inc., 2006

[5] C. A. Balanis, Antenna Theory Analysis and Design, John Wiley & Sons, Inc., 2006

**Projeto 4:** Projeto de desenvolvimento e de pesquisa dos Laboratórios Associados.

**Subprojeto 4.3:** Desenvolvimento, síntese e caracterização, do conjunto eletrodo, membrana eletrodo (MEA), de uma célula a combustível alcalina a etanol direto (ADEFEC)

#### **4.3.1 – Introdução**

Este subprojeto está alinhado ao Projeto 4 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 400077/2022-1, disponível na página do INPE. Este trabalho relaciona-se ao Termo de Abertura de Projeto (TAP) cujo título é o Desenvolvimento de Célula a Combustível, o qual possui processo no SEI de número 01340.003046/2021-25.

O aquecimento global vem sendo observado e pesquisado ao longo dos últimos 50 anos, mais intensamente a partir da segunda metade da década de 80 em diante. Os estudos têm mostrado uma contribuição muito significativa por parte de combustíveis fósseis para o efeito estufa, proporcionado por emissão de carbono de origem fóssil (ZAKARIA et al., 2021) (SUNDARRAJAN; ALLAKHVERDIEV; RAMAKRISHNA, 2012). A emissão em larga escala de gases de efeito estufa tem como consequência as mudanças climáticas cujos efeitos já estão ocorrendo atualmente (ALIAS et al., 2020). Buscando minimizar ou zerar esses poluentes, a indústria a nível mundial tem caminhado na direção da eletrificação tanto na mobilidade, aérea, terrestre e naval como em soluções de uso residencial. Na área aeroespacial não é diferente. Busca-se desenvolver sistemas mais eficientes porque são compactos e leves, o que permite reduzir as dimensões e as massas de satélites artificiais. Além disso, para otimizar a massa total a ser transportada, torna-se relevante reduzir o número de componentes empregados nos veículos e satélites por meio da integração dos sistemas já existentes. Neste contexto, tem se intensificado as pesquisas por fontes energéticas de baixo impacto ambiental e de alta eficiência (RAHIM et al., 2020) (ZAKARIA et al., 2021).

Por uma questão de disponibilidade tecnológica, as soluções atuais estão em grande parte voltadas ao uso de baterias. Estes são elementos pesados, com baixa densidade energética e com vida útil encurtada pelos ciclos de recarga (ALIAS et al., 2020) (KAMARUDIN et al., 2007) (KAMARUDIN; ACHMAD; DAUD, 2009) (ONG; KAMARUDIN; BASRI, 2017). A célula a combustível são dispositivos galvânicos capazes de converter a energia química do combustível em energia elétrica. Dentre os tipos de célula a combustível destaca-se as DLFC (Direct liquid fuel Cell) que utilizam combustíveis líquidos (ex. etanol) e apresentam-se como dispositivos capazes de operar com elevada eficiência (acima de 50%), condição impraticável para as máquinas térmicas trabalhando de modo otimizado, em ciclo combinado além de elevada densidade energética (WENDT; GÖTZ; LINARDI, 2000)(SCHULTZ, THORSTEN; ZHOU, SU; SUNDMACHER et al., 2017). Enquanto as baterias atuais possuem densidade energética na faixa de 30 a 180 Wh/kg, as LFCs operando com etanol apresentam 7000 Wh/kg, ou seja, mais de uma ordem de grandeza acima (ZAKARIA et al., 2021). Estas duas características condicionam as LFCs como uma importante forma de geração

de energia renovável, capaz de substituir no futuro, as fontes fósseis e as baterias atuais (KAMARUDIN et al., 2007).

No Brasil, devido à alta disponibilidade e ao baixo custo, o etanol pode ser utilizado como combustível em diversas aplicações (WENDT; GÖTZ; LINARDI, 2000). Dessa forma, torna-se necessário obter um sistema capaz de converter o etanol em energia elétrica com alta eficiência (MATOS et al., 2020) (PINHEIRO et al., 2020) (SOUZA et al., 2020). A aplicação da DLFC para combustíveis líquidos ainda possui alguns desafios tecnológicos a serem ultrapassados. Dentre eles destaca-se o fato de utilizarem combustíveis que contêm carbono em sua estrutura. Tal fato irá gerar em uma etapa intermediária da oxidação a formação da substância química CO que provoca o rápido envenenamento do catalisador (GERALDES et al., 2015) (WENDT; GÖTZ; LINARDI, 2000). Neste contexto, as pesquisas na área de DLFC objetivaram sistemas catalíticos compostos de catalisadores binários ou ternários de forma a impedir o rápido envenenamento por CO. Outro desafio para utilização do etanol nas DLFC é a temperatura de operação. Atualmente, por limitação dos materiais que compõem as membranas utilizadas como eletrólito a temperatura de operação é baixa próxima de 80°C. Porém, neste tipo de sistema, deve-se operar a célula a temperaturas mais elevadas, fato que promove a rota de formação do CO<sub>2</sub> como produto da reação e eleva a quantidade de elétrons trocada que por consequência aumenta a eficiência do dispositivo.

No que se refere desenvolvimento científico na área de células a combustível o INPE realizou na década de 90 e 2000 pesquisas que resultaram no depósito de várias patentes no INPI (ALFREDO JOSE ALVIM DE CASTRO et al., 2007a) (ALFREDO JOSE ALVIM DE CASTRO et al., 2007b) (ALFREDO JOSE ALVIM DE CASTRO et al., 2007c) (LUIZ ANTONIO WAACK BAMBACE et al., 2000) (LUIZ ANTONIO WAACK BAMBACE et al., 2003a) (LUIZ ANTONIO WAACK BAMBACE et al., 2003b) (LUIZ ANTÔNIO WAACK BAMBACE et al., 2007) e publicação de artigos. Posteriormente, com este desenvolvimento foi possível desenvolver com a PETROBRÁS um projeto sobre célula a combustível intitulado: Desenvolvimento de Células a Combustível com Convecção Capilar (projeto C3E) o qual foi encerrado em 2009. Após esta data a pesquisa em Célula a Combustível não foi continuada no Instituto. Atualmente a Coordenação de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico possui um grupo de pesquisa o MAPA (Materiais Avançados e Pesquisa Aeroespacial) que desenvolve estudos em acumuladores de energia abrangendo Células a Combustível, Baterias e Supercapacitores. O presente trabalho tem por objetivo desenvolver o eletrólito e os eletrocatalisadores dos eletrodos (ânodo e cátodo) bem como a produção do conjunto eletrodo-membrana-eletrólito (MEA) aplicável a uma célula a combustível alcalina a etanol direto.

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

Objetivo Geral 1 (OG1). Desenvolver uma célula a combustível alcalina a etanol direto para atender as demandas energéticas de uma determinada missão do setor aeroespacial, tendo em vista obter-se o domínio no desenvolvimento de processos, caracterização e aplicação de materiais

(eletrólito e eletrodos) que permitam converter a energia química do etanol em energia elétrica.

Objetivo Geral 2 (OG 2): Prover meios para capacitação técnica de alto nível (recursos humanos) para atividades envolvendo processos, caracterização e aplicação de materiais avançados aeroespaciais.

Para a consecução deste objetivo foram estabelecidos:

Objetivo Específico 1: Levantamento bibliográfico sobre a temática do projeto (OG1).

Objetivo Específico 2: Desenvolvimento dos eletrocatalisadores baseados em carbono e incorporados com nanopartículas metálicas de forma a permitir a oxidação do etanol e a redução do oxigênio (OG1).

Objetivo Específico 3: Caracterização morfológica, estrutural e composição dos eletrocatalisadores desenvolvidos (OG1).

Objetivo Específico 4: Produção dos eletrodos (ânodo e cátodo) com elevada condutividade elétrica, e alta permeabilidade iônica e hermeticidade quanto ao etanol ou oxigênio (OG1).

Objetivo Específico 5: Caracterização eletroquímica dos processos oxidativos do etanol e avaliação do desempenho cinético dos eletrodos produzidos (OG1).

### 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	Quantidade
4.3.1	Profissional com formação em Química ou áreas afins, com 10 (dez) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de	Química; Engenharia e Tecnologia Espacial Processos físicos e químicos de materiais	1	D-A	5	*1

	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	metálicos e de carbono; Química de superfície; Técnicas e Processos Eletroquímicos				
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--	--

\* 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				
			Mês-1	Mês-2	Mês-3	Mês-4	Mês-5
Atividade 1- Levantamento Bibliográfico sobre a temática do projeto.	1	Estado da arte do tema do projeto	X	X	X		
Atividade 2- Síntese dos eletrocatalisadores baseados em carbono e nanopartículas metálicas.	2	Eletrocatalisadores para a eletrooxidação de etanol sintetizados		X	X		
Atividade 3- Caracterização morfológica, estrutural e composição dos eletrocatalisadores sintetizados.	3	Morfologia, estrutura e composição dos eletrocatalisadores caracterizados			X	X	
Atividade 4- Produção dos eletrodos (ânodo e cátodo).	4	Eletrodos (ânodo e cátodo) produzidos				X	X
Atividade 5- Caracterização eletroquímica dos processos oxidativos do	5	Processos oxidativos do etanol qualificados e desempenho				X	X



etanol e avaliação do desempenho cinético dos eletrodos produzidos.		cinético dos eletrocatalisadores avaliado.					
---------------------------------------------------------------------	--	--------------------------------------------	--	--	--	--	--

#### 4.3.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Período - mês				
	Mês-1	Mês-2	Mês-3	Mês-4	Mês-5
Atividade 1- Levantamento Bibliográfico sobre a temática do projeto.	X	X	X		
Atividade 2- Síntese dos eletrocatalisadores baseados em carbono e nanopartículas metálicas.		X	X		
Atividade 3- Caracterização morfológica, estrutural e composição dos eletrocatalisadores sintetizados.			X	X	
Atividade 4- Produção dos eletrodos (ânodo e cátodo).				X	X
Atividade 5- Caracterização eletroquímica dos processos oxidativos do etanol e avaliação do desempenho cinético dos eletrodos produzidos.				X	X

#### 4.3.6 – Produtos

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

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Período - mês				
			Mês-1	Mês-2	Mês-3	Mês-4	Mês-5
Produto 1- Revisão da Literatura sobre a temática do projeto.	1	Temática do projeto revisada	X	X	X		
Produto 2- Eletrocatalisadores	2	Eletrocatalisadores		X	X		



ores baseados em carbono e nanopartículas metálicas.		qualificados para a funcionamento da célula a combustível alcalina a etanol					
Produto 3- Características da Morfologia, Estrutura e Composição dos eletrocatalisadores sintetizados.	3	Aspecto da Morfologia, estrutura e composição analisados			X	X	
Produto 4- Eletrodos (ânodo e cátodo) da célula a combustível	4	Eletrodos (ânodo e cátodo) produzidos				X	X
Produto 5- Análise dos Processos eletro-oxidativos do etanol e desempenho cinético dos eletrodos	5	Processos eletro-oxidativos do etanol e desempenho cinético dos eletrodos avaliados.				X	X

#### 4.3.7 – Resultados Esperados

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

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Período - mês				
			Mês-1	Mês-2	Mês-3	Mês-4	Mês-5
Resultado 1- Levantamento bibliográfico atualizado	1	Estado da arte do tema do projeto	X	X	X		
Resultado 2- Obtenção de eletrocatalisadores	2	Eletrocatalisadores prontos			X	X	

baseados em carbono e incorporados com nanopartículas metálicas qualificados para a oxidação do etanol e a redução do oxigênio		para a produção dos eletrodos.					
Resultado 3- Caracterização da Morfologia, Estrutura e Composição dos eletrocatalisadores sintetizados	3	Propriedades físico-químicas dos eletrocatalisadores			X	X	
Resultado 4- Produção dos eletrodos qualificados para a oxidação do etanol e redução do oxigênio	4	Materiais de eletrodos prontos para a montagem da célula a combustível desenvolvida.				X	X
Resultado 5- Caracterização dos Processos eletro-oxidativos do etanol e desempenho cinético dos eletrodos	5	Rota catalítica do etanol no processo de conversão de energia				X	X

#### 4.3.8 - Recursos Solicitados

Custeio:

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

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Mese s	Quantid ade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00	5	*1	26.000,00
	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\$)					26.000,00

\* 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

Bolista PCI-A;

Dr. Isaías Oliveira;

Dr. Maurício Ribeiro Baldan;

Dra. Sayuri Okamoto;

Dr. Sérgio Mineiro.

#### 4.3.10 - Referências Bibliográficas

ALFREDO JOSE ALVIM DE CASTRO et al. PI0705313-4 Cátodo para célula a combustível de microtubos de paredes porosas de níquel nanoestruturadas ativadas com catalisador, 2007a.

ALFREDO JOSE ALVIM DE CASTRO et al. PI0705320-7 Anodo para célula combustível baseado em microtubos com paredes porosas nanoestruturados, 2007b.

ALFREDO JOSE ALVIM DE CASTRO et al. PI0705800-4 B1 Catalisador de espuma metálica nanoestruturada, 2007c.

ALIAS, M. S. et al. Active direct methanol fuel cell: An overview. International Journal of Hydrogen Energy, v. 45, n. 38, p. 19620–19641, 2020.

GERALDES, A. N. et al. Palladium and palladium-tin supported on multi wall carbon nanotubes or carbon for alkaline direct ethanol fuel cell. Journal of Power Sources, v. 275, p. 189–199, 2015.

KAMARUDIN, S. K. et al. Overview on the challenges and developments of micro-direct methanol fuel cells (DMFC). Journal of Power Sources, v. 163, n. 2, p. 743–754, 2007.

KAMARUDIN, S. K.; ACHMAD, F.; DAUD, W. R. W. Overview on the application of direct methanol fuel cell (DMFC) for portable electronic devices. *International Journal of Hydrogen Energy*, v. 34, n. 16, p. 6902–6916, 2009.

LUIZ ANTÔNIO WAACK BAMBACE et al. PI0003436-3 Eletrodo de Convecção Capilar para célula a combustível, 2000.

LUIZ ANTÔNIO WAACK BAMBACE et al. PI0301413-4A - Catalisador suportado por filme transferível de altas áreas específicas e fração de vazio para sistema de catálise com escoamento de reagentes, 2003a.

LUIZ ANTÔNIO WAACK BAMBACE et al. PI0301416-9 A - Sistema de tubos de paredes eletrodepositadas para célula a combustível, 2003b.

LUIZ ANTONIO WAACK BAMBACE et al. PI0705309-6 B1 Eletrodo para célula a combustível baseado em microtubos de paredes porosas nanoestruturadas de material carbonetado, 2007.

MATOS, B. R. et al. Properties and DEFC tests of Nafion - Functionalized titanate nanotubes composite membranes prepared by melt-extrusion. *Journal of Membrane Science*, v. 604, n. October 2019, p. 118042, 2020.

ONG, B. C.; KAMARUDIN, S. K.; BASRI, S. Direct liquid fuel cells: A review. *International Journal of Hydrogen Energy*, v. 42, n. 15, p. 10142–10157, 2017.

PINHEIRO, V. S. et al. Sn-containing electrocatalysts with a reduced amount of palladium for alkaline direct ethanol fuel cell applications. *Renewable Energy*, v. 158, p. 49–63, 2020.

RAHIM, S. A. N. M. et al. A review of recent developments on kinetics parameters for glycerol electrochemical conversion – A by-product of biodiesel. *Science of the Total Environment*, v. 705, p. 135137, 2020.

SCHULTZ, THORSTEN; ZHOU, SU; SUNDMACHER, K. et al. Advances in stationary and portable fuel cell applications. *International Journal of Hydrogen Energy*, v. 42, n. 5, p. 1223–1233, 2017.

SOUZA, F. M. et al. Niobium increasing the electrocatalytic activity of palladium for alkaline direct ethanol fuel cell. *Journal of Electroanalytical Chemistry*, v. 858, p. 113824, 2020.

SUNDARRAJAN, S.; ALLAKHVERDIEV, S. I.; RAMAKRISHNA, S. Progress and perspectives in micro direct methanol fuel cell. *International Journal of Hydrogen Energy*, v. 37, n. 10, p. 8765–8786, 2012.

WENDT, H.; GÖTZ, M.; LINARDI, M. Fuel cell technology. *Quimica Nova*, v. 23, n. 4, p. 538–546, 2000.

ZAKARIA, Z. et al. The progress of fuel cell for malaysian residential consumption: Energy status and prospects to introduction as a renewable

power generation system. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 144, n. June 2020, p. 110984, 2021.

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

**Subprojeto 4.4:** Estudo e proposta de política de gerenciamento de dados em escala de terabytes e petabytes.

### **4.4.1 – 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 444327/2018-5, 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”.

#### **4.4.2 - 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).

#### 4.4.3 - Insumos

##### 4.4.3.1 – Custeio

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	Quantidade
4.4.1	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 a 3	D-A	5	*1



\* - 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

Descrever as atividades que levarão ao cumprimento dos objetivos específicos do projeto 1.

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
Atividade 1 – Estudo das metodologias e boas práticas de gerenciamento de dados.	1	Relatório resumando 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

#### 4.4.5 – 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								

#### 4.4.6 – 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
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----	--------------------------------	--	---

#### 4.4.7 – 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

#### 4.4.8 - 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	5	*1	26.000,00
	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\$)					26.000,00

\* - 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-A;

Msc. Ivan Márcio Barbosa.

Dr. Rafael Santos;

Dr. Gilberto Queiroz;

#### **4.4.10 - 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 4.5:** Desenvolvimento de catalisador para decomposição de peróxido de hidrogênio nas condições adequadas para avaliação em protótipo de propulsor 2N.

### **4.5.1 – Introdução**

Os propulsores químicos convencionais usados em sistemas propulsivos de satélites e motores de apogeu fazem uso de um propelente tóxico, cancerígeno, letal e classificado como substância explosiva pelo Exército Brasileiro denominada hidrazina. Para diminuição do impacto ambiental e visando a saúde das pessoas, vem sendo desenvolvido, internacionalmente, tecnologias para emprego de propelentes atóxicos com mínimo de prejuízo para o meio ambiente.

Dentre as diversas substâncias candidatas ao uso como propelente limpo, temos o peróxido de hidrogênio conhecido popularmente como água oxigenada que, em concentração acima de 85%, podem ser usadas com esta finalidade. Sua reação de decomposição produz vapor de água e gás oxigênio que não prejudica o nosso ecossistema. O óxido nitroso é outro propelente, conhecido como gás hilariante, sua decomposição fornece como produto gases nitrogênio e oxigênio que também não agridem a natureza.

A aplicação destas substâncias como propelentes em propulsores para controle de órbita e atitude em sistemas monopropulsivos, dependem basicamente, do desenvolvimento de um catalisador que, além de decompor estes produtos, suporte as condições impostas nas operações de lançamento e do meio da reação química de decomposição de cada um destes propelentes.

Já as células a combustíveis, necessitam de um eletrocatalisador para o seu funcionamento. Os eletrocatalisadores são substâncias que aliadas a um eletrodo de referência e um contra eletrodo, atuam no sistema tanto de uma célula a combustível, como de um capacitor ou mesmo de uma bateria. Os eletrocatalisadores trabalham neste sistema como um anodo ou como um catodo e permitem que ocorra a migração de elétrons para que possam ser convertidos a energia nestes dispositivos.

Tanto os catalisadores dos sistemas propulsivos como os eletrocatalisadores são geralmente, compostos de uma substância utilizadas como suporte com propriedades de porosidades adequadas para espalhamento do material ativo revestidas com este material ativo que permite a ocorrência de tais reações. No caso dos catalisadores dos sistemas propulsivos, as substâncias impregnadas na superfície do suporte são metais nobres ou óxidos ou ainda, misturas de óxidos de metais de transição que aceleram a decomposição do propelente em temperaturas mais baixas.

Enquanto, os eletrocatalisadores, possuem como suporte, materiais carbonosos com alta micro porosidade em cuja superfície são impregnados metais ativos com cargas iônicas para fornecer os meios necessários para ocorrência da migração eletrônica no sistema.

Neste projeto, pretende-se desenvolver e montar a infraestrutura necessária para um laboratório de impregnação de suportes cerâmicos e de suportes carbonosos permitindo que sejam realizadas impregnações destes suportes desenvolvidos pelo grupo MAPA/ CNPq do INPE por métodos de impregnação tanto úmidas como secas. Para caracterizar a eficiência destas impregnações, bem como quantificar as espécies iônicas presentes na superfície destes catalisadores e eletrocatalisadores; o uso de um espectrômetro de fotoelétrons excitados por raios X (XPS) e um analisador de traços de íons metálicos por voltametria e polarografia (VA) tornam-se imprescindível para conhecer a quantidade de elétrons que possam ser envolvidas nas reações eletroquímicas e nas reações químicas redox das decomposições do peróxido de hidrogênio e do óxido nítrico.

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 e 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)

#### **4.5.2 - Objetivo Geral**

O Objetivo Geral deste projeto visa obtenção de um laboratório montado e adaptado para obtenção e caracterização de catalisadores e eletrocatalisadores aplicados em células a combustível e em sistemas propulsivos de satélites. Que são considerados como uma tecnologia crítica para funcionamento de monopropulsores do controle de atitude e altitude de satélites e geração de energia para dispositivos armazenadores de energia. 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:** Organização e adequação da sala 25 do prédio do circuito impresso para montagem de um laboratório de impregnação e adsorção.

**Objetivo Específico 2:** Adequação do sistema elétrico da sala 25 de acordo com os equipamentos necessários para impregnação dos materiais cerâmicos e materiais carbonosos.

**Objetivo Específico 3:** Apoio nas operações de impregnação dos materiais a serem utilizados nos projetos.

**Objetivo Específico 4:** Iniciar operacionalização do equipamento de caracterização Espectrômetro de fotoelétrons excitados por raios X (XPS).

**Objetivo Específico 5:** Instalar e operacionalizar o equipamento de caracterização analisador de traços de íons metálicos por voltametria e polarografia (VA Professional).

#### 4.5.3 - Insumos

##### 4.5.3.1 – Custeio

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

##### 4.5.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria /nível	Meses	Quantidade
4.5.1	Profissional com formação em Engenharia de Controle e Automação e 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 e Tecnologias Espaciais; Engenharia de Controle e Automação com especialização na área de materiais ou caracterização de materiais pela técnica de espectroscopia XPS	1	D-B	5	*1

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

#### 4.5.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023

Atividade 1 – planejamento e levantamento dos equipamentos necessários para um laboratório de impregnação e adsorção	1	Listagem dos equipamentos necessários para cada metodologia de impregnação	X	
Atividade 2 – estudo da infraestrutura a ser montado o laboratório de impregnação e adsorção	1,2	Planta com distribuição dos equipamentos e levantamento elétrico e de gases necessários	X	
Atividade 3 – montagem do laboratório	1	Laboratório de impregnação e adsorção montado	X	X
Atividade 4 – apoio ao uso da infraestrutura do laboratório	3	Catalisadores e eletrocatalisadores impregnados	X	X
Atividade 5 – iniciar operacionalização do espectrômetro fotoelétrons excitados por raios X (XPS)	4	Levantamento das necessidades para operacionalização do XPS	X	X
Atividade 6 – instalar e operacionalizar o VA profissional	5	VA profissional ligado e instalado	X	

#### 4.5.5 – 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										
Atividade 3		x	x									
Atividade 4		x	x									
Atividade 5		x	x									
Atividade 6		x										

#### 4.5.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023



Planta de distribuição dos equipamentos para compor laboratório de impregnação e adsorção	1,2	Layout do laboratório concluído	x	
Laboratório organizado e montado	2	Laboratório montado	x	x
XPS diagnosticado para operacionalização	4	Lista de peças necessárias para operacionalizar o equipamento	x	
Analizador de traços metálicos instalado e operacional	5	Equipamento VA profissional instalado	x	

#### 4.5.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
Laboratório de impregnação e adsorção montado	1,2,3	Disponibilização e existência de infraestrutura para impregnação de materiais	x	x
Equipamentos de caracterização e quantificação de espécies iônicas operacionais	4,5	Equipamentos de caracterização de superfície iônica instalado e funcionando	x	x

#### 4.5.8 - 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	5	*1	20.800,00
	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.

#### 4.5.9 - Equipe do Projeto

Bolsista PCI-B;  
Dra. Silvelene Alessandra Silva Dyar;  
Dra. Sayuri Okamoto;  
Dr. Isaías Oliveira;  
Dr. Maurício Ribeiro Baldan;  
Dr. Sérgio Mineiro.

#### 4.5.10 - Referências Bibliográficas

[1] GAO, J. et al. Nickel Catalysts Supported on Barium Hexaaluminate for Enhanced CO Methanation. **Industrial & Engineering Chemistry Research**, v.51, 10345-10353, 2012.

[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] Bailie, J. E.; Hutchings, G.J.; O'Leary, S. Encyclopedia of Materials: Science and Technology. Elsevier, 2001

## **Projeto 5:** Pesquisa e Desenvolvimento em Ciências Espaciais e Atmosféricas

**Subprojeto 5.1:** Modelagem de correntes geomagneticamente induzidas em redes de transmissão de energia elétrica usando modelos 3D de condutividade elétrica do interior da Terra.

### **5.1.1 – Introdução**

Este subprojeto consta no Projeto 5 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 400077/2022-1, disponível na página do INPE. Está relacionado ao Termo de Abertura de Projeto – TAP “Levantamento do mapa de condutividade do Brasil” (SEI número 01340.003261/2021-26).

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

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

Em princípio, as GICs podem ser medidas por amperímetros acoplados aos neutros de transformadores de subestações nas linhas de transmissão de energia. Porém, a impossibilidade prática de medir essas correntes em todos os pontos de contato dos sistemas tecnológicos aterrados tornou necessário o desenvolvimento de metodologias alternativas indiretas. O método mais usado baseia-se na determinação do campo geoeletrico induzido na superfície da Terra mediante a utilização de medidas de variações geomagnéticas em toda a região de interesse e do conhecimento da distribuição de condutividades em subsuperfície dessa mesma região. Uma vez determinado o campo geoeletrico, podem-se usar informações sobre a topologia e parâmetros elétricos das linhas de transmissão para calcular as GICs em qualquer ponto do sistema elétrico. O monitoramento e a previsão desses fenômenos são essenciais para a prestação do serviço de clima espacial. Isso se deve ao fato desse serviço englobar desde uma análise científica do estado do Sol e meio interplanetário para alimentar modelos de previsão necessários até a antecipação de danos



aos sistemas embarcados em satélites, proteção de linhas de transmissão de energia de alta potência, comunicação, geo-referenciamento, dentre outros.

### 5.1.2 - Objetivo Geral

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

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

**Objetivo Específico 1:** Investigar experimentalmente as variações temporais do campo magnético terrestre no país, associadas a processos eletrodinâmicos em meios ionizados, com conseqüente geração e propagação de pulsações geomagnéticas na magnetosfera e ionosfera, e, também, sobre o fenômeno de indução eletromagnética no interior da Terra e modelagem de séries temporais de estações. Para atingir esse objetivo serão realizadas as seguintes atividades:

1. Modelo 3D sobre a distribuição da condutividade elétrica no país;
2. Interpolar o campo geomagnético no território do Brasil utilizando o método SECs para cálculo de  $dB/dt$ ;
3. Modelo LP para estimativa de GIC em baixa latitude.

**Objetivo Específico 2:** Elaboração de modelos físicos e computacionais do Sol, Meio Interplanetário, Magnetosfera, Ionosfera Equatorial e Geomagnetismo e suas interações. Atividades a serem desenvolvidas:

1. Desenvolvimento de modelos físicos em ambientes operacionais para o Clima Espacial;
2. Desenvolvimento de produtos de serviços de Clima Espacial.

**Objetivo Específico 3:** Expandir a rede de experimentos de superfície com ampla cobertura longitudinal e latitudinal, destinada a monitorar em alta resolução e continuamente os ambientes de interesse de clima espacial. Para atingir esse objetivo vai-se:

1. Instalar sensores de medidas de GICs em linhas de transmissão de energia elétrica.

### 5.1.3 - Insumos

#### 5.1.3.1 – Custeio

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

#### 5.1.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivos Específicos	PCI categoria /nível	Meses	Quantidade
5.1.1	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.	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	5	1

### 5.1.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
Modelo 3D sobre a distribuição da condutividade elétrica no país	1	Modelo desenvolvido e disponível para uso em avaliações de efeitos de GIC	Levantamento das sondagens de indução eletromagnética disponíveis; Uso de outras informações para complementar modelo em regiões inacessíveis	Primeira versão em operação

Interpolar o campo geomagnético no território do Brasil utilizando SECs para cálculo de dB/dt	1	Desenvolvimento de interface para usuário	Preparação do ambiente computacional para implementação	Validação dos resultados
Modelo LP para estimativa de GIC em baixa latitude	1	Desenvolvimento de mapa de intensidade para diferentes regiões onde se tem informação de condutividade elétrica	Preparação do ambiente computacional para implementação	Testes para validação dos resultados
Desenvolvimento de modelos físicos em ambientes operacionais para o Clima Espacial	2	Sistemas de programas implementados e funcionais	Finalização do algoritmo e testes	Aprimoramento e otimização
Expansão da rede de sensores do Clima Espacial	3	Equipamentos instalados e operacionais	Estudo de viabilidade dos sítios de observação	Sistema operando regularmente

### 5.1.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre			
	2022		2023	
	1	2	1	2
Modelo 3D sobre a distribuição da condutividade elétrica no país		X	X	
Interpolar o campo geomagnético no território do Brasil utilizando SECs para cálculo de dB/dt		X	X	
Modelo LP para estimativa de GIC em baixa latitude		X	X	
Desenvolvimento de produtos de serviços de Clima Espacial			X	
Expansão da rede de sensores do Clima Espacial			X	

### 5.1.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023

Softwares e sistemas computacionais	1,2	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
Instrumento científico para observação em Heliofísica ou Astrofísica disponível para a comunidade científica	3	Número de sensores		3 (três) sensores GIC instalados

### 5.1.7 – 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 N° de publicações em relação ao total anual estabelecido para a CGCEA (Total = 50 publicações/ ano)		10% da meta anual de publicações da CGCEA
Contribuir para manter instrumentação de solo e/ou embarcada de interesse do EMBRACE (Meta do Plano de Trabalho INPE-AEB-AO 20VB-PO 0008-2018)	3	Número de instrumentos (Meta do EMBRACE = 5 por ano)		3

### 5.1.8 - 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	5	1	20.800,00
	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

### 5.1.9 - Equipe do Projeto

Joaquim Eduardo Rezende Costa, Lívia Ribeiro Alves, Antonio Lopes Padilha, Marcelo Banik de Pádua, Andrea Cristina Lima dos Santos Matos.

### 5.1.10 - Referências Bibliográficas

- [1] Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Plano Diretor do INPE 2016-2019: São José dos Campos, 2016.
- [2] Plano de Trabalho INPE-AEBE-TED 2018 - Ação 20VB e 20VC\_ final (Documento SEI: 01340.001474), 2018.
- [3] TAP – Termo de Abertura de Projeto número 01340.003261/2021-26.
- [4] Alves, L.; Padilha, A. Correntes geomagneticamente induzidas. Boletim SBGf, n. 98, p.21–23, 2017.
- [5] Chave, A. D.; Jones, A. G. The Magnetotelluric Method: Theory and Practice. New York: Cambridge University Press, 2012.
- [6] Costa, J. E. R.; Wrasse, C. M.; Pádua, M. B. Relatório descritivo - Programa de estudo e monitoramento brasileiro de clima espacial (EMBRACE). São José dos Campos, 2021.
- [7] Diogo, E. M. Modelagem de correntes geomagneticamente induzidas: Comparação de efeitos em diferentes latitudes. Tese (Doutorado) — Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, Brasil, 2018. Disponível em: <<http://urlib.net/8JMKD3MGP3W34R/3S6F62S>>.
- [8] Lehtinen, M.; Pirjola, R. Currents produced in earth conductor networks by geomagnetically-induced electric fields. Annales Geophysicae, v. 3, p. 479–484, 1985.
- [9] Pirjola, R. Review on the calculation of surface electric and magnetic fields and of geomagnetically induced currents in ground-based technological systems. Surveys in Geophysics, v. 23, n. 1, p. 71–90, 2002.



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

### **Subprojeto 5.2: Desenvolvimento e testes da instrumentação do radiotelescópio BINGO**

#### **5.2.1 – 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.

#### **5.2.2 - 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 Arduíno

### 5.2.3 - Insumos

#### 5.2.3.1 – Custeio

#### 5.2.3.2 – 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.
5.2.1	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	5	1

### 5.2.4 - 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 Arduíno

### 5.2.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre			
	2022		2023	
	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	

### 5.2.6 – 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 Arduíno programados e em funcionamento	Arduíno programado e com os sensores montados	Arduíno acoplado ao receptor para testes do sistema integrado

### 5.2.7 – 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 Arduíno 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 Nº 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
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------	---------------------------------------------------	---	---

### 5.2.8 - Recursos Solicitados

Custeio: Não se aplica

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	B	4.160,00	5	1	20.800,00

### 5.2.9 - 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

### 5.2.10 - 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)



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

### **Subprojeto 5.3: Desenvolvimento, testes de validação e aplicação do software de redução de dados do instrumento SPARC4**

#### **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, relacionado ao TAP SEI número 01340.003274/2021-03, SPARC4 – SIMULTANEOUS POLARIMETER AND RAPID CAMERA IN 4 BANDS.

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

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

Este projeto visa obter insumos do Programa de Capacitação Institucional (PCI) para o desenvolvimento, testes de validação e aplicação do software de redução de dados do instrumento SPARC4 – *Simultaneous Polarimeter and Rapid Camera in 4 bands* – em consonância com os objetivos estratégicos do

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). O SPARC4 [4] está em fase final de construção e será instalado no telescópio de 1,60 m do Observatório do Pico dos Dias (OPD) do Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA) também do MCTI. O projeto SPARC4 é liderado pela Divisão de Astrofísica (DIAST) do INPE, com uma forte colaboração do LNA.

O instrumento caracteriza-se pela aquisição simultânea de imagens em quatro bandas largas na região óptica do espectro eletromagnético, por resolução temporal de até décimos de segundo e por dois modos de operação: fotometria e polarimetria. Essa combinação faz com que o SPARC4 seja um instrumento bastante versátil, com um amplo leque de aplicações científicas, de modo que a expectativa é que exista uma grande demanda por observações com esse instrumento. O SPARC4 configura-se em uma melhoria significativa da instrumentação disponibilizada aos usuários do OPD e é esperado um aumento da produtividade desse observatório.

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

A usinagem foi concluída em 2020. Todos os subsistemas já foram montados e testados em laboratório. Alguns subsistemas já foram testados em telescópio. Uma primeira integração parcial do instrumento já foi realizada. Estima-se que a primeira luz do instrumento ocorra ainda em 2022, no mais tardar em 2023.

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

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

Uma *pipeline* para uma redução de dados mais elaborada e final deve também ser desenvolvida. Essa *pipeline* deve ser capaz de tratar qualquer dos modos de observação automaticamente. Em linhas gerais, os modos de observação são: fotometria de imagem, polarimetria de imagem, série temporal de



fotometria, série temporal de polarização linear ou circular e calibração polarimétrica. Por exemplo, a redução de séries fotométricas deve realizar a fotometria diferencial e prover magnitudes, instrumentais ou corrigidas a um dado sistema, de estrelas do campo e eventualmente curvas de luz.

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

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

A redução dos dados do instrumento SPARC4 envolve passos de processamento que são similares a softwares já existentes. Assim, é razoável considerar pacotes similares de código aberto e em linguagem também aberta como um *baseline* para o desenvolvimento de modo a minimizar o tempo de desenvolvimento e maximizar a qualidade do produto final. Assim, o software de redução de dados do instrumento SPARC4 está sendo desenvolvido em Python e tem como base o pacote ASTROPOP [5].

Estamos na época adequada, de acordo com a execução do projeto SPARC4, para realizar o desenvolvimento desse software para que uma primeira versão funcional esteja concluída proximamente à entrega do instrumento ao observatório para uso dos astrônomos.

### **5.3.2 - Objetivo Geral**

Este projeto insere-se no objetivo geral de construir o instrumento astronômico SPARC4, uma câmera óptica rápida que produz imagens simultâneas em quatro canais em diferentes intervalos de comprimento de onda. Esse instrumento permitirá a realização de fotometria diferencial e polarimetria. O projeto visa, além da construção do instrumento, a disponibilização de um software de redução de dados testado e validado para fornecer produtos científicos astronômicos básicos a partir dos dados a serem obtidos com o SPARC4.

O objetivo específico deste projeto é:

OE1: Desenvolvimento, testes de validação e aplicação do software de redução de dados do instrumento SPARC4.

Este objetivo específico se realizará nas seguintes etapas:

- 1.1: Desenvolvimento de toda a suíte de rotinas que compõe o pacote do software de redução de dados;
- 1.2: Testes e validação com dados obtidos por outros instrumentos e na fase de comissionamento do próprio instrumento;
- 1.3: Aplicação do software nos dados do instrumento após entrega ao observatório.

### 5.3.3 - Insumos

#### 5.3.3.1 – Custeio

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

#### 5.3.3.2 – Bolsas

O projeto necessita de um profissional com formação de nível superior ou pós-graduação preferencialmente em astronomia. Profissionais com formação na área de exatas, em física ou computação, também podem participar do processo seletivo.

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria /nível	Meses	Quantidade
5.3.1	Profissional com formação em Astronomia, Física, 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 grau de mestre há, no mínimo, 4 (quatro) anos; ou título de	Preferencialmente o candidato deve possuir experiência em desenvolvimento de códigos para redução de dados astronômicos. Candidatos com experiência na redução de dados também podem participar do processo seletivo.	OE1	DB	5	1*



doutor.					
---------	--	--	--	--	--

\* 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	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
1.Desenvolvimento de rotinas gráficas em python para visualização dos resultados da redução de dados	OE1	Entrega das rotinas testadas e validadas pela equipe	Entrega das rotinas testadas e validadas pela equipe	Entrega das rotinas testadas e validadas pela equipe

### 5.3.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre									
	2022		2023		2024		2025		2026	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1.										

### 5.3.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
Publicação de Artigos em revistas indexadas de Heliofísica ou Astrofísica	1	Nº de artigos submetidos/período		1
Softwares e sistemas computacionais	1	Nº de softwares desenvolvidos		1
Softwares e sistemas computacionais	1	No. de softwares validados		1
Divulgação científica em congressos ou similares	1	Nº de pôsteres ou de apresentações orais apresentados no período		2

### 5.3.7 – Resultados

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



	Específico		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	Número de publicações		1
Contribuição para o desenvolvimento de projetos de instrumentação científica em plataformas espaciais e no solo em Ciências Espaciais (Meta 5.2 do Plano Diretor do INPE)	1	No de desenvolvimentos de projetos instrumentais		1

### 5.3.8 - 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	5	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.

### 5.3.9 - Equipe do Projeto

André Alves (LNA)  
 Antonio M. Magalhães (USP)  
 Antonio Pereyra (IGP/Peru)

Braulio de Albuquerque (INPE)  
Cláudia Vilega Rodrigues (INPE) - Investigator principal  
Clemens Gneiding (LNA)  
Denis Bernardes (Unifei/LNA)  
Eder Martioli (LNA)  
Flavio Ribeiro (LNA)  
Francisco J. Jablonski (INPE)  
Jesulino Bispo (LNA)  
Luciano Fraga (LNA)  
Rene Laporte (INPE)  
Valentino Lau (INPE)  
Alex Carciofi (USP)  
André de C. Milone (INPE)  
Gabriel Franco (UFMG)  
Joaquim E. R. Costa (INPE)  
Karleyne M. G. da Silva (ESO)  
Leonardo A. de Almeida (UFRN)  
Marcelo Assafin (UFRJ)  
Marcelo Borges Fernandes (Observatório Nacional/MCTIC)

### **5.3.10 - Referências Bibliográficas**

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

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

[3] Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. “Programa de Capacitação Institucional - PCI 2019 – 2023 - PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS ESPACIAIS E SUAS APLICAÇÕES”: São José dos Campos, 2022.

[4] “*Concept of SPARC4: a simultaneous polarimeter and rapid camera in 4 bands*”

Rodrigues, Claudia V.; Taylor, Keith; Jablonski, Francisco J.; Assafin, Marcelo; Carciofi, Alex; Cieslinski, Deonísio; Costa, Joaquim E. R.; Dominguez, Ruben; Dominici, Tania P.; Franco, Gabriel A. P.; Jones, Damien J.; Kanaan, Antonio; Laporte, René; Magalhaes, Antonio M.; Milone, André; Neri, José A.; Pereyra, Antonio; Reitano, Luiz A.; Silva, Karleyne M. G.; Strauss, Cesar. Ground-based and Airborne Instrumentation for Astronomy IV. Proceedings of the SPIE, Volume 8446, article id. 844626, 13 pp., 2012 - [DOI](#)

[5] “ASTROPOP: the ASTRONomical POLarimetry and Photometry Pipeline”  
Neves Campagnolo, Julio Cesar. Publications of the Astronomical Society of the Pacific, Volume 131, Issue 996, pp. 024501, 2019. - [DOI](#)



## **Projeto 6: 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	Quantidade
6.1.1	Profissional com formação em Engenharia/ Bacharel/ Tecnólogo em Elétrica/Eletrônica/ Computação/ Mecatrônica 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	Profissional com mais de 7 anos de 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-B	5	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	
	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. Realização de experimentos para qualificação de componentes comerciais de prateleira, para uso espacial.				
3. Pesquisa aplicada no desenvolvimento de processos e procedimentos de radiação				

#### 6.1.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
Procedimentos de Irradiação de componentes.	6.1	Documentação de projeto.	Set – Dez	Jan

### 6.1.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico (atividades)	Indicadores	Metas	
			2022	2023
1- Capacitação tecnológica	6.1 a 6.5	Novos projetos	10	4
2- Processos inovadores	6.1 a 6.5	Validação	10	4
3- Independência tecnológica	6.1 a 6.5	Domínio do ciclo completo de projeto de componentes tolerantes a radiação para satélite	10	4
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	4
5- Produção Intelectual	6.1 a 6.5	Relatórios Técnicos realizados	10	4

### 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			
	B	4.160,00	5	1*	20.800,00
	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
- [4] **Xinlin L., RADIATION BELTS AND SUBSTORM PARTICLE INJECTIONS**, University of Colorado, Boulder, CO 80303-7814, USA





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

### **Subprojeto 6.2: Projeto COTS-INPE.**

#### **6.2.1 – 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.

Os sistemas espaciais exigem eletrônica que possa operar em um ambiente de alta radiação. Esta radiação pode resultar de partículas aprisionadas no campo magnético da Terra (por exemplo, os cinturões de Van Allen, que afetam satélites na órbita da Terra), os raios cósmicos galácticos, ou prótons de alta energia de eventos solares. Na órbita baixa da Terra, um circuito integrado pode ser exposto a alguns kilorads de radiação ao longo de sua vida útil, enquanto em órbitas no meio dos cinturões de Van Allen, os níveis de exposição podem aumentar para várias centenas de kilorads ou mais.

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.

#### **6.2.2 - 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. Para isto o projeto irá desenvolver o uso de Componentes COTS (Commercial Of The Shelf).

A tecnologia COTS (Commercial Off The Shelf) em componentes eletrônicos deve ser considerada no projeto de novos sistemas ou modernização de sistemas complexos de ciclo de vida longo. Atualmente os fabricantes não estão disponibilizando no mercado, componentes complexos para uso espacial. Um dos principais motivos é a economia de escala. O estudo do nível de radiação em órbita impacta diretamente no uso dos componentes, necessitando de pesquisas e obtenção de dados satelitais sobre os níveis de radiação no cinturão de radiação do planeta (Van Allen Belt).

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



### 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.

OE6.6 - Pesquisa dos níveis de radiação utilizando dados de missões espaciais anteriores

#### 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 engenharia eletroeletrônica ou Física com conhecimento de eletrônica analógica e digital sendo um profissional com capacitação para desenvolver procedimentos e efetuar testes em laboratório de circuitos eletrônicos e componentes eletrônicos. O profissional será responsável em desenvolver ambientes de verificação para testar parâmetros de componentes eletrônicos..

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria /nível	Meses	Quantidade
6.2.1	Profissional formado em Engenharia Elétrica/ Eletrônica/ Computação/ Mecatrônica/ Física 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	Profissional com experiência em projetos eletrônicos, inglês intermediário e desejável conhecimento em linguagem VHDL, em Hardware digital e FPGA e física de partículas	6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5 e 6.6	D-C	5	1*



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

#### 6.2.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
1- Desenvolvimento de Engenharia da Radiação para Missão de satélites.	6.1, 6.2, 6.6	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 seleção de componentes COTS. Estudo do cinturão de radiação terrestre (Van Allen Belt)	Escrever os guias de aplicação e os procedimentos e validar o sistema e as ferramentas de software.

#### 6.2.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre			
	2022		2023	
	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, Geostacionária e Pequenos Satélites em orbita LEO.				
2. Pesquisa aplicada no desenvolvimento de processos e procedimentos de radiação e - Pesquisa dos níveis de radiação utilizando dados de missões espaciais anteriores				

#### 6.2.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
Ferramentas de análise ambiental de radiação.	6.1, 6.2	Metodologia desenvolvida Documentação da metodologia Relatório de resultados	Set-Dez	Jan



Levantamento dos níveis de radiação obtidos por missões espaciais anteriores	6.6	Relatório de resultados de Níveis de radiação	Set-Dez	Jan
------------------------------------------------------------------------------	-----	-----------------------------------------------	---------	-----

### 6.2.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
1- Capacitação tecnológica	6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5, 6.6	Novos projetos	10	4
2- Processos inovadores	6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5, 6.6	Validação	4	4
3- Independência tecnológica	6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5, 6.6	Domínio do ciclo completo de uso de componentes COTS para satélites e dados do cinturão de radiação na Anomalia do Atlântico Sul.	4	4
4- Produtos para a sociedade	6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5, 6.6	Geração de novas informações do território brasileiro para planejamento e controle.	4	4
5- Produção Intelectual	6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5, 6.6	Relatórios Técnicos realizados	4	4

### 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	5	1*	16.900,00
	D	2.860,00			
	E	1.950,00			
	F	900,00			



PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					16.900,00

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

### 6.2.9 - Equipe do Projeto

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

### 6.2.10 - 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
- [4] R. H. Maurer et al., "Early Results From the Engineering Radiation Monitor (ERM) and Solar Cell Monitor on the Van Allen Probes Mission," in IEEE Transactions on Nuclear Science, vol. 60, no. 6, pp. 4053-4058, Dec. 2013, doi: 10.1109/TNS.2013.2281937.
- [5] Bazilevskaya G.A. et al, Dynamics of the ionizing particle fluxes in the Earth's atmosphere, PROCEEDINGS OF THE 31st ICRC, ŁÓDŹ 2009

## **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	Quantidade
6.3.1	Profissional com diploma de nível superior em Engenharia Elétrica/ Eletrônica e áreas afins e com	Hardware com domínio em design, simulação e otimização de circuitos, software embarcado e	1	D-D	5	1*



	experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação	micro controladores.					
--	------------------------------------------------------------------	----------------------	--	--	--	--	--

\* - 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				
			Setembro 2022	Outubro 2022	Novembro 2022	Dezembro 2022	Janeiro 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.	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	Implementar o software básico de controle.		

3. Integrar o hardware e software para subistema de transmissão e recepção da ETPMM.	1	Nº de relatórios Técnicos · Valor executado de bolsas para a fase.			Integrar o subistema a ETPMM.	Integrar o subistema 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, subistemas e resultados

### 6.3.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Meses				
	Setembro 2022	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 subistema de transmissão e recepção da ETPMM.					
4. Preparação dos relatórios de processos, testes e validação.					

### 6.3.6 – Produtos

Produtos	Objetivo	Indicadores	Metas (%)
----------	----------	-------------	-----------

	Específico		Setembro 2022	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	70	30			
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		60	40		
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 (%)				
			Setembro 2023	Outubro 2022	Novembro 2022	Dezembro 2022	Janeiro 2023

1- Capacitação Tecnológica.	1	Projeto do protótipo de engenharia da ETPMM	30	30	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
Total (R\$)	0,00

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	5	1*	14.300,00
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					14.300,00

\* - 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 6: PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DE ENGENHARIA E TECNOLOGIAS PARA O SETOR ESPACIAL**

Subprojeto 6.4: Título do projeto da Bolsa PCI: Integração e operacionalização de Laboratório para pesquisa, desenvolvimento, caracterização, verificação e validação em controle de veículos espaciais.

### **6.4.1 – 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.

### **6.4.2 - 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.

### 6.4.3 - Insumos

#### 6.4.3.1 – Custeio

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

#### 6.4.3.2 – Bolsas

O projeto necessita de um profissional com formação em:

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria /nível	Meses	Quantidade
6.4.1	Profissional com diploma de nível superior em Engenharia Elétrica, Eletrônica, Computação, Mecatrônica ou áreas afins e com experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação	Elétrica Eletrônica Computação Mecatrônica	OE1	DD	5	*1

### 6.4.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas
			Set/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.

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

### 6.4.5 – Cronograma de Atividades

Atividades



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

#### 6.4.6 – Produtos

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

#### 6.4.7 – Resultados Esperados

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

#### 6.4.8 - 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			
	D	2.860,00	5	*1	14.300,00
	E	1.950,00			
	F	900,00			





PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					14.300,00

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

#### **6.4.9 - Equipe do Projeto**

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



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

**Subprojeto 6.5:** Estudo de tubos de calor avançados; pré-montagem e testes preliminares da replica laboratorial do experimento TUCA

### **6.5.1 – Introdução**

O subsistema de controle térmico – é um sistema importante para funcionamento correto do satélite na órbita. As temperaturas de todos elementos e equipamentos do satélite devem ficar dentro de limites operacionais específicos em condições de grandes variações de fluxos térmicos orbitais e variação de dissipação de equipamentos eletrônicos em diferentes modos de funcionamento. Os tubos de calor são elementos importantes de controle térmico e são usados para providenciar passagens de super-condutividade térmica de transferência de calor entre equipamentos, painéis estruturais e radiadores. A tecnologia puramente nacional de tubos de calor de alumínio com acetona foi recentemente desenvolvida no INPE. O TUCA é um experimento de fase final da qualificação espacial desta tecnologia. O experimento está embarcado no satélite Amazônia-1 lançado em início deste ano 2021. Em próximos 4 anos da missão, o desempenho do TUCA será monitorado, avaliado e caracterizado com modelo matemático e uma replica experimental laboratorial do TUCA.

O contexto deste projeto está dentro do Projeto 6 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 400077/2022-1, disponível na página do INPE, e relaciona ao TAP número SEI 01340.003220/2021-30.

### **6.5.2 - Objetivo Geral**

O presente projeto da bolsa PCI se encaixa no Objetivo Especifico 3 do Projeto 6:

Desenvolvimento de subsistemas para Suprimento de energia, Telecomunicações, Propulsão e Controle para satélites. (Modulo de Serviço e Carga Útil), que inclui atividades na área térmica de satélites.

O Objetivo Geral deste subprojeto é avançar no desenvolvimento e qualificação de tubos de calor nacionais de alumínio com acetona e com água para aplicações espaciais.

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

**Objetivo Específico 1 (OES1):** Avançar no desenvolvimento da replica laboratorial do experimento TUCA

**Objetivo Específico 2 (OES2):** Avançar no desenvolvimento da tecnologia de tubos de calor com água e acetona.

Para atingir o OES1 serão realizadas as seguintes atividades:

Atividade 1. Realizar pré-montagem da replica laboratorial do experimento TUCA

Atividade 2. Realizar testes elétricos da replica laboratorial do experimento TUCA



Para atingir o OES2 serão realizadas as seguintes atividades:

Atividade 3. Realizar carregamento de tubo de calor com acetona de volumes diferentes e conduzir testes de desempenho

Atividade 4. Realizar carregamento de tubo de calor com água com e sem adesivo, e conduzir testes de desempenho

Atividade 5. Iniciar teste de vida acelerado de um tubo de calor com água

### 6.5.3 - Insumos

#### 6.5.3.1 – Custeio

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

#### 6.5.3.2 – Bolsas

O projeto necessita de um profissional com formação em engenharia mecânica ou engenharia de materiais ou física, com interesse na área de tubos de calor e ciências térmicas.

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria /nível	Meses	Quantidade
6.5.1	Profissional com diploma de nível superior em Engenharia Mecânica, Engenharia de Materiais, Física ou áreas afins e com experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação	Experiência em ciências térmicas	OES1- OES2	DD	5	1

### 6.5.4 - Atividades de Execução

Atividade de execução geral, em que se encaixa o presente subprojeto, está prevista no Projeto Geral do INPE e corresponde aos objetivos específicos do Projeto Geral OE 1,2,3,4.

13- Pesquisa e desenvolvimento em Controle Térmico de Satélites	OE 1,2,3,4
-----------------------------------------------------------------	------------

Atividades detalhadas do presente subprojeto estão apresentadas em tabela com referencia aos objetivos específicos deste subprojeto:

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	2022	2023
Atividade 1	OES1	Realizar pré-montagem da replica laboratorial do experimento TUCA. Elaborar um relatório de descrição ou especificação	80	20
Atividade 2	OES1	Realizar testes elétricos da replica laboratorial do experimento TUCA. Elaborar relatório de testes.	80	20
Atividade 3	OES2	Realizar carregamento de tubo de calor com acetona de volumes diferentes e conduzir testes de desempenho. Elaborar relatório técnico	80	20
Atividade 4	OES2	Realizar carregamento de tubo de calor com água com e sem adesivo, e conduzir testes de desempenho. Elaborar relatório técnico	80	20
Atividade 5	OES2	Iniciar teste de vida de um tubo de calor com água	80	20
Atividade 6	OES1-2	Relatório final	0	100

### 6.5.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Mês				
	2022				2023
	09	10	11	12	01
Atividade 1	x	x	x		
Atividade 2			x	x	
Atividade 3	x	x	x		
Atividade 4			x	x	
Atividade 5				x	
Atividade 6					x

### 6.5.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico do subprojeto	Indicadores	Metas	
			2022	2023
Replica do TUCA	OES1	Foto. Relatório de descrição ou especificação		100%



Tubo de calor carregado com acetona	OES2	Relatório técnico		100%
Tubo de calor carregado com água	OES2	Relatório técnico		100%

### 6.5.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2021	2022
Replica do TUCA instrumentada	OES1	Relatório de descrição ou especificação	100%	
Resultado da pesquisa da influência de volume da carga para desempenho do tubo de calor com acetona	OES2	Relatório técnico	100%	
Resultado da avaliação de desempenho do tubo de calor com água	OES2	Relatório técnico	100%	
Relatório final	OES1-2			100%

### 6.5.8 - 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			
	D	2.860,00	5	1	14.300,00
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					14.300,00

### **6.5.9 - Equipe do Projeto**

Dr. Valeri Vlassov Vladimirovich  
Dr. Rafael Lopes Costa  
Dr. Dênio Lemos Panissi  
Mr. Cristiano Enke

### **6.5.10 - Referências Bibliográficas**

01. Chi S.W., Heat Pipe Theory and Practice, Hemisphere Publishing Co., Washington D.C., 1976
02. Amir Faghri. Heat Pipe Science And Technology. 2nd Edition, Global Digital Press, 2016. 1056 pp.
03. PSS-49, "Heat pipe qualification requirements", ESA, 1983
04. ECSS-E-ST-31-02C "Qualification of two phase heat transport systems", ESA, 2010

## **Projeto 7: CENTROS REGIONAIS DO INPE**

**Subprojeto 7.1:** Aprendizado de máquina (ML-*machine learning*) utilizando classificação pelo algoritmo *Random Forest* – RF com sensores ópticos no monitoramento do Bioma Pampa.

### **7.1.1 – Introdução**

Diversos ciclos econômicos e de colonização se passaram e os biomas brasileiros vem sofrendo ao longo do tempo com a alteração do seu uso e cobertura.

Com o intuito de monitorar estas alterações, a realização de um primeiro levantamento experimental data de 1979 a partir da análise das imagens do satélite norte-americano Landsat ou similares (Tardin et al., 1979), e a partir de 1988 o mapeamento se torna anual com a criação do Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite (PRODES), o qual gera mapeamentos sistemáticos acompanhados de estimativas anuais da taxa de desmatamento na Amazônia Brasileira, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

A pressão advinda da sociedade brasileira, de organizações e governos internacionais pela conservação da Amazônia incentivaram a necessidade de obter-se informações por meio do levantamento rápido de alertas de evidências de alteração da cobertura florestal, para dar suporte a fiscalização, sendo lançado também pelo INPE em maio de 2004 o DETER, o qual utilizava imagens do sensor MODIS a bordo do satélite TERRA, de observação diária e com resolução espacial de 250 metros, capaz de detectar apenas alterações na cobertura florestal com área maior que 25 hectares. Em resposta a mudança no padrão de desmatamento (áreas menores), foi gradualmente substituído por imagens de sensores ópticos do CBERS-4 e AWIFS do satélite IRS (resolução espacial de 64 e 56 m, respectivamente), capaz de mapear além de áreas de desmatamento com dimensão mínima de 6,25 ha, também degradações e áreas de exploração madeireira (Diniz et al., 2015). Com avanço das geociências está sendo desenvolvido em caráter experimental um aprimoramento deste sistema, chamado de DETER intenso, integrando dados ópticos e imagens do sensor SAR a bordo do satélite Sentinel 1 (banda C) em uma plataforma webgis sem a necessidade de download de imagens e de SIGs específicos.

Atualmente, a necessidade de conhecimento das formas de uso e cobertura da terra na Amazônia a sua qualificação de áreas anteriormente desflorestadas fornecidas pelo PRODES culminaram na realização do projeto Terra Class, o qual investiga os motivos e aponta as possíveis causas da derrubada das árvores, levando em consideração o mapeamento de classes ligadas à atividades econômicas deste bioma (Almeida et al., 2016), realizado pelo INPE em conjunto com a Embrapa.

Em paralelo, em conjunto com a Fundação SOS Mata Atlântica o INPE monitora o desmatamento do bioma Mata Atlântica desde o ano de 1985 e de forma anual à partir de 2010, identifica remanescentes florestais em estágios primário, médio e avançado de regeneração com ao menos 3 ha de área

continua bem preservada, neste bioma essenciais à conservação da biodiversidade no longo prazo ([www.inpe.br](http://www.inpe.br)).

Estes esforços advindos do acúmulo de conhecimento de monitoramentos em larga escala, especialmente da parceria entre o INPE e a Embrapa, e da necessidade de conhecimento de outros biomas fez com que iniciativas inovadoras no monitoramento do Bioma Cerrado ganhassem com o uso de imagens de satélite Landsat-8 (Scaramuzza et al., 2017).

Iniciativas de monitoramento de mudanças na cobertura da terra em larga escala do bioma Caatinga também vem sendo realizadas (Beuchle et al., 2015) em uma proposta de monitoramento realizado ao longo de um período de 20 anos.

Em específico para o bioma pampa, em uma iniciativa financiada pelo Fundo Amazônia (<http://www.fundoamazonia.gov.br/pt/home/>) como apoio a sistemas de monitoramento e controle do desmatamento em biomas afora a Floresta Amazônica, a Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais (FUNCATE) desenvolve metodologias de detecção de desmatamentos em uma série histórica bienal de desmatamento para o período de 2000 (mapa base) a 2010 para o cálculo do FREL (*Forest Reference Emission Level*).

Para o período de 2013-2020 os mapas anuais de áreas desmatadas tem como base um conjunto de imagens Landsat 8/OLI ou similares, na identificação de áreas de corte raso, ou seja, a retirada completa da cobertura florestal, maiores que 6,25 hectares (<http://biomas.funcate.org.br/projetos/pampa>) e servirão de base para as análises propostas neste projeto.

Em específico, monitoramentos de regiões com uso e cobertura complexas, ou seja, sujeitas a alterações decorrentes de fenômenos naturais, como as variações de maré na região amazônica tem utilizado imagens ópticas e também de sensores SAR como insumos em abordagens baseadas em aprendizado de máquina (*ML-machine learning*) tem sido explorada com relativo sucesso em mapeamentos de uso da terra, utilizando classificação pelo algoritmo *Random Forest - RF* (Guimarães et al., 2020).

Esta técnica também vem sendo desenvolvida com sensores ópticos no monitoramento de áreas de pastagem na região amazônica, obtendo resultados promissores (Jakimow et al., 2018).

Este subprojeto consta no Projeto 7 – CENTROS REGIONAIS DO INPE do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2019-2023, número 400077/2022-1, disponível na página do INPE. Projeto vinculado e com alinhamento ao TAP aprovado no SEI 01340.000685/2022-10 intitulado de **Monitoramento do bioma Pampa com sensoriamento remoto e geoprocessamento.**

### 7.1.2 - Objetivo Geral

Neste contexto das principais iniciativas de monitoramento realizadas, baseadas em alternativas técnicas e do avanço de plataformas de armazenamento, manipulação e controle espacial esta proposta de análise objetiva utilizar técnicas inovadoras de classificação baseadas em *machine learning* em específico o classificador *Random Forest* utilizando imagens e produtos derivados de sensores ópticos compatíveis com as resoluções já utilizadas nos mapeamentos em larga escala realizados no Brasil para o monitoramento do desmatamento do Bioma Pampa.



Objetivo Específico 1: Contribuir para a integração de novas tecnologias e ferramentas computacionais no programa de monitoramento dos biomas brasileiros.

Objetivo Específico 2: Gerar índices de vegetação de sensores ópticos que servirão como atributos de entrada para o classificador *Random Forest*;

Objetivo Específico 3: Gerar a classificação das áreas desmatadas no bioma pampa;

Objetivo Específico 4: Gerar métricas de concordância para a avaliação do classificador utilizado.

### 7.1.3 - Insumos

#### 7.1.3.1 – Custeio

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

#### 7.1.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria /nível	Meses	Quantidade
7.1.1	Profissional com 7 (sete) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação após a obtenção do diploma de nível superior em Ciências Exatas, Computação, da Terra ou áreas afins; ou com título de doutor; ou ainda, com grau de mestre há, no mínimo, 4 (quatro) anos	Ciências Exatas, Computação ou da Terra	Mapear os serviços ecossistêmicos do Pampa.	D-B	5	1

### 7.1.4 - Atividades de Execução

Descrever as atividades que levarão ao cumprimento dos objetivos específicos do projeto 1.

Atividades	Objetivo	Indicadore	Metas
------------	----------	------------	-------

	Específico	s	2022	2023
Gerar e cruzar os dados de NDVI com os resultados de serviços ecossistêmicos.	Mapear os serviços ecossistêmicos do Pampa.	*Gerar NDVI	Geração e cruzamento de dados de NDVI e demais índices de vegetação com os resultados de serviços ecossistêmicos.	Geração e cruzamento de resultados de uso e cobertura da Terra via <i>machine learning</i>
Testar e verificar o modelo e mapas para o Bioma Pampa	Mapear os serviços ecossistêmicos do Pampa.	* testar e verificar o modelo	Testes e verificação do modelo e mapas para o Bioma Pampa	Verificação via validação dos resultados gerados (teste de eficiência do classificador)

### 7.1.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre			
	2022		2023	
	1	2	1	2
Testar e verificar o modelo e mapas para o Bioma Pampa				
Gerar e cruzar os dados de NDVI com os resultados de serviços ecossistêmicos.				

### 7.1.6 – 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	
			2022	2023
Mapas de serviços ecossistêmicos do bioma Pampa	Mapear os serviços ecossistêmicos do Pampa.	Publicação de artigos com os mapas de serviços ecossistêmicos do bioma Pampa.	Modelo inicial e mapas expandidos das áreas desmatadas para o Bioma Pampa.	Modelo inicial e mapas expandidos do uso e cobertura da terra para o Bioma Pampa.

### 7.1.7 – Resultados Esperados

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

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
Resultado 1 - Realizar o inventário e mapeamento dos serviços ecossistêmicos (SE) ao longo do bioma Pampa.	Mapear os serviços ecossistêmicos do Pampa.	Publicação de artigos com os mapas de serviços ecossistêmicos do bioma Pampa.	Modelo e mapas iniciais de desmatamento do Bioma Pampa.	Modelo (via <i>machine learning</i> ) e mapas iniciais do uso e cobertura da terra para o bioma pampa

### 7.1.8 - Recursos Solicitados

Apresentar a totalidade de recursos solicitados para o Subprograma de Capacitação Institucional.

Custeio:

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

- 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;
- 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			
	B	4.160,00	5	1	20.800,00
	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

### 7.1.9 - Equipe do Projeto

Dr. Igor da Silva Narvaes; Dra. Tatiana Mora Kuplich; Dr. Cláudio Aparecido de Almeida.

### 7.1.10 - Referências Bibliográficas

- [1] Almeida, C. A. D.; Coutinho, A. C.; Esquerdo, J. C. D. M.; Adami, M.; Venturieri, A.; Diniz, C. G.; ... & Gomes, A. R. High spatial resolution land use and land cover mapping of the Brazilian Legal Amazon in 2008 using Landsat-5/TM and MODIS data. **Acta Amazonica**, 46, p. 291-302. 2016.
- [2] Beuchle, R.; Grecchi, R. C.; Shimabukuro, Y. E.; Seliger, R.; Eva, H. D.; Sano, E.; Achard, F. Land cover changes in the Brazilian Cerrado and Caatinga biomes from 1990 to 2010 based on a systematic remote sensing sampling approach. **Applied Geography**, 58, p. 116-127. 2015.
- Braun, A.; Veci, L. **Sentinel-1 Toolbox** - SAR Basics Tutorial. 14p. 2021. Disponível em: <http://step.esa.int/docs/tuto> **HYPERLINK** "<http://step.esa.int/docs/tutorials/S1TBX%20SAR%20Basics%20Tutorial.pdf>"rial [s/S1TBX%20SAR%20Basics%20Tutorial.pdf](http://step.esa.int/docs/tutorials/S1TBX%20SAR%20Basics%20Tutorial.pdf). Acesso: 18 de agosto de 2021.
- [3] Diniz, C. G.; de Almeida Souza, A. A.; Santos, D. C.; Dias, M. C.; da Luz, N. C.; de Moraes; D. R. V., ... & Adami, M. DETER-B: The new Amazon near real-time deforestation detection system. **IEEE Journal of selected topics in applied earth observations and remote sensing**, 8(7), p. 3619-3628. 2015.
- [4] Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais (FUNCATE). **Monitoramento Ambiental dos Biomas Brasileiros por Satélites. Mata Atlântica. Caatinga. Pampa. Pantanal.** Disponível em: <http://biomas.funcate.org.br/projetos/pampa>>. Acesso: 18 de agosto de 2021.
- [5] Fundo Amazônia. "O Brasil cuida. O mundo apoia. Todos ganham". Disponível em: <http://www.fundoamazonia.gov.br/pt/home/>>. Acesso: 18 de agosto de 2021.
- [6] Goergen, L. C. D. G.; Kilca, R. D. V.; Narvaes, I. D. S.; Silva, M. N.; Silva, E. A.; Pereira, R. S.; Adami, M. Distinguição de espécies de eucalipto de diferentes idades por meio de imagens TM/Landsat 5. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 51, p. 53-60. 2016.
- [7] Goergen, L. C. G., Narvaes, I. S., Adami, M. Estimation of wood volume of Eucalyptus dunnii and urograndis of different ages using TM/Landsat 5. **Ciência Florestal**, 31(2), p. 683-704. 2021.
- [8] Guimaraes, U. S., Galo, M. D. L. B. T., da Silva Narvaes, I., & da Silva, A. D. Q. Cosmo-SkyMed and TerraSAR-X datasets for geomorphological mapping in the eastern of Marajó Island, Amazon coast. **Geomorphology**, 350, p. 106934. 2020.
- [9] Martins, F. D. S. R. V.; dos Santos, J. R.; Galvão, L. S.; Xaud, H. A. M. Sensitivity of ALOS/PALSAR imagery to forest degradation by fire in northern



- Amazon. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, 49, p. 163-174. 2016.
- [10] Narvaes, I. S. **Avaliação de dados SAR polarimétricos para a estimativa de biomassa em diferentes fitofisionomias de florestas tropicais**. 2010. Thesis (Remote Sensing) - INPE-MCTI.
- [11] Narvaes, I. D. S., dos Santos, J. R., & da Silva, A. D. Q. Analysis of structural parameters of forest typologies using L-band SAR data. **Boletim de Ciências Geodésicas**, 16(3). 2010.
- [12] Paradella, W. R.; Mura, J. C.; Gama, F. F. **Monitoramento DinSAR para Mineração e Geotecnia**. 1 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2021.
- [13] Ponzoni, F. J.; Shimabukuro, Y. E.; Kuplich, T. M. **Sensoriamento remoto da vegetação**. 2. ed. atual. ampl. São Paulo: Oficina de Textos, 2012. 176p.
- [14] Scaramuzza de Mattos, C. A.; Sano, E. E.; Adami, M.; Bolfe, E. L.; Coutinho, A. C.; Esquerdo, J. C. D. M., ... & Gustavo, B. S. Land-use and land-cover mapping of the Brazilian Cerrado based mainly on Landsat-8 satellite images. **Revista Brasileira de Cartografia**, 69(6). 2017.
- [15] Silva, C. A.; Santilli, G.; Sano, E. E.; Rodrigues, S. W. P. Análise qualitativa do desmatamento na Floresta Amazônica a partir de sensores SAR, óptico e termal. **Anuário do Instituto de Geociências**, 42(4), p. 18-29. 2020.
- [16] Tardin, A. T.; Rodrigues, J. E.; Abdon, M. M.; Novaes, R. A.; Chen, S. C.; Duarte, V.; Shimabukuro, Y. E.; Santos, A. P.; Lee, D. C. L.; Maia, F. C. S.; Mendonca, F. J.; Assuncao, G. V. **Levantamento de áreas de desmatamento na Amazônia Legal através de imagens do Satelite Landsat**. São José dos Campos: INPE, 1979, 62p. (INPE-1411-NTE/142).
- [17] Jakimow, B., Griffiths, P., van der Linden, S., & Hostert, P. Mapping pasture management in the Brazilian Amazon from dense Landsat time series. **Remote Sensing of Environment**, 205, p. 453-468. 2018.

## **Projeto 7: CENTROS REGIONAIS DO INPE**

**Subprojeto 7.2:** "Estruturação da Base de Dados de Ozônio sobre o Brasil e Estação Antártica Comandante Ferraz"

### **7.2.1. – Introdução**

Este subprojeto consta no Projeto 7 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 400077/2022-1, disponível na página do INPE. Este subprojeto possui um Termo de Abertura de Projetos (TAP) sob o Processo SEI número 01340.004813/2021-13, em andamento, cujo título do Projeto é "Base de dados de Ozônio e Radiação UV sobre o Brasil e Antártica".

Conforme mencionado no TAP "Base de dados de Ozônio e Radiação UV sobre o Brasil e Antártica":

O Brasil é um dos países que mais sofre com a incidência de radiação solar no mundo, sendo que apenas os instrumentos da rede do INPE são responsáveis pelas medidas de ozônio e radiação UV no País. Além disso, a região Sul do Brasil é afetada por um fenômeno conhecido como "Efeito Secundário do Buraco de Ozônio Antártico", que ocasiona um aumento significativo da intensidade de radiação UV no período de ocorrência desse fenômeno, de modo que é muito importante o monitoramento de ambos, o conteúdo de ozônio e a radiação UV que chega à superfície da Terra.

No intuito de melhor entender o comportamento do ozônio do equador até a Antártica, e estudar a influência da camada de ozônio na climatologia da estratosfera e suas consequências para as mudanças climáticas sobre a América do Sul, a reativação das medidas de ozônio da rede brasileira de Espectrofotômetros Brewer é de extrema importância. Do ponto de vista internacional, a Antártica possui a maior área de depleção na camada de Ozônio do globo, e os efeitos de deslocamentos de massas de ar pobre em ozônio para a América do Sul afeta todos os países mais próximos do continente gelado, mas também o extremo sul do Brasil. Então, unindo dados de solo com dados de satélites e modelos pode-se melhor prever a ocorrência de depleção do conteúdo de ozônio, e o conseqüente aumento na incidência de radiação UV, desde o extremo sul da América do Sul até o Brasil.

Como base na parte acima mencionada do TAP "Base de dados de Ozônio e Radiação UV sobre o Brasil e Antártica", são de grande importância as observações com instrumentos de solo, radiossondas e satélites não apenas do ponto de vista nacional, mas também internacional.

O ozônio estratosférico entre 15 e 35 km de altura, conhecida como Camada de Ozônio, desempenha um papel fundamental no suporte de vida na superfície da Terra, ao absorver a radiação ultravioleta permitindo a existência de vida humana e dos ecossistemas terrestres. Aproximadamente 90% do conteúdo total de ozônio disponível na atmosfera se encontra nessa camada,



onde está localizada a camada de ozônio que envolve toda a Terra. Enquanto na camada estratosférica o ozônio atua como um importante gás traço devido ao seu alto potencial de proteção do sistema climático, na camada troposférica ele atua como um importante gás de efeito estufa que contribui diretamente para o aquecimento global, onde seu impacto é negativo para sustentação da vida humana e diferentes ecossistemas terrestres. É um importante poluente secundário, e na troposfera é produzido principalmente no ar poluído por oxidação fotoquímica de óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis na presença de luz solar (Atkinson 2000, Monks et al 2009). O ozônio é considerado uma espécie de vida curta na troposfera; no entanto, sua vida útil permite um impacto substancial de advecção / transporte vertical para aumentar a poluição regional de ozônio (WMO, 2018).

As quantidades de ozônio estratosférico foram esgotadas nas últimas décadas, após a emissão na atmosfera de várias substâncias destruidoras de ozônio (no inglês ODS), a maioria das quais também são gases de efeito estufa, como o ozônio. Essas substâncias destruidoras agora os CFCs (clorofluorcarbonos) e halons, que são os principais destruidores antropogênicos de ozônio estratosférico, são agora controlados pelo Protocolo de Montreal. Eles estão sendo substituídos substâncias com menores potenciais de destruição do ozônio (ODPs), mas ainda são gases de efeito estufa, muitas vezes com grandes potenciais de aquecimento global (GWPs) (IPCC, 2005). Mesmo assim, o Protocolo de Montreal, tem sido eficaz no controle de crescimento desses compostos na atmosfera.

Estudos mostram que 1% de redução da coluna total de ozônio sobre Sul do Brasil causa um aumento médio de 1,2% de radiação ultravioleta (UV) incidente sobre a superfície (Guarniei et al., 2004). Além disso, o aumento da radiação ultravioleta relacionadas com a redução da camada de ozônio também podem afetar os sistemas aquáticos e terrestres, ajudando a explicar o declínio das espécies de anfíbios associados com malformações genéticas causadas pelo aumento dos níveis de radiação UV recebidas (Schuch et al., 2015). A radiação ultravioleta (UV) que atinge o topo da camada de ozônio são divididas em: radiação solar UV-C (faixa de comprimento de onda de 100 a 280 nanômetros (nm)), é extremamente prejudicial para os humanos e outras formas de vida e é totalmente absorvida pela camada de ozônio. A radiação solar UV-B (280 a 315 nm) é parcialmente absorvida e, como resultado, os humanos e outras formas de vida são expostos a ela. Já a radiação solar UV-A (315 a 400 nm) é pouco absorvida pela camada de ozônio. Com isso, o esgotamento da camada de ozônio aumenta principalmente a quantidade de radiação UVB que atinge a superfície (WMO, 2018).

Formado principalmente nas regiões tropicais, o ozônio estratosférico é transportado para as regiões subtropicais e de latitudes mais altas seguindo a circulação de Brewer-Dobson (Dobson et al., 1930; Brewer, 1949). O gradiente meridional de temperatura em combinação com o equilíbrio geostrófico favorece a transferência de calor e o transporte de espécies químicas entre o Equador e os polos (predominantemente zonal, com apenas uma pequena componente meridional). No hemisfério de inverno, o aquecimento produto das reações de formação do ozônio estabelece um gradiente de temperatura em direção ao Equador sobre uma camada profunda que, pelo equilíbrio do vento térmico, produz um forte escoamento de oeste. Sua variabilidade e mudança dependem de vários fatores dinâmicos, bem como de processos químicos,



incluindo poluentes troposféricos e a emissão de substâncias altamente destruidoras da camada de ozônio. A circulação residual global da estratosfera - a circulação de Brewer-Dobson (BDC) - consiste em uma célula meridional em cada hemisfério, com o ar subindo pela tropopausa tropical, movendo-se em direção aos polos e afundando na troposfera extratropical (por exemplo, Holton et al 1995, Plumb 2002, Butchart 2014). Brewer (1949) e Dobson (1956) propuseram essa circulação pela primeira vez para explicar as distribuições de vapor de água estratosférico e de ozônio observadas.

No Brasil, o monitoramento do ozônio estratosférico, da radiação UV e aerossóis são realizados de maneira quase contínua desde 1992 até os dias de hoje em parceria com o Observatório Espacial do Sul pelo Laboratório Troposfera – Estratosfera, Radiação Ultravioleta e Ozônio atmosférico do CRS/INPE através de medidas da coluna total de ozônio (CTO), radiação UV-A e UV-B e espessura óptica de aerossóis a partir de Espectrofotômetros Brewer além do uso de dados de satélites como o TOMS (*Total Ozone Mapping Spectrometer*) e OMI (*Ozone Monitoring Instrument*). Além disso, foram realizados alguns lançamentos de sondas de ozônio e temperatura por balões estratosféricos no período entre 1996 e 2001, medidas estas retomadas no ano de 2015, com alguns lançamentos realizados com apoio do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia Antártico de Pesquisas Ambientais (INCT-APA), que possibilitou a aquisição de um novo equipamento de sondagem atmosférica pela UFSM e a reabertura da estação de lançamento de Santa Maria-RS. Com isso, espera-se ser possível a participação desta estação na rede internacional de monitoramento por balão sonda de ozônio, a rede SHADOZ (*Southern Hemisphere ADditional OZonesondes*). Outras importantes estações de monitoramento do O<sub>3</sub> disponibilizam uma grande rede de dados que possibilitam mapear o comportamento deste importante elemento químico na atmosfera. Instrumentos instalados em diferentes pontos do Brasil como em Natal/RN, Cachoeira Paulista/SP, Cuiabá/MT, na Bolívia e Antártica vão ajudar a mapear com clareza como o O<sub>3</sub> se comporta na América do Sul, e a influência do Buraco de Ozônio Antártico sobre a América do Sul por meio da organização de uma base de dados e futuramente disponibilização dos mesmos na rede WOUDC, bem como um mapeamento de possíveis investigações científicas, e possivelmente publicando resultados importantes com a base de dados organizada e estruturada por locais de observação e épocas em que os dados apresentaram uma boa qualidade.

### **7.2.2 - Objetivo Geral**

Neste contexto, o objetivo geral, e principal, desse projeto é organizar uma base de dados de Ozônio estratosférico obtidos por instrumentos de solo, tais como os espectrofotômetros Brewer e Dobson, além de dados de sondagens de ozônio por balões estratosféricos, principalmente no Brasil, mas também será feito um esforço para recuperar dados antigos da Estação Antártica brasileira Comandante Ferraz. Essa grande base de dados será importantíssima para uma posterior geração de conhecimento científico de base nessa área e também na divulgação desses resultados na forma de artigos científicos. Além desse objetivo geral, a manutenção dos instrumentos



na estação de Santa Maria, RS, onde encontra-se a Coordenação Espacial do Sul (COESU) do INPE, bem como a realização de calibrações periódica dos instrumentos, limpeza e cuidados em geral também serão tarefas a serem executadas no âmbito desse projeto.

No contexto geral desse projeto, a parte inicial está diretamente vinculada com o Objetivo Específico 7 do Projeto Institucional do INPE 2018-203: “Desenvolvimento de Ferramentas Computacionais para Coleta de Dados de Sensores ambientais”.

Para atingir o Objetivo Geral deste projeto, serão seguidos os seguintes objetivos específicos como metas:

**Objetivo Específico 1:** Organizar bancos de dados de Ozônio para cada região geográfica do Brasil (Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e Norte) e também da Antártica;

**Objetivo Específico 2:** Calibrações e cuidados em geral dos instrumentos para estudos da Estratosfera instalados nas estações de Santa Maria/RS e São Martinho da Serra/RS, respectivamente na sede da COESU-INPE e no Observatório Espacial do Sul (OES);

**Objetivo Específico 3:** Analisar esses bancos de dados, a fim de monitorar o comportamento do O<sub>3</sub> nas diferentes latitudes, com análises de médias, climatologias e tendências;

**Objetivo Específico 4:** Desenvolver e publicar artigos científicos com as análises do conteúdo de O<sub>3</sub> para as regiões selecionadas.

Em relação ao **Plano Diretor atual do INPE**, esse projeto está ligado diretamente aos seguintes **Objetivos Estratégicos (OE)**:

No **OE-10** - fortalecer o caráter nacional da atuação do INPE, por meio de suas unidades regionais e de parcerias estratégicas. Na parte finalística desse projeto, pode-se vincular o mesmo ao **OE-14** - manter o pioneirismo no desenvolvimento de ciência de ponta, e prover tecnologias, produtos e serviços inovadores em sensoriamento remoto e ciência de dados geoespaciais, ambientais e geoinformática voltados à aplicação de estudos da ciência do sistema terrestre, e ao **OE-19** - promover e aprimorar a pesquisa e o desenvolvimento em atividades integradas de observação, modelagem, cenários e síntese no contexto do sistema terrestre.

### 7.2.3 - Insumos

#### 7.2.3.1 – Custeio

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

### 7.2.3.2 – Bolsas

O projeto necessita de um profissional com formação em meteorologia, com doutorado e experiência em trabalhar com dados de espectrofotômetros para monitoramento de Ozônio e Radiação Ultravioleta, bem como dados de satélite e de balões estratosféricos. Experiência em organizar banco de dados e relacionar esses dados com possíveis publicações científicas relevantes na área, e também escrever artigos científicos em revistas internacionais.

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria /nível	Meses	Quantidade
7.2.1	Profissional formado em Meteorologia 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	Meteorologia na Estratosfera e interface com a Troposfera	1 a 4	DB	5	1

### 7.2.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			Set/22	Out/22	Nov/22	Dez/22	Jan/23
1 / 7.4(projeto PCI institucional)	1 / 7 (projeto PCI institucional)	Software para coleta de dados dos sensores desenvolvido	Estruturação dos dados dos sensores	Estruturação dos dados dos sensores	Manutenção dos sensores/ Estruturação dos dados	Manutenção dos sensores/ Estruturação dos dados	Estruturação dos dados

### 7.2.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre				
	Set/22	Out/22	Nov/22	Dez/22	Jan/23



Desenvolvimento de software(s) e disponibilização de dados (também na forma de artigos)																				
1. e 2 desse projeto - ligado ao 7.4 do Projeto PCI INPE																				

### 7.2.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			Set/22	Out/22	Nov/22	Dez/22	Jan/23
Dados disponibilizados	7	Dados Estruturados					

### 7.2.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			Set/22	Out/22	Nov/22	Dez/22	Jan/23
Aquisição de Dados dos Sensores e Organização dos dados	7	Dados coletados dos sensores e Organizados					

### 7.2.8 - 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	5	1	20.800,00
	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

### 7.2.9 - Equipe do Projeto

José Valentin Bageston – COESU/INPE  
Maria Paulete Pereira Martins – DIHPA/INPE  
Plínio Carlos Alvalá – DIIAV/INPE  
Francisco Raimundo Da Silva – COENE/INPE  
Marcos Aurélio Ferreira Dos Santos – COENE/INPE  
Damaris K. Pinheiro – Programa de Pós-Graduação em Meteorologia/UFSM  
Lucas Vaz Peres – Instituto de Engenharia e Geociências/UFOPA  
Bolsista a ser selecionado – COESU/INPE

### 7.2.10 - Referências Bibliográficas

ATKINSON, Roger. **Atmospheric chemistry of VOCs and NOx**. Atmospheric environment, v. 34, n. 12-14, p. 2063-2101, 2000.

BREWER, A. W. **Evidence for a world circulation provided by the measurements of helium and water vapour distribution in the stratosphere**, Q. J. R. Meteorol. Soc., v.75, p. 351- 363, 1949.

BUTCHART, N. **The brewer-dobson circulation**. Reviews of Geophysics, v. 52, 06 2014.

DOBSON, G. M. B. **Observations of the amount of ozone in the earth's atmosphere and its relation to other geophysical conditions**. Proceedings of the Royal Society of London A, v. 129, n. 411, 1930.

DOBSON, G. M. B. Origin, and distribution of the polyatomic molecules in the atmosphere. **Proceedings of the Royal Society of London. Series A. Mathematical and Physical Sciences**, The Royal Society London, v. 236, n. 1205, p. 187–193, 1956.

DOBSON, G. M. B., **Forty years' research on atmospheric ozone at Oxford: A history**. Appl. Opt., v. 7, p. 387-405, 1968.

GUARNIERI, R. A.; PADILHA, L. F.; GUARNIERI, F. L.; ECHER, E.; MAKITA, K.; PINHEIRO, D. K.; SCHUCH, A.M.P.; BOEIRA, L. S.; SCHUCH, N.J. A study of the anticorrelations between ozone and UV-B radiation using linear and exponential fits in southern Brazil. Adv. Space Res., v. 34, p. 764–768, 2004.

HOLTON, J. R.; HAYNES, P. 'H.; MCINTYRE, M. E.; DOUGLASS, A. R.; ' ROOD, R. B.; PFISTER, L. **Stratosphere-troposphere Exchange**, Rev. Geophys.v.3, n.3, p.403-439, 1995.



IPCC, 2005. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) and Technology and Economic Assessment Panel (TEAP). In: Metz, B., et al. (Eds.), Special 5186 I.S.A. Isaksen et al. / Atmospheric Environment 43 (2009) 5138–5192 Report on Safeguarding the Ozone Layer and the Global Climate System: Issues Related to Hydrofluorocarbons and Perfluorocarbons. Cambridge University Press.

Monks, P. S., Granier, C., Fuzzi, S., Stohl, A., Williams, M. L., Akimoto, H., Amann, M., Baklanov, A., Baltensperger, U., Bey, I., Blake, N., Blake, R. S., Carslaw, K., Cooper, O. R., Dentener, F., Fowler, D., Fragkou, E., Frost, G. J., Generoso, S., Ginoux, P., Grewe, V., Guenther, A., Hansson, H. C., Henne, S., Hjorth, J., Hofzumahaus, A., Huntrieser, H., Isaksen, I. S. A., Jenkin, M. E., Kaiser, J., Kanakidou, M., Klimont, Z., Kulmala, M., Laj, P., Lawrence, M. G., Lee, J. D., Liousse, C., Maione, M., McFiggans, G., Metzger, A., Mieville, A., Moussiopoulos, N., Orlando, J. J., O'Dowd, C. D., Palmer, P. I., Parrish, D. D., Petzold, A., Platt, U., Poeschl, U., Prevot, A. S. H., Reeves, C. E., Reimann, S., Rudich, Y., Sellegri, K., Steinbrecher, R., Simpson, D., ten Brink, H., Theloke, J., van der Werf, G. R., Vautard, R., Vestreng, V., Vlachokostas, C., and von Glasow, R.: **Atmospheric composition change – global and regional air quality**, Atmos. Environ., 43, 5268–5350, doi:10.1016/j.atmosenv.2009.08.021, 2009.

PLUMB, R. A. Stratospheric transport. **Journal of the Meteorological Society of Japan. Ser. II**, Meteorological Society of Japan, v. 80, n. 4B, p. 793–809, 2002.

SCHUCH, A. P., SANTOS, M. B., LIPINSKI, V. M., PERES, L. V, SANTOS C. P., CECHIN S. Z., SCHUCH, N. J., PINHEIRO, D. K., LORETO, E. L. S. **Identification of influential events concerning the Antarctic ozone hole over southern Brazil and the biological effects induced by UVB and UVA radiation in an endemic treefrog species**. Ecotoxicology & Environmental Safety, 2015.

WMO. World Meteorological Organization: **Scientific Assessment of Ozone Depletion**. Estados Unidos da América, 2018.

## **Projeto 7: CENTROS REEGIONAIS DO INPE**

### **Subprojeto 7.3: Geotecnologias Aplicadas à Análise da Dinâmica de Uso e Ocupação do Solo no Bioma Caatinga.**

#### **7.3.1 – Introdução**

Este subprojeto consta no Projeto 7 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 400077/2022-1, disponível na página do INPE.

A Caatinga, único bioma de exclusividade brasileira, detém a maior biodiversidade entre as regiões semiáridas do planeta, ocupando uma área de aproximadamente 844.453 km<sup>2</sup>, equivalente a 11% do território nacional. Predominante na região Nordeste do Brasil, a Caatinga abrange os nove estados nordestinos, Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Piauí e Sergipe, e se estende até o norte de Minas Gerais.

Caatinga, que significa “mata branca”, na língua indígena, deve-se à aparência das árvores quando perdem suas folhas durante o longo período de estiagem. Caracterizada pelo clima de baixa umidade, pouco volume pluviométrico, e de temperaturas elevadas. E apresentando vegetação desde arbórea-arbustiva, cactáceas, bromeliáceas e estrato herbáceo abundante quando em período chuvoso.

Apesar de sua relevante importância, o bioma Caatinga tem sido seriamente ameaçado pelas práticas inadequadas de uso e ocupação do solo, dentre elas, práticas agrícolas e pastoris, queimadas, extração ilegal de madeira, uso de lenha não manejada, olarias e polos gesseiros que ao longo do tempo vem contribuindo para ampliação do processo de degradação ambiental.

A vegetação, por sua vez, é um dos componentes mais importantes da biota, na medida em que seu estado de conservação e de continuidade definem a existência ou não de habitat para as espécies, a manutenção de serviços ambientais ou mesmo o fornecimento de bens essenciais à sobrevivência de populações humanas (MMA, 2007).

Dessa maneira, o uso combinado das geotecnologias tem se mostrado como ferramenta indispensável para a compreensão dos fenômenos ambientais, tal como em estudos relacionados ao mapeamento do uso e ocupação do solo, possibilitando aos pesquisadores aplicação do conhecimento através de formas de organização do espaço mediante suas transformações.

Neste contexto, o referido subprojeto tem por finalidade, através do uso de Sensoriamento Remoto e do Processamento Digital de Imagens em Sistema de Informação Geográfica (SIG) realizar e disponibilizar o mapeamento da distribuição espacial e temporal do uso e ocupação do solo do bioma Caatinga, com ênfase na identificação da presença da vegetação através da aplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI).

### 7.3.2 - Objetivo Geral

Analisar a dinâmica de uso e ocupação do solo no bioma Caatinga por meio da aplicação de geotecnologias, como o uso de sensoriamento remoto e da plataforma de processamento de dados em nuvem Google Earth Engine.

O projeto visa ampliar o conhecimento sobre o bioma Caatinga através de disponibilização de mapas temáticos de uso e ocupação do solo por municípios inseridos dentro dos limites deste bioma.

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

Objetivo Específico 1 - Definir áreas de interesses para aplicação do estudo;

Objetivo Específico 2 - Aplicar índices espectrais para auxiliar no processo de classificação;

Objetivo Específico 3 - Realizar a classificação de municípios;

Objetivo Específico 4 - Avaliar a precisão da classificação;

Objetivo Específico 5 - Mapear e espacializar o uso e ocupação do solo das áreas selecionadas; e

Objetivo Específico 6 - Disponibilizar mapas para a sociedade por meio do sítio institucional, bem como difundir resultados por meio de publicações em periódicos científicos e/ou eventos.

### 7.3.3 - Insumos

#### 7.3.3.1 – Custeio

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

#### 7.3.3.2 – Bolsas

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

7.3.1	Profissional com formação em Geografia, Tecnologia da Informação, Gestão Ambiental, Engenharia Ambiental ou áreas correlatas e com experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação.	I - Desejável participação em projetos de pesquisa e/ou extensão; e II - Conhecimentos básicos em geoprocessamento.	1 ao 6	DD	5	1
-------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------	----	---	---

### 7.3.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
1. Reconhecer a área de estudo por meio de geotecnologias	1	Área definida e reconhecida	Realizar reconhecimento da área de estudo por meio de visitas a campo para observação in loco dos aspectos ambientais e verificação da realidade terrestre	
2. Realizar levantamento preliminar dos principais impactos ambientais verificados em campo	1	Levantamento preliminar realizado	Levantamento preliminar dos principais impactos ambientais verificados em campo	
3. Classificar e espacializar a cobertura vegetal da área de estudo	3 e 4	Cobertura vegetal espacializada		Espacialização a cobertura vegetal da área de estudo



4. Gerar índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) da área de estudo com correção atmosférica	2	NDVI gerado		Geração do NDVI da área de estudo com correção atmosférica
5. Mapear o atual uso e ocupação da área de estudo	5 e 6	Área de estudo mapeada		Mapear o atual uso e ocupação da área de estudo, destacando a cobertura vegetal e as áreas de preservação ambiental instituídas na legislação vigente

### 7.3.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre										
	2022		2023		2024		2025		2026		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
1. Reconhecer a área de estudo por meio de geotecnologias											
2. Realizar levantamento preliminar dos principais impactos ambientais verificados em campo											
3. Classificar e espacializar a cobertura vegetal da área de estudo											
4. Gerar índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) da área de estudo com correção atmosférica											

5. Mapear o atual uso e ocupação da área de estudo									
----------------------------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

### 7.3.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
Mapeamento da dinâmica de uso e ocupação do solo em áreas de estudo pertencentes ao bioma Caatinga	1 ao 6	Disponibilizar a plataforma de mapas gerados automáticos. Publicação em revistas científicas.	<p>Área de estudo reconhecida por meio de visitas a campo para observação in loco dos aspectos ambientais e verificação da realidade terrestre.</p> <p>Levantamento preliminar dos principais impactos ambientais verificados em campo.</p>	<p>Cobertura vegetal classificada e espacializada da área de estudo.</p> <p>Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) da área de estudo com correção atmosférica elaborado.</p> <p>Uso e ocupação da área de estudo mapeado, destacando a cobertura vegetal e as áreas de preservação ambiental instituídas na legislação vigente.</p>

### 7.3.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023

Geração e disponibilização de mapas temáticos do bioma Caatinga.	1 ao 6	Mapas utilizados para monitoramento e controle da região da Caatinga; Mapas utilizados para pesquisa e desenvolvimento. Artigos com os resultados publicados	Área de estudo com os aspectos ambientais e com a realidade terrestre.  Principais impactos ambientais verificados em campo.	Cobertura vegetal da área de estudo.  Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) da área de estudo com correção atmosférica.  Uso e ocupação da área de estudo mapeado publicada.
------------------------------------------------------------------	--------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### 7.3.8 - 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			
	D	2.860,00	5	1	14.300,00
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					

### 7.3.9 - Equipe do Projeto

MSc. Kátia Alves Arraes (Servidora)

Dr. Melquisedec Medeiros Moreira (Servidor)

### **7.3.10 - Referências Bibliográficas**

[1] ALMEIDA, S. A. S.; FRANÇA, R. S.; CUELLAR, M. Z. Uso e Ocupação do Solo no Bioma Caatinga no Estado do Rio Grande do Norte. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal - RN. Brasil. p. 555-5561, 25 a 30 de abril de 2009.

[2] BRASIL. (2012). Lei Federal n.º 12.651 de 2012. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 28 maio. 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm)>. Acesso em: 10 de abril 2019.

[3] GARIGLIO, M. A. et al. (Org.). Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. Disponível em: . Acesso em: 25 mar. 2019.

[4] IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico de Uso da Terra. 3 ed. Rio de Janeiro: 2013. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81615.pdf>> . Acesso em: 14 nov. 2019.

[5] IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. 2 ed. Rio de Janeiro: 2012. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv63011.pdf>> . Acesso em: 14 nov. 2019.

[6] INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Mudanças Climáticas Globais e o Impacto no Bioma Caatinga INPE, 2008.

[7] MMA. Ministério do Meio Ambiente. Caatinga. Brasília: MMA, 2016. Disponível: <<https://www.mma.gov.br/biomas/caatinga.html>>. Acesso em: 08 jun. 2019.

[8] MMA. (2007). Portaria nº 09, de 23 de janeiro de 2007. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 24 jan. 2007. Seção 1, p. 55.

## **Projeto 7: CENTROS REGIONAIS DO INPE**

### **Subprojeto 7.4: Mapeamento da dinâmica dos Espelhos d'água dos Principais Reservatórios do Nordeste**

#### **7.4.1 – Introdução**

Nos últimos anos, em meio à seca e a crise hídrica que afetou várias regiões do Brasil, em particular a região semiárida, os reservatórios vêm sendo constantemente monitoradas.

As reservas hídricas superficiais são um recurso natural essencial para as sociedades, além de atuar no funcionamento e manutenção de vários processos biogeoquímicos do planeta Terra. No contexto da gestão dos recursos hídricos, os espelhos d'água podem ser interpretados como sendo às superfícies contínuas de água de um corpo hídrico exposta à atmosfera, correspondendo, em geral, à área ocupada por esse corpo d'água, seja um lago, lagoa, açude, reservatório de barragem etc. (ANA, 2013).

Dentro do aspecto da importância dos recursos hídricos, as águas doces superficiais constituem uma pequena fração dos recursos hídricos existentes no planeta. Entretanto, o seu valor econômico e social para as populações humanas é inestimável, considerando que estas águas são as mais acessíveis. Além disso, podemos dizer que as águas doces superficiais fornecem uma diversidade de serviços ecossistêmicos abrangentes para toda a vida (POSTEL et al., 1996; PEKEL et al., 2016).

Os reservatórios desempenham um serviço fundamental na acumulação da água proveniente dos períodos chuvosos ou de maior vazão dos corpos hídricos, em diversas regiões hidrográficas (ANA, 2013). Porém, as precipitações abaixo da média e os eventos de seca extrema observada nos últimos anos (CUNHA et al., 2019), resultaram em uma crise hídrica que afetou substancialmente várias regiões do Brasil e, em particular, a região semiárida no período de 2012 a 2017.

No semiárido, a dinâmica hidro ambiental de incerteza e irregularidade das precipitações, o baixo potencial em disponibilidade de águas subterrâneas e a intermitência dos rios levaram à criação de uma infraestrutura hídrica de aproximadamente 70 mil reservatórios de usos múltiplos, conhecidos localmente como açudes, visando garantir a segurança hídrica da região mais açudada do mundo (ANA, 2013).

Nesse sentido, o Sensoriamento Remoto oferece uma gama de alternativas para a observação contínua deste recurso natural, permitindo diversas aplicações, como a detecção, o mapeamento, e a caracterização bio-óptica dos corpos d'água em larga escala (BARBOSA; NOVO; MARTINS, 2019). Desse modo, as medições por satélite e outras plataformas também são uma fonte de informações para permitir o mapeamento das águas superficiais do ecossistema aquático em planícies de inundação, rios, canais, lagos e reservatórios (SOUZA et al., 2019).

Devido ao efeito da absorção de luz, os corpos d'água têm uma refletância espectral relativamente menor do que outros alvos de superfície no espectro visível e infravermelho, tornando os corpos d'água facilmente detectáveis (YAN et al., 2019). Assim, várias são as técnicas de Sensoriamento

Remoto para a identificação de corpos d'água (ELSAHABI et al., 2016). Esse conjunto de possibilidades abrange desde o uso de vários índices espectrais (DU et al., 2016); e tipos de sensores, sejam eles ativos (PHAM-DUC et al., 2017) e/ou passivos (MUELLER et al., 2016); de diferentes resoluções espaciais (CHEN et al., 2018), espectrais e temporais (COOLEY et al., 2017).

Assim, em virtude do número elevado de reservatórios existentes no Nordeste Brasileiro e diante da relevância dos recursos hídricos para o desenvolvimento socioeconômico, o propósito deste projeto será mapear e analisar, por meio de Sensoriamento Remoto, a dinâmica dos espelhos d'água dos principais reservatórios do Nordeste, compreendendo os anos de 2018 até 2023.

O projeto fará uso de imagens do satélite Landsat 8, onde daremos continuidade ao mapeamento da dinâmica dos espelhos d'água dos principais reservatórios do Nordeste, utilizando a plataforma do Google Earth Engine (GEE), uma avançada plataforma de processamento geoespacial baseada em nuvem, feita principalmente para análises de dados ambientais em escala planetária (big data); assim como o QGIS, um Sistema de Informação Geográfica (SIG) livre e gratuito de visualização, edição e análise de dados.

As atividades desenvolvidas no mapeamento e geração de bases cartográficas pelo COENE-INPE, reforçam a importância do projeto na prestação de serviços para a sociedade por meio da divulgação de informações relevantes sobre a situação atual das reservas hídricas superficiais.

Nesse contexto, o projeto já disponibilizou mais de 250 mapas dos principais reservatórios do semiárido, sendo 67 no estado do Ceará, 40 na Paraíba, 38 em Pernambuco, 34 na Bahia, 27 no Rio Grande do Norte, 21 no Piauí, 6 em Sergipe, 4 em Alagoas e 1 no Maranhão. Atualmente, o grupo de geoprocessamento está desenvolvendo projetos ligados ao monitoramento de recursos hídricos e zoneamento geoambiental, com produção de mapas de uso e ocupação do solo.

Dessa forma, os resultados podem ter diversos usos potenciais nas políticas e planejamento de abastecimento, auxiliando na tomada de decisão, no gerenciamento e no uso sustentável das águas. Tais informações são extremamente importantes para o planejamento e a gestão ambiental dos recursos hídricos, sob a perspectiva de fomentar políticas de abastecimento e, com isso, ampliar a capacidade de enfrentar problemas relacionados à segurança hídrica. Este subprojeto consta no Projeto 7 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 400077/2022-1, disponível na página do INPE.

#### **7.4.2 - Objetivo Geral**

Realizar o mapeamento da dinâmica dos espelhos d'água dos principais reservatórios do Nordeste por meio de Sensoriamento Remoto.

Objetivo Específico 1: Monitorar os espelhos d'água dos principais reservatórios do Nordeste; e

Objetivo Específico 2: Analisar os fatores geoambientais associados à degradação das reservas hídricas superficiais.

### 7.4.3 - Insumos

#### 7.4.3.1 – Custeio

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

#### 7.4.3.2 – Bolsas

O projeto necessita de um profissional com formação em:

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quant
7.4.1	Profissional com diploma de nível superior em Geologia, Geografia, Gestão Ambiental, Engenharia Ambiental ou áreas afins e com experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação.	Geoprocessamento, Sensoriamento Remoto e, Sistemas de Informação Geográfica	Monitorar os espelhos d'água dos principais reservatórios do Nordeste; e Analisar os fatores geoambientais associados à degradação das reservas hídricas superficiais.	DD	5	1

### 7.4.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			SET - 2022	OUT- 2022	NOV- 2022	DEZ- 2022	JAN- 2023

1. Monitorar os espelhos d'água dos principais reservatórios do Nordeste	1	Mapas dos Espelhos d'água monitorados	Monitoramento dos espelhos d'água dos principais reservatórios do Nordeste	Monitoramento dos espelhos d'água dos principais reservatórios do Nordeste	Monitoramento dos espelhos d'água dos principais reservatórios do Nordeste	Monitoramento dos espelhos d'água dos principais reservatórios do Nordeste	Monitoramento dos espelhos d'água dos principais reservatórios do Nordeste
2. Analisar os fatores geoambientais associados à degradação das reservas hídricas superficiais.	2	Banco de dados dos fatores geoambientais associados à degradação das reservas hídricas superficiais.	Criar cartas dos fatores ambientais associados à degradação das reservas hídricas superficiais.	Criar cartas dos fatores ambientais associados à degradação das reservas hídricas superficiais.	Criar cartas dos fatores ambientais associados à degradação das reservas hídricas superficiais.	Criar cartas dos fatores ambientais associados à degradação das reservas hídricas superficiais.	Criar cartas dos fatores ambientais associados à degradação das reservas hídricas superficiais.

#### 7.4.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	2022	2023
	2º Semestre	1º Semestre
Monitorar os espelhos d'água dos principais reservatórios do Nordeste		
Analisar os fatores geoambientais associados à degradação da vegetação, uso do solo e das reservas hídricas superficiais		

#### 7.4.6 – Produtos



Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			SET - 2022	OUT- 2022	NOV- 2022	DEZ- 2022	JAN- 2023
Publicação de mapas do monitoramento dos espelhos d'água dos principais reservatórios do Nordeste; e	1	Número de mapas elaborados e publicação de artigos	Publicação de dois artigos em simpósio ou revista	Espelhos d'água monitorados dos principais reservatórios do Nordeste.	Divulgação dos mapas e cartas na página do COENE : <a href="http://www.geopro.crn2.inpe.br">www.geopro.crn2.inpe.br</a>	Divulgação dos mapas e cartas na página do COENE: <a href="http://www.geopro.crn2.inpe.br">www.geopro.crn2.inpe.br</a>	Divulgação dos mapas e cartas na página do COENE: <a href="http://www.geopro.crn2.inpe.br">www.geopro.crn2.inpe.br</a>
Criar cartas dos fatores geoambientais associados à degradação das reservas hídricas superficiais.	2	Número de mapas elaborados e publicação de artigos	Criar cartas de suscetibilidade a ocorrência de processos geohidrodinâmicos	Publicação de dois artigos em simpósio ou revista	Divulgação dos mapas e cartas na página do COENE : <a href="http://www.geopro.crn2.inpe.br">www.geopro.crn2.inpe.br</a>	Divulgação dos mapas e cartas na página do COENE: <a href="http://www.geopro.crn2.inpe.br">www.geopro.crn2.inpe.br</a>	Divulgação dos mapas e cartas na página do COENE: <a href="http://www.geopro.crn2.inpe.br">www.geopro.crn2.inpe.br</a>

#### 7.4.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			SET- 2022	OUT20 22	NOV- 2022	DEZ- 2022	JAN- 2023
Geração e disponibilização de mapas	1,2,	Número de downloads e ou acessos aos Mapas e cartas imagem	Aumentar o volume de acesso aos dados	Aumentar o volume de acesso aos dados	Solicitações de produtos	Solicitações de produtos	Solicitações de produtos
Citações dos artigos publicados	1,2,	Citação dos artigos	Citação do artigo pelo menos 1 vez				

#### 7.4.8 - Recursos Solicitados

Custeio:

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

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Mese s	Quantid ade	Valor (R\$)
<b>PCI-D</b>	A	5.200,00			
	B	4.160,00			
	C	3.380,00			
	<b>D</b>	<b>2.860,00</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>14.300,00</b>
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					<b>14.300,00</b>

#### 7.4.9 - Equipe do Projeto

Melquisedec Medeiros Moreira (Servidor)

Kátia Alves Arraes (Servidora)

Camila Saiury Pereira Silva (Bolsista)

Antônio Helton da Silva Barbosa (Bolsista)

#### 7.4.10 - Referências Bibliográficas

ANA - Agência Nacional de Águas. **Atlas Geográfico de Recursos Hídricos do Brasil**, 2013. Disponível em: <http://portal1.snirh.gov.br/arquivos/atlasrh2013/4-II-TEXT0.pdf>. Acesso em: 20 out. 2021.

BARBOSA, C. C. F.; NOVO, E. M. L.; MARTINS, V. S. **Introdução ao Sensoriamento Remoto de Sistemas Aquáticos: princípios e aplicações**. 1. ed. São José dos Campos. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2019. 161p. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/labisa/livro/res/conteudo.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2022.



CHEN, Y.; FAN, R.; YANG, X.; WANG, J.; LATIF, A. Extraction of Urban Water Bodies from High-Resolution Remote-Sensing Imagery Using Deep Learning. **Water** [online] v. 10, n. 5, p. 585, 1 maio 2018. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/w10050585>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4441/10/5/585>. Acesso em: 10 out. 2021.

COOLEY, S.; SMITH, L.; STEPAN, L.; MASCARO, J. Tracking Dynamic Northern Surface Water Changes with High-Frequency Planet CubeSat Imagery. **Remote Sensing** [online] v. 9, n. 12, p. 1306, 2017. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/rs9121306>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-4292/9/12/1306>. Acesso em: 22 out. 2021.

CUNHA, A. P. M. A.; ZERI, M.; LEAL, K. D.; COSTA, L.; CUARTAS, L. A.; MARENGO, J. A.; TOMASELLA, J.; VIEIRA, R. M.; BARBOSA, A. A.; CUNNINGHAM, C.; GARCIA, J. V. C.; BROEDEL, E.; ALVALÁ, R.; RIBEIRO-NETO, G. Extreme Drought Events over Brazil from 2011 to 2019. **Atmosphere**, [S.L.], v. 10, n. 11, p. 1-20, 2019. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/atmos10110642>. 2019. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4433/10/11/642>. Acesso em: 28 abr. 2021.

DU, Y.; ZHANG, Y.; LING, F.; WANG, Q.; LI, W.; LI, X. Water Bodies' Mapping from Sentinel-2 Imagery with Modified Normalized Difference Water Index at 10-m Spatial Resolution Produced by Sharpening the SWIR Band. **Remote Sensing**, [online] v. 8, n. 4, p. 354, 22 abr. 2016. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/rs8040354>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-4292/8/4/354>. Acesso em: 28 out. 2021.

ELSAHABI, M.; NEGM, A.; TAHAN, A. H. M. H. E. Performances Evaluation of Surface Water Areas Extraction Techniques Using Landsat ETM+ Data: Case Study Aswan High Dam Lake (AHDL). **Procedia Technology** [online] S.L.], v. 22, p. 1205-1212, 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.protcy.2016.02.001>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212017316001778?via%3Dihub>. Acesso em: 18 set. 2021.

PEKEL, J. F.; COTTAM, A.; GORELICK, N.; BELWARD, A. S. High-resolution mapping of global surface water and its long-term changes. **Nature** [online] v. 540, n. 7633, p. 418-422, 7 dez. 2016. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/nature20584>. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/nature20584>. Acesso em: 6 ago. 2021.

PHAM-DUC, B.; PRIGENT, C.; AIRES, F. Surface Water Monitoring within Cambodia and the Vietnamese Mekong Delta over a Year, with Sentinel-1 SAR Observations. **Water** [online] v. 9, n. 6, p. 366, 2017. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/w9060366>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4441/9/6/366>. Acesso em: 3 out. 2021.

POSTEL, S. L.; DAILY, G. C.; EHRLICH, P. R. 1996. Human Appropriation of Renewable Fresh Water. **Science** [online] v. 271, n. 5250, p. 785-788, 9 fev. 1996. American Association for the Advancement of Science (AAAS).



<http://dx.doi.org/10.1126/science.271.5250.785>. Disponível em:  
<https://www.science.org/doi/10.1126/science.271.5250.785>. Acesso em: 26 out. 2021.

SOUZA, C.; KIRCHHOFF, F.; OLIVEIRA, B.; RIBEIRO, J.; SALES, M. 2019. Long-Term Annual Surface Water Change in the Brazilian Amazon Biome: Potential Links with Deforestation, Infrastructure Development and Climate Change. **Water** [online] v. 11, n. 3, p. 566, 19 mar. 2019. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/w11030566>. Disponível em:  
<https://www.mdpi.com/2073-4441/11/3/566>. Acesso em: 20 set. 2021.

YAN, W.; SHAKER, A.; LAROCQUE, P. Scan Line Intensity-Elevation Ratio (SLIER): An Airborne LiDAR Ratio Index for Automatic Water Surface Mapping. **Remote Sensing** [online], v. 11, n. 7, p. 814, 4 abr. 2019. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/rs11070814>. Disponível em:  
<https://www.mdpi.com/2072-4292/11/7/814>. Acesso em: 25 set. 2021.



**Projeto 8:** Desenvolvimento de Tecnologias e Projetos para Montagem, Integração e Testes de Satélites

**Subprojeto 8.1:** Desenvolvimento de processos para qualificação de componentes eletrônicos comerciais para aplicação em nanossatélites e *cubesats*

### **8.1.1 – Introdução**

Este projeto será desenvolvido pelo bolsista na área de Qualificação e Confiabilidade de Componentes eletrônicos (LQC) do Laboratório de Integração e Testes (LIT) que integra a Coordenação de Manufatura, Montagem, Integração e Testes (COMIT) do INPE.

O plano de trabalho proposto está alinhado com o projeto de “Desenvolvimento de Tecnologias e Projetos para Montagem, Integração e Testes de Satélites” (OE4) para o Programa de Capacitação Institucional 2018-2023, pois tem por objetivo desenvolver um programa de qualificação em componentes eletrônicos comerciais destinados a aplicação espacial que podem ser utilizados tanto em satélites de grande porte, como preveem as metas do Plano Diretor 2016-2019 do Instituto. E também permitir que o INPE possa cumprir com a sua atribuição de “liderar o desenvolvimento, estabelecimento e consolidação de capacidades que viabilizem todo o ciclo de vida de missões com pequenos satélites, em suporte às necessidades das áreas científica, tecnológica e de aplicações do Instituto”, conforme determina o Regimento Interno do INPE.

O desenvolvimento de produtos espaciais tem passado por uma revolução com a entrada de satélites de até 10kg que estão sendo utilizados nas mais diversas aplicações como: coleta de dados, sensoriamento remoto, monitoramento agropecuário, estudos científicos, comunicações, navegação.

Os nanossatélites normalmente se caracterizam pelo peso de até 10kg. Os *cubesats* além da massa que nestes satélites em geral fica entre 1kg e 1,3kg, têm dimensões definidas por um padrão de cubo com arestas de 10 cm. Esta forma é denominada de 1U. Os *cubesats* podem ser compostos por conjunto destes cubos. Atualmente os formatos mais utilizados de *cubesats* são 1,5U; 2U; 3U ou 6U.

As agências espaciais, ESA, NASA, AEB, por exemplo, têm apostado no desenvolvimento de nanossatélites e *cubesats* inicialmente como formação e qualificação de profissionais para atuarem no segmento espacial como para o desenvolvimento de novas tecnologias e aplicações, isto porque o chamado “novo espaço” (do inglês *new space*) objetiva criar novos satélites e missões menos dispendiosos e em menor tempo de desenvolvimento. Para isto aposta-se na miniaturização de componentes eletrônicos e eletromecânicos.

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), apresentando no processo 01340.004249/2021-39.

### 8.1.2 - Objetivo Geral

Desenvolver um conjunto de novos processos para qualificar componentes eletrônicos comerciais para uso em nanossatélites e *cubesats*.

#### Objetivo Específico 1

Revisão bibliográfica e normativa para a qualificação de componentes comerciais, como resistores, capacitores e semicondutores, com o intuito de utilizá-los em aplicações espaciais.

#### Objetivo Específico 2

Desenvolvimento de meios de testes e/ou dispositivos para uso na qualificação de componentes eletrônicos comerciais para aplicação em nanossatélites e *cubesats* operando em LEO (*low earth orbit*).

#### Objetivo Específico 3

Efetuar as medidas elétricas (paramétricas ou funcionais) nos componentes comerciais selecionados para a qualificação e comparar estas medidas com os valores obtidos na inspeção de recebimento inicial, com o intuito de verificar se houve degradação do componente sob análise que inviabilize seu uso.

#### Objetivo Específico 4

Implantação de métodos de ensaio para a verificação da possibilidade de emprego de componentes eletrônicos sem qualificação militar ou espacial em equipamentos destinados a aplicações espaciais, inclusive nanossatélites e *cubesats*.

### 8.1.3 - Insumos

#### 8.1.3.1 – Custeio

Não aplicável.

Tabela 1 – Distribuição dos recursos de custeio destinados a diárias e passagens

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

#### 8.1.3.2 – Bolsas

Solicita-se um bolsista PCI-DD, graduado em Engenharia Elétrica-Eletrônica, com formação em técnicos em eletrônica e experiência em inspeção, análises, testes e caracterização de componentes eletrônicos destinados a aplicação espacial.

Tabela 2 – Necessidade de agregação de recursos humanos

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
8.1.1	Profissional com diploma de nível superior em Engenharia Elétrica/Eletrônica ou áreas afins e com experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação.	Experiência em inspeção, análises, testes e caracterização de componentes eletrônicos destinados a aplicação espacial.	1 e 2	DD	5	*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

Descrever as atividades que levarão ao cumprimento dos objetivos específicos do projeto 1.

Tabela 3 – Descrição das atividades

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			Set22	Out22	Nov22	Dez22	Jan23
Revisão bibliográfica	1	Procedimento-Relatório	Análise dos requisitos gerais contidos nos documentos normativos				
Desenvolvimento de meios de teste e/ou dispositivos	2	Relatório	Montagem e teste de métodos de qualificação e ou dispositivos				

#### 8.1.5 – Cronograma de Atividades

Tabela 4 – Cronograma de atividades

Atividades		2022				
		Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5
1	Revisão bibliográfica	X	X			
2	Desenvolvimento de meios de teste e/ou dispositivos			X	X	X
3	Relatório final					X



### 8.1.6 – Produtos

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

Tabela 5 – Produtos

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5
Revisão bibliográfica	1	Procedimento-Relatório	Documentos e requisitos a serem utilizados como referência para a qualificação da parte				
Desenvolvimento de meios de teste e/ou dispositivos	2	Relatório		Setups preparados para uso em testes de componentes			

### 8.1.7 – Resultados Esperados

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

Tabela 6 – Resultados esperados

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5
Revisão bibliográfica	1	Procedimento-Relatório	Estabelecer competência para análise de documentação de referência e normativa para aplicações espaciais.				
Desenvolvimento de meios de teste e/ou dispositivos	2	Relatório		Prover dispositivos e placas de testes para ensaios elétricos e ambientais.			

\*considerando 5 meses de atividades



### 8.1.8 - Recursos Solicitados

#### Custeio

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

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

Tabela 7 – Estimativas de despesas com custeio

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

#### Bolsas

Tabela 8 – Valor da bolsa

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
D	D	2.860,00	5	*1	14.300,00
Total (R\$)					14.300,00

\* 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

- Antonio Carlos Teixeira de Souza, Tecnologista
- Priscila Custódio de Matos, Tecnologista

### 8.1.10 - Referências Bibliográficas

- Avaliação de Políticas Públicas: Guia Prático de Análise Ex Ante, volume 1, IPEA, 2018. [1]
- Programa Nacional de Atividades Espaciais: PNAE: 2022 - 2031 / Agência Espacial Brasileira. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, Agência Espacial Brasileira, 2022.
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Plano Diretor do INPE 2016-2019 : São José dos Campos, 2016.
- MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES (BRASIL). PORTARIA Nº 3.446, de 10 de setembro de 2020. Regimento Interno do



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

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Diário Oficial da União:  
Seção: 1 - Extra, Brasília, ano 175-B, p. 21.

**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 400077/2022-1, 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.

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
	Profissional formado em Engenharia ou Tecnólogo em	Experiência em implementação de sistemas de gestão da	1	DB	05	*1

8.2.1	Produção, Qualidade, ou áreas afins, com 7 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
			Set	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	3	Abrangência dos processos das áreas.					

gestão da qualidade.							
----------------------	--	--	--	--	--	--	--

### 8.2.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Metas				
	2022				2023
	Set	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
			Set	Out	Nov	Dez	Jan
1 - Estudo das normas espaciais reconhecidas (ABNT, ISO, ESA).	1	Relatório					
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	5	*1	20.800,00





Total (R\$)	20.800,00
-------------	-----------

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

### **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 das interfaces elétricas e mecânicas: implementações, requisitos e desempenho elétrico.

### **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 dos atuais US \$30 para cerca de US \$5.

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 de aquisição de medidas térmicas geralmente com uso de termopares; a implementação de um sistema supervisor que controla o hardware que recebe as medidas térmicas e gera um banco de dados das medidas coletadas e a implementação de um sistema de visualização. O sistema de visualização tem duas finalidades. A principal é propiciar aos engenheiros térmicos o adequado controle do teste; a posterior análise dos resultados e a geração de subsídios para os relatórios. A segunda finalidade é fornecer recursos aos clientes e usuários para o acompanhamento do teste, auxiliar nas tomadas de decisão e posteriormente, propiciar a análise dos resultados obtidos, e por fim avaliar o desempenho geral do dispositivo ora testado.

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.

As tecnologias atuais permitem o compartilhamento de recursos computacionais (máquinas virtuais) pela centralização de recursos de processamento, salvamento e backup de dados. Esta técnica propicia o uso de

máquinas computacionais potentes, versáteis, de fácil manutenção, intercambiáveis e padronizadas. A centralização favorece sua implantação em locais com condições ambientais ideais e controladas e a redução e especialização dos recursos humanos para o suporte técnico.

Neste subprojeto será desenvolvido um estudo sobre as possíveis implementações de interfaces elétricas e mecânicas visando a integração do hardware de aquisição, o supervisor e interface com o operador/clientes - o sistema de visualização, visando o emprego de arquitetura elétrica/computacional convencional e também com o uso de máquinas virtuais. Além disso, será desenvolvida a análise dos requisitos de alimentação e desempenho elétrico do sistema para a implementação definida.

Visando propor soluções que sejam adequadas aos testes espaciais, ao ambiente do LIT: com sua infraestrutura e metodologias próprias de testes, existe a necessidade de acompanhamento dos testes de aquisição. Esses acompanhamentos permitem identificar todas as condições pré-teste, teste e pós-teste, permitindo mapear as necessidades operacionais dos operadores e clientes e por fim, definir a implementação mais adaptável a cada situação.

### **8.3.2 - Objetivo Geral**

O objetivo geral deste subprojeto é apresentar um estudo e análise comparativo dos sistemas em desenvolvimento do LIT/INPE, com compartilhamento de recursos por meio de máquinas virtuais de aquisição de dados, em relação ao sistema tradicional utilizado nos últimos anos.

Os objetivos específicos são:

- Objetivo Específico 1: Familiarização dos bolsistas com a aquisição de dados para entender o funcionamento do atual sistema de aquisição;
- Objetivo Específico 2: Elaborar documento descrevendo as interfaces elétricas e mecânicas para a implementação tradicional;
- Objetivo Específico 3: Elaborar o projeto do barramento de potência e interfaces mecânicas;
- Objetivo Específico 4: Levantamento de cotações de materiais e componentes;
- Objetivo Específico 5: Avaliar a viabilidade da implementação com máquinas virtuais;
- Objetivo Específico 6: Comparar o desempenho (ganhos e perdas) entre as duas implementações: tradicional e com máquinas virtuais.

### **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	Quantidade
8.3.1	Profissional formado em Engenharia Eletrônica/Elétrica/ Computação ou áreas afins e com experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação	Desenvolvimento de Sistemas/ Linguagem de programação	1, 2, 3, 4, 5 e 6	D-D	5	1

### 8.3.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas (meses)				
			1°	2°	3°	4°	5°
Familiarização em ensaios vácuo-térmicos na aquisição de dados	1	Treinamento realizado	X	X	X	X	X
Elaborar documento descrevendo as interfaces elétricas e	2	Documento Elaborado		X			

mecânicas para a implementação tradicional							
Elaborar o projeto do barramento de potência e interfaces mecânicas	3	Documento elaborado - especificação			X		
Levantamento de cotações de materiais e componentes	4	Documento elaborado - cotações			X	X	
Avaliar a viabilidade da implementação com máquinas virtuais	5	Documento elaborado			X	X	
Comparar o desempenho (ganhos e perdas) entre as duas implementações: tradicional e com máquinas virtuais	6	Relatório				X	X

### 8.3.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Meses				
	1°	2°	3°	4°	5°
Familiarização em ensaios vácuo-térmicos na aquisição de dados	X	X	X	X	X
Elaborar documento descrevendo as interfaces elétricas e mecânicas para a implementação tradicional		X			
Elaborar o projeto do barramento de potência e interfaces mecânicas			X		
Levantamento de cotações de materiais e componentes			X	X	
Avaliar a viabilidade da implementação com máquinas virtuais			X	X	
Comparar o desempenho (ganhos e perdas) entre as duas implementações: tradicional e com máquinas virtuais				X	X

### 8.3.6 – Produtos

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

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas (meses)				
			1°	2°	3°	4°	5°
Familiarização em ensaios vácuo-térmicos na aquisição de dados	1	Documento	20%	20%	20%	20%	20%
Elaborar documento descrevendo as interfaces elétricas e mecânicas para a implementação tradicional	2	Documento		100%			
Elaborar o projeto do barramento de potência e interfaces mecânicas	3	Documento			100%		
Levantamento de cotações de materiais e componentes	4	Documento			50%	50%	
Avaliar a viabilidade da implementação com máquinas virtuais	5	Documento			50%	50%	
Comparar o desempenho (ganhos e perdas) entre as duas implementações: tradicional e com máquinas virtuais	6	Documento				50%	50%

### 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 Específico	Indicadores	Metas (meses)				
			1°	2°	3°	4°	5°



Contribuir na qualificação profissional	1, 2, 3, 4, 5, e 6	Relatório técnico	20%	40%	60%	80%	100%
Capacitação tecnológica	1, 2, 3, 4, 5, e 6	Relatório técnico		25%	50%	75%	100%

### 8.3.8 - Recursos Solicitados

Custeio:

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

- 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;
- 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\$)	Mese s	Quantid ade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00			
	C	3.380,00			
	D	2.860,00	5	1	14.300,00
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					14.300,00

### 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**

Ueta, Márcia C. C. et al. Users Manual Laboratory of Integration and Testing. 7. ed. INPE, 2016.

## **Projeto 8:** Desenvolvimento de Tecnologias e Projetos para Montagem, Integração e Testes de Satélites

### **Subprojeto 8.4:** Especificação do Sistema de Software e das Plataformas de Desenvolvimento para o Sistema de Aquisição de Dados Usando IoT e Soc

#### **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. 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 dos atuais US \$30 para cerca de US \$5.

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.

### 8.4.2 - 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 a aquisição de dados para entender o funcionamento do atual sistema de aquisição;
- Objetivo Específico 2: Levantamento das ferramentas e linguagem de programação a serem adotadas na implementação do sistema supervisorio 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;
- Objetivo Específico 5: Implementação dos primeiros módulos do sistema supervisorio 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.

### 8.4.3 - Insumos

#### 8.4.3.1 – 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	Valor (R\$)
------------	-----------------	-------------



	(diárias/passagens)	

#### 8.4.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
8.4.1	Profissional formado em Engenharia da Computação/Sistemas de Informação/Ciência da Computação e áreas afins, com experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação	Bons conhecimentos em linguagem de programação e desenvolvimento de sistemas, conhecimentos básicos em hardware e programação de sistemas embarcados	1, 2, 3, 5	D-D	5	1
8.4.2	Profissional formado em Engenharia da Computação/Sistemas de Informação/Ciência da Computação e áreas afins, com experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação	Bons conhecimentos em linguagem de programação e desenvolvimento de sistemas, conhecimentos básicos em hardware e programação de interfaces com o usuário e desejável conhecer gestão de projetos	1, 4, 6, 7	D-D	5	1

#### 8.4.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas (meses)				
			1°	2°	3°	4°	5°
Familiarização em ensaios vácuo-térmicos na aquisição de dados	1	Treinamento realizado	X	X	X	X	X
Elaborar documento sucinto e suficiente contendo a análise do software a ser implantado no computador.	2, 3	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	X
Estudo da plataforma de desenvolvimento de software para o sistema supervisorio a ser usada	2, 5, 6	Estudo das plataformas realizado		X	X	X	X
Estudo da plataforma de firmware e análise do sistema a ser usada	2, 5, 6	Estudo das plataformas realizado		X	X	X	X
Realizar reuniões de monitoramento	2, 3, 4, 5, 6, 7	Reuniões realizadas	X	X	X	X	X

#### 8.4.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Meses
------------	-------

	1°	2°	3°	4°	5°
Familiarização em ensaios vácuo-térmicos na aquisição de dados	X	X	X	X	X
Realizar reuniões de monitoramento	X	X	X	X	X
Estudo da plataforma de desenvolvimento de software para o sistema supervisorio a ser usada		X	X	X	X
Estudo da plataforma de firmware e análise do sistema a ser usada		X	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	X
Elaborar documento sucinto e suficiente contendo a análise do software a ser implantado no computador.				X	X

#### 8.4.6 – 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°	5°
Projeto básico, contendo: cotações para os componentes do sistema; prazos de entrega; custos de montagem; manuais e diagramas; critérios de aceitação; testes de aceitação.	3, 4, 7	Número de documentos			25%	50%	100%
Documento sucinto e suficiente contendo a análise do software a ser implantado no computador.	2, 4, 5, 6	Número de relatórios				50%	100%

### 8.4.7 – Resultados Esperados

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

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

### 8.4.8 - 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			
	B	4.160,00			
	C	3.380,00			





	D	2.860,00	5	2	28.600,00
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					28.600,00

#### 8.4.9 - 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

#### 8.4.10 - 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 8.5:** Desenvolvimento do Setup Mecânico do Sistema Modular Utilizando Lâmpadas Infravermelhas, para Imposição de Cargas Térmicas Orbitais em Sistemas Espaciais

### **8.5.1 – Introdução**

Este subprojeto consta no Projeto 8 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 7895084 SEI 01340.004664/2021-92, e está sendo desenvolvido pela Coordenação de Manufatura, Montagem, Integração e Testes - COMIT, desenhado e alinhado para as ações, presentes e futuras, do governo federal em concordância à missão do INPE e dessa Coordenação.

Satélites e sistemas espaciais são submetidos a testes vácuo térmicos, que simulam as condições de ambiente espacial, para comprovar sua funcionalidade sem perdas de performance. Durante estes testes, são impostas sobre o satélite as condições de ambiente espacial em termos de carga térmica orbital, modo de operação, temperatura e pressão. Através dos meios de teste, as seguintes condições são simuladas sobre o satélite:

- *O ambiente do espaço profundo, em termos de temperatura e pressão;*  
e
- *A carga térmica orbital, em termos de radiação absorvida ou incidida nas superfícies dos satélites.*

O ambiente do espaço profundo é simulado pela câmara vácuo térmica (CVT), através de suas dimensões, propriedades termo ópticas, temperatura e nível de vácuo adequados. A carga térmica orbital é simulada através de películas aquecedoras instaladas sobre a superfície do satélite e/ou dispositivos que irradiam calor sem contato direto (IRA), tais como lâmpadas infravermelhas, barras tubulares, placas aquecedoras e quadros de tiras metálicas aquecedoras. A metodologia para a imposição da carga térmica orbital, que vem sendo empregada pelo COMIT até o momento, consiste no

desenvolvimento e qualificação de um *Set-Up* customizado para cada satélite a ser testado, sendo construído um dispositivo para cada região da superfície que demande uma carga térmica específica. Esta metodologia consome elevado tempo e custo para a sua implementação, dada a quantidade de dispositivos a serem projetados e qualificados, causando impacto no cronograma e orçamento. O plano de trabalho proposto consiste no desenvolvimento de um arranjo de fontes infravermelhas para a simulação de cargas térmicas orbitais impostas as superfícies do satélite ou sistemas espaciais.

### **8.5.2 - Objetivo Geral**

Dotar e disponibilizar ao país uma infraestrutura capacitada no desenvolvimento de tecnologias para testes vácuo-térmicos de satélites.

#### **Objetivo Específico 1:**

Desenvolver as tecnologias necessárias para as atividades de Montagem, Integração e Testes, em função dos programas espaciais no INPE, incluindo setup mecânicos para testes vácuo-térmicos de satélites.

#### **Objetivo Específico 2:**

Atender as demandas do setor espacial brasileiro por meio do desenvolvimento de tecnologias necessárias para as atividades de testes vácuo-térmicos de Satélites.

#### **Objetivo Específico 3:**

Desenvolver e qualificar softwares especializados para atividades de testes vácuo-térmicos de sistemas e subsistemas.

#### **Objetivo Específico 4:**

Dotar o país de infraestrutura básica para atender os testes de desenvolvimento e qualificação de produtos espaciais, industriais e ambientais

#### **Objetivo Específico 5:**

Desenvolver processos inovadores de manufatura de produtos espaciais que darão suporte à testes vácuo-térmicos de sistemas e subsistemas espaciais

### 8.5.3 - Insumos

#### 8.5.3.1 – 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\$)

#### 8.5.3.2 – Bolsas

Para desenvolver as atividades do projeto proposto a equipe do Laboratório Vácuo-Térmico do COMIT, devida a sua alta complexidade, precisa agregar a sua equipe mais 1 profissional, de comprovado conhecimento, formação e experiência, por intermédio das bolsas PCI.

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria /nível	Meses	Quantidade
8.5.1	Profissional com formação na área de Exatas, Engenharia Eletrônica, Mecatrônica, Aeroespacial ou áreas afins, com 7 (sete) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação após a obtenção do diploma de nível superior; ou com título de doutor; ou ainda, com grau de mestre há, no mínimo, 4 (quatro) anos	Experiência mínima de 3 anos na área de Automação e Controle	1, 2 e 4	D-B	5	*1

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

#### 8.5.4 - Atividades de Execução

As atividades a serem executadas pela bolsista nestes 5 meses de bolsa estão listadas abaixo:

- 1- Estudo do problema e pesquisa bibliográfica;
- 2- Familiarização com as atividades, equipamentos e ferramentas do laboratório vácuo térmico;
- 3- Escolha das lâmpadas infravermelhas.
- 4- Estudo e conhecimento sistema automático de suprimento e controle de potências (SASCP) da COMIT;
- 5- Qualificação do hardware do SASCP;

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			2021	2022	2023
Atividade 1	1,2	relatório		X	
Atividade 2	1,2	relatório			X
Atividade 3	4	procedimento e relatório			X
Atividade 4	2,4	procedimento e relatório			X
Atividade 5	2,4	procedimento e relatório			X

#### 8.5.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	1º mês	2º mês	3º mês	4º mês	5º mês
1	X				
2	X	X	X	X	X
3		X	X		
4			X	X	
5				X	X

#### 8.5.6 – Produtos

Uma vez tendo sido validado este Sistema Modular Genérico de Lâmpadas Infravermelhas, para Imposição de Cargas Térmicas Orbitais em Sistemas Espaciais, o Laboratório estará preparado com um dispositivo de teste que irá compor as facilidades do LIT. O projeto também entregará os seguintes produtos

**Produto 1:** Sistema Modular Genérico de Lâmpadas Infravermelhas, para Imposição de Cargas Térmicas Orbitais em Sistemas Espaciais.

**Produto 2:** Sistema automático de suprimento e controle de potências (SASCP) aplicado às fontes de calor infravermelha de acordo com a suas especificidades, O SASCP tem por finalidade alimentar, controlar e ajustar todas as cargas térmicas impostas ao satélite durante os seus testes de simulação espacial de qualificação e aceitação de seu controle térmico e de sua funcionalidade.

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			3º mês	4º mês	5º mês
Produto 1	1,2, e 4	Protótipo de arranjo de fontes Infravermelha (IRA) e procedimento.		X	
Produto 2	1,2 e 4	Um sistema automático de suprimento e controle de potências (SASCP) preliminar, relatório e procedimento			X

### 8.5.7 – Resultados Esperados

Uma vez tendo sido validado este Sistema Modular de Fontes de Calor Infravermelhas, para Imposição de Cargas Térmicas Orbitais em Sistemas Espaciais, o Laboratório estará preparado com um dispositivo de teste que irá compor as facilidades do LIT. Permitindo ao Laboratório atender às demandas de testes do setor espacial em um tempo menor, com menos investimentos e qualidade comprovada. Os resultados deverão ser apresentados em publicações de artigos técnicos e científicos, assim como, documentados mediante procedimentos de operação e relatórios técnicos no Centro de Documentação da COMIT.

Também podemos esperar que o projeto proposto atinja os seguintes resultados:

**Resultado 1:** Realizar testes vácuo-térmicos de desenvolvimento, qualificação e aceitação para, equipamentos, subsistemas e sistemas de aplicação espaciais;

**Resultado 2:** Garantir que o conjunto de Laboratórios da COMIT sejam capazes e competentes para coordenar e realizar as atividades de manufatura, montagem, integração, testes e ensaios ambientais de produtos destinados ao desenvolvimento de pesquisas, tecnologias e aplicações espaciais, realizadas pelo Instituto.

**Resultado 3:** Ampliar a sua capacidade de qualificação e testes.

**Resultado 4:** Dominar as novas tecnologias que surgem na medida em que novos programas ou projetos de satélites surgem.

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			1º mês	2º mês	3º mês	4º mês	5º mês
Resultado 1	1, 2 e 4	Testes vácuo-térmicos realizados	X	X	X	X	X
Resultado 2	1, 2 e 4	Número de testes vácuo-térmicos atendidos					X
Resultado 3	1 e 4	Setups de testes desenvolvidos e qualificados				X	X
Resultado 4	1 e 4	Desenvolvimento de novos setups de testes					X

### 8.5.8 - 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	B	4.160,00	5	*1	20.800,00

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

#### 8.5.9 - Equipe do Projeto

- Márcio Bueno dos Santos, membro COMIT e gerente do projeto
- José Sérgio de Almeida membro COMIT
- Durval Zandonadi Junior membro COMIT
- Vinicius Derrico da Silva membro do COMIT
- Carlos Rodolfo Rodrigues membro COMIT
- Douglas Barzon membro COMIT
- Elza Aparecida de Castro membro COMIT
- Osvaldo Donizeti da Silva membro COMIT
- Valdir Nogueira Fernandes membro COMIT

#### 8.5.10 - 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 8.6:** Estudo de ampliação da faixa de frequências associadas à calibração de medidas de capacitância elétrica.

### **8.6.1 – 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.

### **8.6.2 - 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.

### **8.6.3 - Insumos**

#### **8.6.3.1 – Custeio**

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

#### 8.6.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria /nível	Meses	Quantidade
8.6.1	Técnico de nível médio em Eletrotécnica, Eletrônica, Mecatrônica ou áreas afins, com diploma de Escola Técnica reconhecido pelo MEC e com experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação	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-E	05	*1

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

#### 8.6.4 - 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

### 8.6.5 – 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	

### 8.6.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
Notas técnicas sobre calibração de grandezas capacitivas elaboradas.	1	Anotações técnicas finalizadas.	X	

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
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

### 8.6.7 – 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

### 8.6.8 - Recursos Solicitados

Custeio:

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

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Mese s	Quantid ade	Valor (R\$)
PCI-DE	E	1.950,00	05	*1	9.750,00
Total (R\$)					9.750,00

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

### 8.6.9 - 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).

### 8.6.10 - 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 8.7:** Desenvolvimento de dispositivos e componentes mecânicos para aplicações espaciais e instrumentação laboratorial

### **8.7.1 – Introdução**

Este subprojeto consta no Projeto 8 (Desenvolvimento de Tecnologias e Projetos para Montagem, Integração e Testes de Satélites), do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 400077/2022-1, disponível na página do INPE. Está relacionado aos Termos de Abertura de Projeto – TAP, SEI Nº 01340.005775/2021-16, 01340.003449/2021-74, 01340.003452/2021-98 e 01340.005858/2021.

O projeto consiste na execução de atividades de desenvolvimento tecnológico junto aos grupos de Projeto e Fabricação Mecânica, Mecânica de Desenvolvimento e Operações Especiais e Ensaio Dinâmico da Coordenação de Manufatura, Montagem, Integração e Testes, além de atender também as demandas de outros grupos de pesquisa da Coordenação-Geral de Infraestrutura e Pesquisas Aplicadas bem como das demais áreas finalísticas do INPE. As atividades de desenvolvimento de satélites, seus subsistemas e logística de testes, se caracterizam pelo ineditismo dos trabalhos desenvolvidos, e pelos rigorosos requisitos mecânicos, caracterizados por subsistemas e componentes de alta resistência mecânica com massa reduzida e grande precisão dimensional. Para as etapas de integração e testes de um satélite, se faz necessário o desenvolvimento de uma série de componentes e equipamentos de uso específico a esse tipo de atividade, e que são de uso exclusivo de cada satélite. Neste contexto, o desenvolvimento de dispositivos, suportes e aparatos mecânicos necessários às atividades de montagem, integração e testes de satélites são destacados neste projeto. Além das necessidades do programa de satélites da série Amazonia e de satélites de pequeno porte tais como nano e microssatélites, pretende-se também o desenvolvimento do projeto mecânico de peças e partes empregadas na instrumentação de experimentos, ensaios e testes nos laboratórios do Instituto. No decorrer de suas atividades, o bolsista utiliza-se de programas CAD (Computer-Aided Design) para o desenvolvimento de projetos mecânicos.

### **8.7.2 - Objetivo Geral**

**Objetivo Geral:** O desenvolvimento de dispositivos, suportes e aparatos mecânicos.

Este objetivo geral deste projeto, está em consonância ao Tema 2: Avaliação da Conformidade de Produtos Espaciais e atende ao:

**Objetivo Específico 5:** Desenvolver as tecnologias necessárias para as atividades de ensaios e inspeções para a qualificação de equipamentos elétricos e partes, materiais agregados e metálicos, segundo os requisitos de qualidade para aplicações espaciais.



### 8.7.3 - Insumos

#### 8.7.3.1 – 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\$)

#### 8.7.3.2 – Bolsas

O projeto necessita de um profissional com formação e experiência na área de projetos mecânicos.

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria /nível	Meses	Quantidade
8.7.1	Profissional com formação em Engenharia Mecânica e 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	Projeto e Fabricação Mecânica	5	D-C	5	*1

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

### 8.7.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2022	2023	2024	2025	2026	

Projeto estrutural de dispositivos para instrumentação laboratorial	5	Projeto estrutural de dispositivos para instrumentação laboratorial elaborado	x	x			
Projeto de estruturas para montagem, integração e testes funcionais	5	Projeto de estruturas para montagem, integração e testes funcionais elaborado	x	x			
Elaboração da documentação de projeto referente às atividades desenvolvidas	5	Relatório elaborado		x			

### 8.7.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Mês				
	01	02	03	04	05
Projeto estrutural de dispositivos para instrumentação laboratorial	x	x	x	x	x
Projeto de estruturas para montagem, integração e testes funcionais	x	x	x	x	x
Elaboração do relatório final					x

### 8.7.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2022	2023	2024	2025	2026
Dispositivos mecânicos desenvolvidos	5	Projetos mecânicos elaborados	x	x			

### 8.7.7 – Resultados Esperados

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



Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2022	2023	2024	2025	2026
Dispositivos e componentes mecânicos para aplicações espaciais e instrumentação laboratorial desenvolvidos	5	Projetos mecânicos elaborados	x	x			

### 8.7.8 - Recursos Solicitados

Custeio:

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

- 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;
- 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			
	B	4.160,00			
	C	3.380,00	5	*1	16.900,00
	D	2.860,00			
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$) 16.900,00					

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

### **8.7.9 - Equipe do Projeto**

Graziela da Silva Savonov

José Pelógia da Silva

Homero Anchieta Furquim de Souza

### **8.7.10 - Referências Bibliográficas**



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

**Subprojeto 8.8:** Estudos para desenvolvimento de automação do sistema de calibrações de alto-vácuo.

### **8.8.1 – Introdução**

Este subprojeto consta no Projeto 01 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 conseqüentemente 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 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. 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.

### **8.8.2 - 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.

### 8.8.3 - Insumos

#### 8.8.3.1 – Custeio

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

#### 8.8.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Esp.	PCI Categoria/ Nível	Meses	Quantidade
8.8.1	Profissional formado em Engenharia Mecânica ou Mecatrônica ou 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; Experiência técnica em elétrica ou eletrotécnica ou eletrônica ou controle e automação industrial, ou áreas afins.	1, 2, 3, 4 e 5	D-C	05	*1

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

### 8.8.4 - Atividades de Execução

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	

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
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

### 8.8.5 – 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		
Estudo preliminar de possíveis métodos e técnicas a serem empregadas no desenvolvimento da solução a ser proposta.		X		



Atividades	Semestres			
	2022		2023	
	1	2	1	2
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	

### 8.8.6 – 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	
Relatório.	5	Relatório elaborado.	X	X

### 8.8.7 – 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

#### 8.8.8 - Recursos Solicitados

Custeio:

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

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Mese s	Quantid ade	Valor (R\$)
PCI-D	C	3.380,00	05	*1	16.900,00
Total (R\$)					16.900,00

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

#### **8.8.9 - Equipe do Projeto**

Bolsista modalidade PCI-DC;

Rodrigo dos Santos Nascimento (Equipe técnica MTF);

Liangrid Lutiani da Silva (Bolsista PCI);

Ricardo Suterio (Supervisor).

#### **8.8.10 - 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 8: DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS E PROJETOS PARA MONTAGEM, INTEGRAÇÃO E TESTES DE SATÉLITES**

**Subprojeto 8.9:** Estudos para desenvolvimento de atividades de calibração de sistemas aplicados em Telecomunicações Ópticas e melhorias voltadas para atividades em Metrologia de Alta Frequência.

### **8.9.1 – Introdução**

Este subprojeto consta no Projeto 01 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 Coordenação de Manufatura Integração e Testes (COMIT / INPE), atua para a adequação e modernização de suas instalações diante dos constantes avanços científicos, tecnológicos e mesmo comerciais que o setor espacial notoriamente estimula. No Laboratório de Integração e testes (LIT) melhorias estão em execução visando a obtenção de capacidades para qualificar testes e ensaios de satélites de maior porte (em termos de massa, 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 e por tecnologias radar (SAR). 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. 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 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. 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 estudo para desenvolvimento de atividades de calibração de sistemas aplicados em telecomunicações ópticas e melhorias voltadas para atividades em Metrologia de Alta Frequência é um projeto que pela natureza do seu propósito, está enquadrado no escopo de atividades do Laboratório de Metrologia de Alta Frequência (MTR), da Área de Metrologia Espacial. Tal laboratório é responsável pela manutenção da rastreabilidade de mensurandos associados a sistemas, artefatos e equipamentos aplicados no contexto espacial do INPE que operam, ou venham a operar, em regimes eletromagnéticos de altas frequências, tanto os artefatos designados e concebidos para operações baseadas em ondas eletromagnéticas por propagação guiada, quanto por propagação irradiada, em regimes espectrais que iniciam na interface entre regimes de frequências quase-estáticas e de alta frequência, que popularmente podem ser denominadas de faixa de frequências de rádio RF (do acrônimo na língua inglesa: *Radio Frequency*) e outros regimes de uso espectral mais elevado são as prioridades do escopo de atuação em metrologia deste laboratório.

Assim, no âmbito do Laboratório MTR, o presente projeto em sistemas para telecomunicações ópticas passa pela estruturação de um conjunto de novas atividades no campo de calibração de artefatos e instrumentos para telecomunicações que aplicam técnicas de geração, detecção e medição de ondas eletromagnéticas que podem ser propagadas por ondas guiadas por fibras ópticas. Trata-se, portanto, de um projeto com caráter de inovação no campo da Metrologia Espacial do INPE, pois atividades metrológicas de calibração em sistemas de telecomunicações ópticos ainda não são realizadas no contexto institucional. Pretende-se em primeiro momento atender às atuais demandas por calibração de instrumentos e artefatos ópticos do laboratório de Integração e Testes de satélites da COMIT / INPE, particularmente o *Hall* de testes EMI / EMC, área que possui infraestrutura para testes, medidas e ensaios na área de qualidade em sistemas de telecomunicações ópticas, e que dispõe atualmente de capacidades para atuar em sistemas configurados para operação nas faixas de comprimento de onda de luz laser compreendidos entre 600 nanômetros e 1700 nanômetros.

Desdobramentos intrínsecos referentes ao domínio de tais competências, por parte da Metrologia Espacial da COMIT implicam também na capacidade de ofertar um conjunto novo de capacidades de caráter científico e tecnológico para atender demandas atuais e vindouras das demais áreas e laboratórios do INPE, acerca de tais tecnologias. Permitirão ainda, o atendimento de demandas oriundas da sociedade brasileira, incluindo segmentos da indústria e de outras instituições de pesquisa aplicada ao desenvolvimento tecnológico nacional, a exemplo do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA) e outras como a Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL) e mesmo do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO).

Outros aspectos relevantes associados à obtenção de competências em tecnologias, métodos e técnicas em metrologia envolvendo sistemas ópticos são possibilidades à prospecção de novos horizontes em metrologia de altas frequências, como por exemplo, em metrologia de tempo e frequência, uma vez que os sistemas ópticos modernos, como os denominados *optical frequency*

*combs* são capazes de prover excelentes bases de referência em tais métricas, superando sobremaneira os já precisos relógios atômicos, baseados em ocorrências de transições de energia em átomos de césio. Complementarmente, avanços em metrologia por sistemas ópticos possibilitam acesso a tecnologias que podem ser aplicadas em metrologia dimensional, como as que empregam sistemas LIDAR (acrônimo do idioma inglês para: *Light Detection And Ranging*). Ou seja, todo um novo conjunto de possibilidades em sistemas e técnicas com aplicações em metrologia podem ser prospectadas com base no presente projeto as quais possuem grande potencial para serem utilizadas em atendimento às necessidades atuais e futuras de modernização da área de integração e testes de satélites do INPE.

Cabe por fim destacar que no novo cenário global espacial denominado “new space”, sistemas de telecomunicações ópticos por satélites são temas de grande interesse e relevância estratégica para diversos atores do setor espacial mundial. Agências espaciais como ESA na Europa e JAXA no Japão, desenvolvem avançados projetos de comunicações ópticas entre satélites e segmentos de controle de terra [1-3]. Diversos projetos com arquiteturas de nano-satélites também já estão sendo aplicados em missões que embarcam sistemas de demonstração de conceitos em telecomunicações ópticas [4]. No seguimento espacial privado contemporâneo, empresas como SpaceX™ (sistema *Starlink*), já possuem sistemas ativos envolvendo serviços por satélites que utilizam comunicações ópticas [5]. Portanto, o tema do projeto encontra aderência não só para o atendimento de necessidades já mapeadas no contexto da COMIT, mas de fato, apresentam potencial para servir como “sólidas fundações”, que podem vir a embasar ações prospectivas envolvendo estudos para desenvolvimento de artefatos e sistemas em telecomunicações ópticas para aplicações espaciais, alinhadas ao contexto espacial global contemporâneo.

### **8.9.2 - 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 de altas frequências na Área de Metrologia Espacial da COMIT.

#### **Objetivos específicos (OE)**

##### **Objetivo Específico 1**

Revisão bibliográfica em materiais e métodos associados à metrologia para sistemas de telecomunicações ópticos.

##### **Objetivo Específico 2**

Identificação das principais normas vigentes associadas à metrologia de sistemas de telecomunicações ópticas.

##### **Objetivo Específico 3**

Estudo teórico e / ou experimental preliminar de técnicas, métodos e procedimentos de calibração para analisadores de espectro óptico e demais métodos relacionados a calibrações de artefatos em regimes de altas frequências.

#### Objetivo Específico 4

Documentação geral dos estudos realizados.

#### 8.9.3 - Insumos

##### 8.9.3.1 – Custeio

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

##### 8.9.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Esp.	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
8.9.1	Profissional formado em Engenharia Elétrica ou Telecomunicações, Eletrônica 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	1, 2, 3 e, 4	D-C	05	*1

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

#### 8.9.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
Revisão bibliográfica em materiais e métodos associados à metrologia de sistemas de telecomunicações ópticos.	1	Revisão bibliográfica realizada.	X	



Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
Identificação das principais normas vigentes associadas à metrologia de sistemas de telecomunicações ópticos.	2	Principais normas internacionais e/ou nacionais apresentadas	X	
Estudo teórico e / ou experimental preliminar de técnicas, métodos e procedimentos de calibração para analisadores de espectro óptico e demais métodos relacionados a calibrações de artefatos em regimes de altas frequências.	3	Estudo preliminar desenvolvido.	X	
Documentação geral dos estudos realizados.	4	Relatório	X	X

### 8.9.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestres			
	2022		2023	
	1	2	1	2
Revisão bibliográfica em materiais e métodos associados à metrologia de sistemas de telecomunicações ópticos.		X		
Identificação das principais normas vigentes associadas à metrologia de sistemas de telecomunicações ópticos.		X		
Estudo teórico e / ou experimental preliminar de técnicas, métodos e procedimentos de calibração para analisadores de espectro óptico e demais métodos relacionados a calibrações de artefatos em regimes de altas frequências.		X		



Atividades	Semestres			
	2022		2023	
	1	2	1	2
Documentação geral dos estudos realizados.		X	X	

### 8.9.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
Revisão bibliográfica	1	Revisão bibliográfica finalizada	X	
Definição das principais normas relacionadas a calibração de sistemas / instrumentos de telecomunicações ópticos	2	Principais normas identificadas	X	
Estudo teórico e / ou experimental preliminar de técnicas, métodos e procedimentos de calibração para analisadores de espectro óptico e demais métodos relacionados a calibrações de artefatos em regimes de altas frequências	3	Estudo teórico e / ou experimental executado	X	
Relatório	4	Relatório elaborado	X	X

### 8.9.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023



Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
Base teórica tecnológica / científica preliminar definida.	1	Revisão bibliográfica concluída.	X	
Aquisição das principais normas relacionadas a calibração de sistemas / instrumentos de telecomunicações ópticos.	2	Principais normas definidas e disponíveis.	X	
Estudo teórico e / ou experimental preliminar dos principais métodos, técnicas e procedimentos executados.	3	Estudo teórico e / ou experimental preliminar realizado.	X	
Estudos documentados.	4	Relatório elaborado.	X	X

#### 8.9.8 - 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	05	*1	16.900,00
Total (R\$)					16.900,00

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

#### 8.9.9 - Equipe do Projeto

Bolsista modalidade PCI-DC;

Carlos da Silva Junior (Equipe técnica MTR);

Daniel de Farias Sarmiento (Equipe técnica MTR);  
Eduardo Alan de Andrade Cruz (Equipe técnica MTR);  
Liangrid Lutiani da Silva (Bolsista PCI);  
Patrícia Ariana Grilo Dias (Equipe técnica MTR);  
Raphael Coutinho da Rosa (Bolsista PCI);  
Ricardo Suterio (Supervisor).

### **8.9.10 - Referências Bibliográficas**

- [1] T. Tolker-Nielsen and J.-C. Guillen, "SILEX: The First European Optical Communication Terminal in Orbit," *ESA*, 1998. <https://www.esa.int/esapub/bulletin/bullet96/NIELSEN.pdf> (acesso Jun. 23, 2022).
- [2] K. Arai, "Overview of the optical inter-orbit communications engineering test satellite (OICETS) project," *J. Natl. Inst. Inf. Commun. Technol.*, vol. 59, no. 1–2, pp. 5–12, 2012, [Online]. Available: [https://www.nict.go.jp/publication/shuppan/kihou-journal/journalvol59-1\\_2/journal-vol59no1\\_2-02.pdf](https://www.nict.go.jp/publication/shuppan/kihou-journal/journalvol59-1_2/journal-vol59no1_2-02.pdf)
- [3] JAXA, "Optical satellite communication system 'LUCAS,'" *JAXA*, 2022. <https://www.satnavi.jaxa.jp/ja/project/lucas/index.html> (acesso: Jun. 24, 2022).
- [4] F. Sansone *et al.*, "LaserCube optical communication terminal for nano and micro satellites," *Acta Astronaut.*, vol. 173, pp. 310–319, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2020.04.049>.
- [5] R. Jewett, "Latest Starlink Satellites Equipped with Laser Communications, Musk Confirms," 2021. <https://www.satellitetoday.com/broadband/2021/01/25/latest-starlink-satellites-equipped-with-laser-communications-musk-confirms/> (acesso Jun. 24, 2022).
- [6] 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:** Desenvolvimento de produtos para a avaliação dos modelos numéricos

### **9.1.1 – Introdução**

A previsão das condições numéricas de tempo e clima em escalas de horas, dias e meses à frente é um dos maiores desafios técnico-científicos enfrentados pela humanidade. No entanto, este desafio de prever as condições futuras da atmosfera tem sido vencido por diversos países, comprovando a importância da necessidade de disponibilização de informações confiáveis em tempo quase real das condições atmosféricas e oceânicas presentes. Em meados da década de 1990, o INPE foi pioneiro no Brasil no âmbito da pesquisa e operacionalização de métodos para a previsão numérica de tempo, clima com o uso de sistema de supercomputação [1]. Estes métodos permitiam o fornecimento de previsões de tempo de curto e médio prazo, previsões climáticas, com domínio de técnicas avançadas de modelagem numérica altamente complexas da atmosfera e dos oceanos, para a previsão de condições futuras.

Ao considerar a atmosfera como um sistema dinâmico e visando o aprimoramento das previsões numéricas de tempo e dos respectivos produtos derivados, há necessidade de uma constante avaliação e aferição dos resultados. Sendo assim, faz-se necessário o desenvolvimento de uma suíte de códigos e produtos para a avaliação consistente dos modelos numéricos, desenvolvidos e executados no INPE, para ser possível direcionar correções e melhorias em tais modelos.

Este projeto visa desenvolver uma série de produtos e processos para avaliação e comparação entre os modelos numéricos do INPE. Para as avaliações, serão utilizados produtos de estimativas de satélites, dados observados e combinações, dados de reanálise providos pelo ECMWF ou na análise dos modelos numéricos. Os desenvolvimentos devem prover meios de comparar os diferentes modelos numéricos, 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.

Atualmente os sistemas de avaliação de modelos numéricos da DIPTC/INPE utilizados rotineiramente encontram-se defasados em métodos e aplicações. Deste modo faz-se necessária a aplicação de novos métodos, desenvolvimento de novas ferramentas e refatoração de métodos antigos de avaliação para uso no futuro modelo MONAN. Alguns índices e produtos para avaliação podem ser encontrados em [2], [3] e [4].

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 **MONAN** – TAP 01340.005344/2021-50.

### 9.1.2 - 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.

### 9.1.3 - Insumos

#### 9.1.3.1 – Custeio

Não há previsão de despesas de custeio

#### 9.1.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/ nível	Meses	Quantidade
9.1.1	Profissional com diploma de nível superior em Meteorologia/ Tecnologia da Informação ou áreas afins, com experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação	Meteorologia, Tecnologia da informação	1	D-D	5	1

### 9.1.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			Set	Out	Nov	Dez	Jan

1. Desenvolvimento de códigos para avaliação objetiva de campos em baixos níveis	6	Desenvolvimento de avaliações.	Avaliação de campos de superfície e baixos níveis, índices objetivos		Comparações entre modelos	Índices estatísticos e gráficos	Relatório de resultados de avaliação e comparação
2. Desenvolvimento de códigos para avaliação de campos em médios níveis usando análise/reaanálise	6	Desenvolvimento de avaliações.		Avaliação de campos em níveis médios, índices objetivos.	Comparações entre modelos	Índices estatísticos e gráficos	Relatório de resultados de avaliação e comparação
3. Desenvolvimento de códigos para avaliação de campos em altos níveis usando análise/reaanálise.	6	Desenvolvimento de avaliações.		Avaliação de campos em altos, índices objetivos.	Comparações entre modelos	Índices estatísticos e gráficos	Relatório de resultados de avaliação e comparação

### 9.1.5– Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre									
	Set. 2022		Out. 2022		Nov. 2022		Dez. 2022		Jan. 2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1. Desenvolvimento de códigos para avaliação de campos em baixos níveis	x	x			x		x		x	

2. Desenvolvimento de códigos para avaliação de campos em médios níveis usando análise/reanálise			X			X		X		X
3. Desenvolvimento de códigos para avaliação de campos em altos níveis usando análise/reanálise.				X		X		X		X

### 9.1.6 – 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				
			Set. 2022	Out. 2022	Nov. 2022	Dez. 2022	Jan. 2023
Avaliação dos campos de superfície e baixos níveis.	6	Número de campos desenvolvidos	4		2	3	
Avaliação dos campos de médios níveis.	6	Número de campos desenvolvidos		4	2	3	1
Avaliação dos campos de médios níveis.	6	Número de campos desenvolvidos		4	2	3	1
Relatórios Produzidos	6	Número de relatórios				1	1

### 9.1.7 – Resultados Esperados

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

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			Set. 2022	Out. 2022	Nov. 2022	Dez. 2022	Jan. 2023



Novos produtos disponíveis	6	- Números de produtos	4	8	6	9	2
Relatórios produzidos	6	- Número de relatórios				1	1

### 9.1.8 - 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	5	1	14.300,00
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					14.300,00

### 9.1.9 - Equipe do Projeto

Manoel Gan

José Alberto Ferreira

Bolsista PCI-D

### 9.1.10 - Referências Bibliográficas

[1] Escada, P. et al., 2021: *Climate services in Brazil: Past, present and future perspectives*. *Climate Services*, v. 24, p. 100276, dez. 2021.

[2] Jolliffe, I.T., and D.B. Stephenson, 2012: *Forecast Verification: A Practitioner's Guide in Atmospheric Science. 2nd Edition*. Wiley and Sons Ltd, 274 pp.

[3] Nurmi, P., 2003: *Recommendations on the verification of local weather forecasts (at ECWMF member states)*. ECMWF Operations Department, October 2003.



[4] Stanski, H.R., L.J. Wilson, and W.R. Burrows, 1989: *Survey of common verification methods in meteorology*. World Weather Watch Tech. Rept. No.8, WMO/TD No.358, WMO, Geneva, 114 pp.

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

**Subprojeto 9.2:** Desenvolvimento de sistemas para disponibilização de dados e produtos numéricos de modelos, satélites e radares meteorológicos e outros

### **9.2.1 – Introdução**

A previsão das condições numéricas de tempo e clima em escalas de horas, dias e meses à frente é um dos maiores desafios técnico-científicos enfrentados pela humanidade. No entanto, este desafio de prever as condições futuras da atmosfera tem sido vencido por diversos países, comprovando a importância da necessidade de disponibilização de informações confiáveis em tempo quase real das condições atmosféricas e oceânicas presentes. Em meados da década de 1990, o INPE foi pioneiro no Brasil no âmbito da pesquisa e operacionalização de métodos para a previsão numérica de tempo, clima com o uso de sistema de supercomputação [1]. Estes métodos permitiam o fornecimento de previsões de tempo de curto e médio prazo, previsões climáticas, com domínio de técnicas avançadas de modelagem numérica altamente complexas da atmosfera e dos oceanos, para a previsão de condições futuras.

Visando melhorias na questão de previsão de tempo, o projeto proporcionará o desenvolvimento de novos sistemas e a aplicação de novas tecnologias e metodologias para a apresentação de produtos numéricos e de avaliação de modelos, baseando-se principalmente no conceito de usabilidade e experiência do usuário [2][3].

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 **MONAN** – TAP 01340.005344/2021-50.

### **9.2.2 - Objetivo Geral**

O objetivo geral do projeto 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

#### 9.2.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria /nível	Meses	Quantidade
9.2.1	Profissional com diploma de nível superior em Tecnologia da Informação ou áreas afins, com experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação	Tecnologia da informação	6	D-D	5	1

### 9.2.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			Set	Out	Nov	Dez	Jan
1. Estudos de usabilidade e acessibilidade	6	Referências coletadas e selecionadas	Estudos de usabilidade e experiência de usuário no uso de dados meteorológicos	Estudos de usabilidade e experiência de usuário no uso de dados meteorológicos		Estudos de usabilidade e experiência de usuário no uso de dados meteorológicos	

2. Desenvolvimento de prova de conceito para uma ferramenta online técnica para visualização	6	Prova de conceito incrementada	Aplicação dos conceitos de usabilidade e no desenvolvimento de novas ferramentas	Aplicação dos conceitos de usabilidade no desenvolvimento de novas ferramentas	Aplicação dos conceitos de usabilidade no desenvolvimento de novas ferramentas	Aplicação dos conceitos de usabilidade no desenvolvimento de novas ferramentas	
3. Validação e testes das aplicações conceituais desenvolvidas	6	Relatórios de validação das provas de conceito.		Validação da usabilidade em versões preliminares	Validação da usabilidade em versões preliminares		Validação da usabilidade e da experiência do usuário

### 9.2.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre									
	Set. 2022		Out. 2022		Nov. 2022		Dez. 2022		Jan. 2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1. Estudos de usabilidade e acessibilidade	x			x			x			
2. Desenvolvimento de prova de conceito para uma ferramenta online técnica para visualização		x	x		x	x		x	x	
3. Validação e testes das aplicações conceituais desenvolvidas			x			x				x

### 9.2.6 – 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				
			Set. 2022	Out. 2022	Nov. 2022	Dez. 2022	Jan. 2023
Prova de conceito desenvolvidas	6	Incremento do versionamento da prova de conceito, considerando-se as validações de usabilidade e experiência do usuário*		1	1		1
Validação de provas de conceito	6	Validação da prova de conceito com usuários selecionados.		1	1		1
Relatórios Produzidos	6	Número de relatórios		1	1		1

### 9.2.7 – Resultados Esperados

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

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			Set. 2022	Out. 2022	Nov. 2022	Dez. 2022	Jan. 2023
Prova de conceito implementada	6	- Números de versão considerando-se alterações propostas nos relatórios anteriores.*		1.0	1.3		2.0

Relatórios produzidos	6	- Número de relatórios		1	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	5	1	14.300,00
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					14.300,00

### 9.2.9 - Equipe do Projeto

Alex de Almeida Fernandes  
 Rosemary Odorizi  
 Bolsista PCI-D

### 9.2.10 - Referências Bibliográficas

[1] Escada, P. et al., 2021: *Climate services in Brazil: Past, present and future perspectives*. *Climate Services*, v. 24, p. 100276, dez. 2021.

[2] Helen Petrie and Omar Kheir. 2007. *The relationship between accessibility and usability of websites*. In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '07). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 397–406. <https://doi.org/10.1145/1240624.1240688>

[3] Argyle, Elizabeth M., Jonathan J. Gourley, Zachary L. Flamig, Tracy Hansen, and Kevin Manross. "Toward a User-Centered Design of a Weather Forecasting Decision-Support Tool". *Bulletin of the American Meteorological Society* 98.2 (2017): 373-382. < <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-16-0031.1>>. Web. 26 Jun. 2022.

## **Projeto 9:** Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos

### **Subprojeto 9.3:** Calibração de dados de radar para uso em assimilação de dados aplicada a modelagem numérica

#### **9.3.1 – Introdução**

Radares meteorológicos são uma importante ferramenta para estimativa da precipitação em tempo real. Diferentemente dos pluviômetros, o radar não mede diretamente o volume de chuva, mas estima esse valor ao correlacionar o retorno da energia retroespalhada pelo hidrometeoros com uma taxa de precipitação (Battan, 1973).

Uma das maiores fontes de erro na estimativa de precipitação é a calibração do radar. Erros de calibração podem causar superestimativa ou subestimativa da precipitação através de um viés sistemático nos valores de refletividade, que pode ser identificado através da comparação entre os dados de radar e dados de uma fonte externa conhecida. Esse viés também é notado quando há sobreposição entre os campos de dois ou mais radares e os campos de refletividade destes radares não possuem o mesmo valor em suas áreas de coincidência.

Uma das maneiras de se identificar e corrigir possíveis vieses nas observações feitas pelo radar é através da comparação com sensores a bordo de satélites, especificamente o radar DPR a bordo do GPM. Diversas metodologias utilizando comparações entre DPR e radares de superfície têm sido aplicadas com sucesso em redes de radares de diversos países (Anagnostou et al., 2001; Park et al., 2015; Warren et al., 2018), de maneira a se normalizar os valores observados entre radares coincidentes.

Erros de calibração nos campos de refletividade do radar também causam impactos em modelos numéricos, caso esses dados sejam utilizados como condições iniciais do modelo. Radares meteorológicos são cada vez mais usados em sistemas de assimilação de dados, mas um dos maiores desafios para a implementação desses dados em sistemas de assimilação é que uma baixa qualidade dos dados, ou dados com viés, podem gerar mais erro do que melhoria na previsão do tempo (Fabry e Meunier, 2000).

A previsão de tempo de curtíssimo prazo (Nowcasting), quando feita com o uso de modelos numéricos, necessita de informações assimiladas de radar para a correta representação de tempestades severas em escala convectiva. Atualmente o INPE não possui um sistema de assimilação de dados de radar, mas é mister que se iniciem os estudos para a viabilidade do uso dos radares disponíveis em tempo real pelo Instituto em um futuro sistema de assimilação do Modelo Comunitário do Sistema Terrestre Unificado.

O objetivo desse projeto é verificar a variabilidade na calibração dos radares do DECEA disponíveis no banco de dados do INPE, especificamente, para esse projeto, o radar de São Roque/SP, e a partir da identificação dessas variações, corrigir esses erros e adotar uma metodologia de correção semi-automática em tempo quase real.

Este subprojeto consta no Projeto 9 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 400077/2022-1 e está associado ao TAP

“Desenvolvimento do “Modelo Comunitário do Sistema Terrestre Unificado””  
 (Processo SEI 01340.005344/2021-50).

### 9.3.2 - Objetivo Geral

Pesquisar e aprimorar a capacidade de assimilar dados provenientes de radares meteorológicos, essenciais para subsidiar a capacidade de prever o comportamento da atmosfera.

**Objetivo Específico 1:** Verificar falhas na série histórica de dados de radares meteorológicos disponíveis no banco de dados do INPE e identificar possíveis padrões de erro.

**Objetivo Específico 2:** Aplicar um método de correção de viés para o radar de São Roque/SP e verificar a evolução desse viés com o tempo.

### 9.3.3 - Insumos

#### 9.3.3.1 – Custeio


#### 9.3.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria /nível	Meses	Quantidade
9.3.1	Profissional formado em Meteorologia, Física, Matemática 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	Sensoriamento remoto da atmosfera	1	D-C	5	1

### 9.3.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5
Levantamento dos dados armazenados	1	Relatório técnico	X	X			
Revisão dos métodos disponíveis	1	Relatório técnico		X	X		
Comparações entre DPR e o radar de São Roque/SP	1	Relatório técnico				X	X



### 9.3.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5
Levantamento dos dados de radar armazenados no INPE	X				
Download e processamento dos dados do DPR		X			
Revisão dos métodos disponíveis na literatura		X	X		
Comparação e análise da estabilidade da calibração do radar de São Roque/SP			X	X	X

### 9.3.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5
Versão preliminar de uma rotina para identificação de viés	2	Relatório técnico					X

### 9.3.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5
Melhoria no entendimento a respeito da qualidade dos dados de radar meteorológicos recebidos pelo INPE	1	Relatório técnico		X			
Série temporal do viés do radar de São Roque/SP	2	Relatório técnico					X

### 9.3.8 - 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			
	C	3.380,00	5	1	16.900,00
	D	2.860,00			
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					16.900,00

### 9.3.9- Equipe do Projeto

Thiago Souza Biscaro

### 9.3.10 - Referências Bibliográficas

Anagnostou, E. N., C. A. Morales, and T. Dinku, 2001: The use of TRMM precipitation radar observations in determining ground radar calibration biases. *J. Atmos. Oceanic Technol.*, 18, 616–628

Fabry, F., & Meunier, V. (2020). Why Are Radar Data so Difficult to Assimilate Skillfully?, *Monthly Weather Review*, 148(7), 2819-2836.

Park, S., S.-H. Jung, and G. Lee, 2015: Cross validation of TRMM PR reflectivity profiles using 3D reflectivity composite from the ground-based radar network over the Korean Peninsula. *J. Hydrometeor.*, 16, 668–687

Warren, R. A., Protat, A., Siems, S. T., Ramsay, H. A., Louf, V., Manton, M. J., & Kane, T. A. (2018). Calibrating Ground-Based Radars against TRMM and GPM, *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 35(2), 323-346.

## **Projeto 9:** Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos

**Subprojeto 9.4:** Estudo da variabilidade de propriedades óticas e biogeoquímicas na costa Brasileira a partir de produtos de satélite de cor do oceano dos sensores VIIRS-SNPP e VIIRS-JPSS-1 (NOAA-20), e as implicações para a modelagem de processos biogeoquímicos

### **9.4.1 – Introdução**

O sensoriamento remoto da cor do oceano exerce um papel fundamental no estudo e monitoramento de processos biogeoquímicos no oceano e águas costeiras da plataforma continental. Produtos derivados como a concentração de clorofila-a na superfície do mar (índice da biomassa fitoplanctônica), sedimentos em suspensão e a matéria orgânica colorida dissolvida, desempenham funções cruciais no ciclo do carbono e de outros macro e micro nutrientes. Estes ciclos são vitais na modelagem oceânica biogeoquímica, com impactos diretos e indiretos no tempo e clima por meio dos fluxos na interface oceano-atmosfera. Conhecer a variabilidade espaço-temporal desses parâmetros e estudar os processos que determinam esta variabilidade é de fundamental importância para auxiliar na identificação de processos que devem ser incorporados na modelagem biogeoquímica oceânica do modelo comunitário do sistema terrestre (MONAN).

Os sensores VIIRS-SNPP e o VIIRS-NOAA-20 foram lançados no final de 2011 e no final de 2017, respectivamente. O grupo de cor do oceano da NOAA trabalha há anos no desenvolvimento de produtos de alta qualidade destes e outros sensores (Wang, 2016; Wang & Shi, 2005; 2007; Wang et al., 2009). No entanto, a aplicação de algoritmos desenvolvidos com bases globais de dados in situ, geralmente apresenta sérias restrições para águas costeiras que apresentam uma série de desafios como a mistura espectral dos constituintes ópticos nela presentes. O grupo de pesquisa de Monitoramento dos Oceanos (MOCEANS) do INPE possui uma base de dados in situ extensa coletada em diversas regiões da costa Brasileira por diferentes projetos de pesquisa (Kuhn et al., 2019; Santos e Kampel, 2018; Valério et al., 2018; Oliveira et al., 2016; Rudorff et al., 2018; Valério et al., 2021). Com a integração desta base é possível realizar a validação e, caso necessário, o ajuste de produtos de cor do oceano para toda a costa Brasileira.

Dessa forma o presente projeto tem como objetivo realizar a validação e o ajuste de produtos de cor do oceano dos sensores VIIRS-SNPP e o VIIRS-NOAA-20, para as águas costeiras do Brasil, e a geração de séries temporais para o estudo da distribuição e variabilidade temporal das propriedades óticas e biogeoquímicas. O projeto visa dessa forma colaborar com a identificação de processos biogeoquímicos relevantes que devem ser incorporados no novo modelo comunitário do sistema terrestre (MONAN). A base de dados gerados dos produtos de satélite validados e ajustados também deverá contribuir com o projeto BIG, compondo a sua base e sendo disponibilizado aos diversos usuários internos e externos do INPE. Estes dados também poderão futuramente servir para a assimilação e validação de dados no modelo oceânico comunitário em desenvolvimento.

Este subprojeto consta no Projeto 9 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 400077/2022-1 e está associado ao TAP “Desenvolvimento do “Modelo Comunitário do Sistema Terrestre Unificado”” (Processo SEI 01340.005344/2021-50).

#### 9.4.2 - Objetivo Geral

Realizar a validação e o ajuste de produtos de cor do oceano dos sensores VIIRS-SNPP e o VIIRS-NOAA-20, para as águas costeiras do Brasil, e a geração de séries temporais para o estudo da distribuição e variabilidade temporal das propriedades ópticas e biogeoquímicas. E dessa forma colaborar com a identificação de processos biogeoquímicos relevantes que devem ser incorporados no novo modelo comunitário do sistema terrestre (MONAN).

##### Específico 1

Validação de produtos de cor do oceano VIIRS-SNPP e VIIRS-NOAA-20 com uma base de dados in situ integrada da costa Brasileira

##### Específico 2

Ajuste de algoritmos bio-ópticos para a costa Brasileira

##### Específico 3

Análise de séries temporais dos produtos validados e ajustados e estudo dos processos biogeoquímicos com relevância para a modelagem biogeoquímica

#### 9.4.3 - Insumos

##### 9.4.3.1 – Custeio


##### 9.4.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria /nível	Meses	Quantidade
9.4.1	Profissional formado em Meteorologia, Oceanografia, Engenharia Ambiental 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	Sensoriamento remoto	1 a 3	D-C	5	1

#### 9.4.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			Mês 1-3	Mês 4	Mês 5
Levantamento e padronização dos dados in situ	1	Relatório técnico	X		
Validação dos produtos de satélite	1	Relatório técnico	X		
Ajuste de algoritmos bio-ópticos	1	Relatório técnico		X	
Geração de séries temporais validadas e ajustadas	1	Relatório técnico			X
Análise dos processos biogeoquímicos	2	Relatório técnico			X

#### 9.4.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Mês 1-3	Mês 4	Mês 5
Levantamento dos dados in situ e de satélite	X		
Validação dos produtos de satélite		X	
Ajuste de algoritmos		X	
Geração das séries temporais			X
Análise das séries temporais			X

#### 9.4.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			Mês 1-3	Mês 4	Mês 5
Produtos de cor do oceano do sensor VIIRS validados e ajustados para a costa Brasileira	2	Relatório			X

#### 9.4.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			Mês 1-3	Mês 4	Mês 5
Produtos de cor do oceano VIIRS validados e ajustados para a costa Brasileira	1	Relatório técnico	X		X
Séries temporais dos produtos	2	Relatório		X	X

Identificação de processos relevantes para a modelagem biogeoquímica na costa Brasileira	3	Relatório			X
------------------------------------------------------------------------------------------	---	-----------	--	--	---

#### 9.4.8 - 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	5	1	16.900,00
	D	2.860,00			
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
<b>Total (R\$)</b>					<b>16.900,00</b>

#### 9.4.9 - Equipe do Projeto

Natalia Rudorff Oliveira  
 Rogério Batista  
 Milton Kampel

#### 9.4.10 - Referências Bibliográficas

Kuhn, C., Valerio, A. M, Ward, N. D., Loken, L., Sawakuchi, H. O., Kampel, M, Richey, Jeffrey E., Stadler, P., Crawford, J., Striegl, R., Vermote, E., Pahlevan, N., Butman, D., Performance of Landsat-8 and Sentinel-2 surface reflectance products for river remote sensing retrievals of chlorophyll-a and turbidity. Remote Sensing of Environment, v. 224, p. 104-118, 2019.  
 Oliveira, E. N., Fernandes, A. M., Kampel, M., Cordeiro, R. C, Brabardini, N., Vinzon, S. B., Grassi, R. M., Pinto, F. N., Fillipo, A. M., Paranhos, R.

- Assessment of remotely sensed chlorophyll- a concentration in Guanabara Bay, Brazil. *Journal of Applied Remote Sensing*, 10, p. 026003-1-026003-20, 2016.
- Rudorff, N., Rudorff, C. M., Kampel, M., Ortiz, G. Remote sensing monitoring of the impact of a major mining wastewater disaster on the turbidity of the Doce River plume off the eastern Brazilian coast. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, v. 1, p. 1, 2018.
- Santos, J. F. C., Kampel, M. Evaluation of Photosynthetically Available Radiation Algorithm in the Southeastern Brazilian Margin. *Journal of Coastal Zone Management*, v. 21, p. 1000461, 2018.
- Valerio, A. M., Kampel, M., Ward, N. D., Sawakuchi, H. O., Less, D. F. S., Neu, V., Cunha, A. C., Richey, J. E. Using CDOM optical properties for estimating DOC concentrations and pCO<sub>2</sub> in the Lower Amazon River. *Optics Express*, v. 26, p. A657-A677, 2018.
- Valerio, A., M., Kampel, M., Ward, N. D., Sawakuchi, H. O., Cunha, A. C., Richey, J. E. CO<sub>2</sub> partial pressure and fluxes in the Amazon River plume using in situ and remote sensing data. *Continental Shelf Research*, v. 215, p. 104348, 2021.
- Wang, M. (2007). Remote sensing of the ocean contributions from ultraviolet to near-infrared using the shortwave infrared bands: simulations. *Applied Optics*, 46(9), 1535-1547.
- Wang, M. (2016). Rayleigh radiance computations for satellite remote sensing: accounting for the effect of sensor spectral response function. *Optics Express*, 24(11), 2414-2429.
- Wang, M., & Shi, W. (2005). Estimation of ocean contribution at the MODIS near-infrared wavelengths along the east coast of the US: Two case studies. *Geophysical Research Letters*, 32(13).
- Wang, M., & Shi, W. (2007). The NIR-SWIR combined atmospheric correction approach for MODIS ocean color data processing. *Optics Express*, 15(24), 15722-15733.
- Wang, M., Son, S., & Harding, L. W. (2009). Retrieval of diffuse attenuation coefficient in the Chesapeake Bay and turbid ocean regions for satellite ocean color applications. *Journal of Geophysical Research-Oceans*, 114(C10).

**ROCHA, R. M. Avaliação da atribuição de altura ao vento estimado pelo sensor ABI/GOES-16 na América do Sul.** 2020. 62 p. IBI: <8JMKD3MGP3W34R/3UN8M8L>. (sid.inpe.br/mtc-m21c/2020/01.08.12.57-TDI). Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 2019. Disponível em: <<http://urlib.net/rep/8JMKD3MGP3W34R/3UN8M8L>>.

## **Projeto 9:** Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos

### **Subprojeto 9.5:** Implementação de ambiente de computação em nuvem para supercomputação

#### **9.5.1 – 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.

### **9.5.2 - 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

### **9.5.3 – Insumos**

9.5.3.1 – Custeio  
 Não se aplica

9.5.3.2 – Bolsas

<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>Quantidade</b>

9.5.1	<p>Profissional com 7 (sete) anos de experiência após a obtenção do diploma de nível superior em Ciências da Computação ou áreas afins; ou com título de doutor; ou ainda, com grau de mestre há, no mínimo, 4 (quatro) anos.</p>	<p>O candidato deve possuir a seguinte experiência / conhecimento:</p> <p>a) Experiência nas tecnologias e ferramentas de computação em nuvem;</p> <p>b) Experiência na metodologia ágil SCRUM;</p> <p>c) Experiência em plataforma e ambientes Linux;</p>	OE1 a OE4	D-B	5	1
-------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------	-----	---	---

#### 9.5.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			2022	2023	2024
<p><b>Atividade 1:</b>            Analisar ferramentas e tecnologias utilizadas pela comunidade na área de Tecnologia da Informação (TI) para implementação de uma nuvem privada.</p>	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.		

<p><b>Atividade 2:</b> Elaborar projeto de implementação de plataforma de computação em nuvem. Entregar ambiente de nuvem funcional para prova de conceito.</p>	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.		
<p><b>Atividade 3:</b> Elaboração e entrega de documentação</p>	OE3, OE4	Documento descritivo de projeto de implementação e arquitetura do ambiente entregue.			

### 9.5.5 – 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	X								
Atividade 2				X	X								
Atividade 3				X	X								

### 9.5.6 – 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

#### 9.5.7 – 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

#### 9.5.8 - Recursos Solicitados

Bolsas:

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



	B	4.160,00	5	1	R\$ 20.800,00
	C	3.380,00			
	D	2.860,00			
	E	1.950,00			
	F	900,00			
Total (R\$)					R\$ 20.800,00

#### **9.5.9 - Equipe do Projeto**

Ivan Márcio Barbosa

Diego Mota Siqueira

#### **9.5.10 - Referências Bibliográficas**

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

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

## **Projeto 10:** Projeto integrador para mudanças ambientais

**Subprojeto 10.1:** Aprimoramento de modelos computacionais de transferência radiativa através de diagnóstico de imagens satelitais

### **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*” 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**, que busca 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. A questão energética se torna ainda mais relevante se considerarmos os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) assumidos pelas Nações Unidas para o horizonte de 2030, especificamente o ODS-7 de “prover energia limpa e acessível à população mundial”. Isto porque 1,2 bilhão de pessoas ainda não têm acesso à eletricidade, e 2,7 bilhões ainda utilizam biomassa sólida como combustível de fogão, conforme dados da Agência Internacional de Energia, colocando forte pressão sobre a demanda futura no planeta.

O setor de energia demanda uma série de informações e análises que estão inseridas nas nos Objetivos Específicos do 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 de modelagem e mapeamento do recurso solar da CGCT, em especial da DIIAV, o modelo de transferência radiativa BRASIL-SR fornece estimativas da irradiação solar, também sendo utilizado em análises de variabilidade e tendências no território brasileiro. Entretanto, seu aprimoramento se faz necessário para reduzir as incertezas nas estimativas, sendo esta atividade particularmente importante na implementação de melhorias na quantificação das componentes da irradiação solar, em especial a irradiação direta, variável importante para uso da energia solar térmica no setor industrial e elétrico brasileiro.

Também já é conhecida a deficiência do modelo na representação da irradiação solar em grandes massas de água, que passam a ter importância quando se avalia o contexto das plantas fotovoltaicas flutuantes em reservatórios de hidroelétricas. Estas regiões possuem especificidades que a

modelagem atual não contempla, aumentando o viés destas estimativas e estas atividades estão relacionadas à problemática apontada no TAP “Plantas Fotovoltaicas Flutuantes em reservatórios de hidrelétricas brasileiras” – Processo SEI 01340.004365/2021-58.

### **10.1.2 - Objetivo Geral**

O objetivo geral do projeto está vinculado às diretrizes estratégicas da instituição, especificamente ao Objetivo Específico 7 do Projeto 10 PCI 2018-2023, número 400077/2022-1): Quantificar o potencial de geração de energia através de fontes renováveis no Brasil. Neste sentido, o objetivo principal deste subprojeto é a implementação de melhorias no modelo de transferência radiativa BRASIL-SR, com foco nas estimativas das componentes da irradiação solar e na geração de séries temporais.

Dentre as atividades descritas neste objetivo, o subprojeto possui forte aderência com:

- Desenvolver modelos computacionais de transferência radiativa da atmosfera através de imagens satelitais;
- Subsidiar construção de cenários de segurança energética e indicadores integrados de sustentabilidade;
- Prover dados de qualidade à sociedade para o fomento às tecnologias de geração solar e eólica.

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

Objetivo Específico 1: aprimoramento do código do modelo de transferência radiativa com a implementação de novas metodologias para particionamento das componentes da irradiação solar;

Objetivo Específico 2: implementação de metodologias para a geração de séries temporais de irradiação solar, atendendo a uma demanda do setor de energia.

### **10.1.3 - Insumos**

#### **10.1.3.1 – Custeio**

Dado o curto prazo desta proposta, não será necessário provisionar recursos de custeio.

#### **10.1.3.2 – Bolsas**

Descrever a necessidade de agregação de especialistas, pesquisadores e técnicos, com vistas à execução dos objetivos específicos do projeto 1, 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	Quantidade
10.1.1	Profissional com formação em Meteorologia, Física ou áreas correlatas, com experiência mínima de 7 anos 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.	Geociências, sendo avaliada a experiência em computação científica com foco no desenvolvimento de modelos numéricos para a simulação de processos físicos na atmosfera	1, 2	D-B	5	1

#### 10.1.4- Atividades de Execução

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

1. Revisão bibliográfica de metodologias de particionamento de componentes da irradiação solar;
2. Implementação de particionamento das componentes e testes no modelo de transferência radiativa;
3. Implementação de rotinas para geração de séries temporais a partir da modelagem satelital

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
1	1, 2	Relatório e plano de ação				X	
2	1, 2	Metodologias implementadas e código atualizado				X	

3	2	Documentação da metodologia aplicada e métricas de validação dos dados simulados				X	X
---	---	----------------------------------------------------------------------------------	--	--	--	---	---

### 10.1.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Meses				
	1	2	3	4	5
Atividade 1	X	X			
Atividade 2		X	X	X	
Atividade 3			X	X	X

### 10.1.6 – 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				
			2019	2020	2021	2022	2023
Implementação de método de particionamento das componentes da irradiação solar	1	Documentação e Modelo BRASIL-SR atualizado				X	
Séries temporais de irradiação solar	2	Dados disponibilizados para download e para a BIG					X

### 10.1.7 – Resultados Esperados

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

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023

Melhoria do viés nas estimativas das componentes direta e difusa da irradiação solar	1	Relatório e validação das estimativas do modelo BRASIL-SR				X	
Séries temporais de irradiação solar	2	Base de dados de irradiação solar disponível					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			
	B	4.160,00	5	1	20.800,00
	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**

André Rodrigues Gonçalves (DIIAV)  
Rodrigo Santos Costa (DIIAV)

#### **10.1.10 - Referências Bibliográficas**

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



## Projeto 10: PROJETO INTEGRADOR DO COCST PARA MUDANÇAS AMBIENTAIS

**Subprojeto 10.2:** Desenvolvimento de aplicações em *groupware* para subsídio à processos colaborativos baseado em indicadores e análise da capacidade adaptativa em múltiplas escalas

### 10.2.1 – 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.

### **10.2.2 - 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;

### 10.2.3- Insumos

#### 10.2.3.1 – Custeio

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

#### 10.2.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria /nível	Meses	Quantidade
10.2.1	Profissional com 10 (dez) anos de experiência após a obtenção do diploma de nível superior em Tecnologia da Informação, Ciências da Computação ou áreas afins, 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 Java, React, Node.js/Express, construção e organização de componentes; PostgreSQL.	1 e 2	D-A	5	1

### 10.2.4 - Atividades de Execução

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

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

Atividades	Objetivo	Indicadores	Metas
------------	----------	-------------	-------

	Específico		2019	2020	2021	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

### 10.2.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Meses				
	1	2	3	4	5
Atividade 1	x	x			
Atividade 2	x	x	x		
Atividade 3			x	x	x

### 10.2.6 – 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				
			2019	2020	2021	2022	2023
Implementação de aprimoramentos em ferramentas de colaboração	1	Documentação com a proposição de ajustes e novas funcionalidades				X	X

### 10.2.7 – Resultados Esperados

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

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Versão atualizada das ferramentas de colaboração	1	Documentação com a proposição de ajustes e novas funcionalidades				X	X



### 10.2.8 - 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	5	1	26.000,00
	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\$)					26.000,00

### 10.2.9 - Equipe do Projeto

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

### 10.2.10 - Referências Bibliográficas

[1] 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: *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...>



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

**Subprojeto 10.3:** Implementação e aperfeiçoamento do sistema Moodle para a promoção da Extensão, Capacitação e Disseminação do Conhecimento

### **10.3.1 – Introdução**

O INPE tem como missão desenvolver, operar e utilizar sistemas espaciais para o avanço da ciência, da tecnologia e das aplicações nas áreas do espaço exterior e do ambiente terrestre, e oferecer produtos e serviços inovadores em benefício do Brasil. Adicionalmente à Pesquisa e ao Desenvolvimento, o INPE conta com diversos programas de Pós-Graduação, bem como atividades de Extensão, que estão alinhadas às suas atividades de P&D.

A Extensão configura-se como uma nova dimensão da disseminação do conhecimento para a sociedade, e envolve o uso de técnicas e metodologias diferentes daquelas usuais do ambiente científico e acadêmico, como por exemplo, a realização de cursos de curta duração, oficinas, palestras, *lives*, rodas de conversa, observação do céu noturno etc.

A área de Extensão foi instituída recentemente no INPE pela Portaria nº 3.446, de 10 de setembro de 2020, vinculando-se à Divisão de Extensão e Capacitação (DIEXC) e à Coordenação de Pesquisa, Ensino e Extensão (COEPE), ambas instituídas pela mesma portaria. As atividades de extensão já vinham sendo realizadas, de modo informal, há mais de duas décadas, com iniciativas organizadas isoladamente pelas áreas fim do Instituto. Com a institucionalização dessas atividades a DIEXC desenvolvendo ações para oferecer melhor infraestrutura e condições às áreas fim, científicas e tecnológicas do INPE, para que possam, de um, lado manter suas atividades de extensão e, por outro, estimular e fomentar novas iniciativas de extensão, com o objetivo de disseminar e divulgar o conhecimento produzido no INPE a diferentes setores da sociedade.

Nesse sentido, este projeto, de implementação e aperfeiçoamento da plataforma Moodle, software de livre acesso e código aberto, será fundamental como apoio técnico a realização de boa parte de curso de extensão e também de capacitação que são hoje realizados no modo virtual. O sistema Moodle dispõe de uma série de recursos para a realização de cursos online, desde meios para receber inscrições, aulas, disponibilização de documentos, aulas, fóruns de discussão, emissão de certificados, entre outros. Pode também ser configurado como um repositório de informações, documentos, tutoriais entre outros materiais de disseminação do conhecimento.

Com a pandemia do COVID, boa parte dos cursos de extensão do INPE, antes realizados no modo presencial, foi organizada no modo online. No entanto, mesmo com o fim da pandemia, os organizadores de cursos de extensão do INPE, ao verificarem o grande aumento de inscritos em seus cursos, bem como um maior alcance de público, situados em diversas regiões e estados do País, e exterior, estão decididos a manterem versões de seus cursos no modo online.

Dentro desse contexto, a DIEXC iniciou ano passado a implementação da plataforma Moodle para ser utilizada como ferramenta para desenvolvedores de cursos, tendo em vista o uso disseminado desse mesmo sistema em universidades e instituições de pesquisa e ensino. A implementação, ainda não finalizada, envolve uma série de etapas, que exige diferentes capacidades de seu desenvolvedor, entre as quais habilidades técnicas no campo da ciência da computação como também na interação com outras áreas do INPE, responsáveis por diferentes sistemas de TI com os quais o Moodle interage em sua operação. Também exigirá a criação de tutoriais e materiais de apoio aos desenvolvedores de curso de extensão e capacitação, que serão os principais usuários da plataforma, que passarão por treinamento e capacitação para configurar e realizar os cursos online. Adicionalmente, a plataforma Moodle/INPE está sendo utilizada como base de conhecimento, repositório de materiais, documentos que tratam de métodos, técnicas e práticas relacionadas à gestão administrativa e de pessoal do Instituto.

A customização no processo de implementação do sistema Moodle deve levar em conta as características particulares dos sistemas de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) do INPE, das normas estabelecidas para as páginas de internet do governo (Gov.br), bem como das necessidades dos organizadores e desenvolvedores de cursos, um trabalho que envolve uma série de atividades complexas e diversificadas.

Da perspectiva institucional, este projeto de disseminação do conhecimento e divulgação científica tem como uma de suas referências o Objetivo 4, do Projeto 10 – Projeto Integrador do COCST para Mudanças Ambientais, do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 400077/2022-1, disponível na homepage do INPE. Também está diretamente relacionado ao Termo de Abertura de Programa – TAP, processo SEI no. 01340.000907/2022-02, que dispõe sobre o Programa INPE e Sociedade; e consta no Projeto 10 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, disponível na página do INPE.

### **10.3.2 - Objetivo Geral**

O principal objetivo desse projeto é desenvolver suporte técnico e recursos para a finalização da implementação da plataforma Moodle/INPE para às atividades de extensão e capacitação do Instituto. O projeto irá contribuir com uma das principais missões institucionais do INPE, isto é, o fomento e a promoção da disseminação do conhecimento e divulgação científica de suas áreas de P&D. Também promoverá a construção de um repositório interativo, que permita ser fonte de consulta de práticas, métodos e conhecimentos relacionados à gestão administrativa e de pessoal do Instituto.

Dessa forma, este projeto se vincula ao Plano Diretor (2022-2026), por meio de dois Objetivos Estratégicos: 1. Objetivo Estratégico OE-7, “Implementar programas institucionais de gestão de competências, promoção da cultura organizacional e de retenção do conhecimento científico e tecnológico”; e 2. Objetivo Estratégico OE-15: “Fortalecer a atuação do INPE em pós-graduação, pesquisa e extensão [...]” que visa “fortalecer o setor por meio de (...) metas voltadas (...) à promoção de eventos científicos, à promoção da aproximação tanto com o setor produtivo com vistas à formação de pessoas, quanto com a sociedade, pela via da extensão e serviços voluntários.”



### Objetivo Específico 1:

Revisar, ajustar e finalizar implementação do software de código aberto Moodle para a realização de cursos de extensão e capacitação no modo online, bem como base de conhecimento e repositório de documentos, práticas, métodos e materiais de apoio à gestão administrativa e de pessoal.

### Objetivo Específico 2:

Desenvolver páginas de internet na plataforma Moodle/INPE e/ou relacionada a cursos a serem realizados pela plataforma, obedecendo às normas institucionais do INPE de Tecnologias da Informação e de governo quanto a divulgação de conteúdos.

## 10.3.3 - Insumos

### 10.3.3.1 – Custeio

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Participação e apresentação do projeto em eventos científicos sobre ambientes virtuais de ensino à distância	(1.062,00 / 2.040,00)	3.102,00

### 10.3.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria /nível	Meses	Quantidade
10.3.1	Profissional com diploma de nível superior em Engenharia da Computação ou áreas afins, com experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação	Experiência na instalação e configuração da plataforma Moodle; de servidores Linux; de Servidor Web Apache2; do PHP7 versão mínima; de Banco de Dados ; e de servidor de e-mail.	1 e 2	D-D	5	1*

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

## 10.3.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			Mês 01	Mês 02	Mês 03	Mês 04	Mês 05

Revisão e ajustes da implementação da ferramenta Moodle/INPE	1	Validação do Sistema Moodle no domínio INPE: realização de 1 curso de extensão ou capacitação					
Finalização da implementação da ferramenta Moodle no domínio inpe.br	1	Validação do Sistema Moodle no domínio INPE: realização de 1 curso de extensão e 1 curso de capacitação					
Desenvolver páginas de internet, obedecendo às normas institucionais (INPE) de Tecnologias da Informação e de governo quanto a divulgação de conteúdo.	2	Implementação de página de internet no Moodle e/ou de atividade de extensão do INPE no Moodle					

### 10.3.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Metas				
	Mês 01	Mês 02	Mês 03	Mês 04	Mês 05
Revisar e ajustar a implementação da ferramenta Moodle / INPE					
Capacitar professores/instrutores na configuração da plataforma moodle (configuração de cursos na plataforma)					
Finalizar implementação da ferramenta Moodle / INPE					

Desenvolver páginas de internet, obedecendo às normas institucionais (INPE) de Tecnologias da Informação e de governo quanto a divulgação de conteúdo.						
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--	--	--	--

### 10.3.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			Mês 01	Mês 02	Mês 03	Mês 04	Mês 05
Sistema Moodle INPE validado	1	Realização de um curso de extensão ou de capacitação (processo de inscrição, aulas online, até emissão de certificados)					
Sistema Moodle / INPE operacional / com professores e instrutores treinados para configurar cursos na plataforma Moodle	1	Realização de dois cursos de extensão e ou de capacitação					
Desenvolvimento de página na internet, domínio inpe.br, relacionada a curso de extensão a ser realizado no Moodle/INPE ou dentro da plataforma	2	Página de curso divulgada na internet do INPE ou dentro do Moodle/ INPE.					

### 10.3.7 – Resultados Esperados

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





Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			Mês 01	Mês 02	Mês 03	Mês 04	Mês 05
Realização de cursos de extensão e capacitação na plataforma Moodle/INPE	1	Conclusão de cursos de extensão e capacitação na plataforma moodle					
Proposta de novos cursos a serem realizados na plataforma Moodle/INPE	1	Realização de novo curso na plataforma Moodle / INPE, estimulado pela disponibilização da ferramenta.					

### 10.3.8 - Recursos Solicitados

Custeio:

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

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

Custeio	Valor (R\$)
Diárias	1.062,00
Passagens	2.040,00
Total (R\$)	3.102,00

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	5	1*	14.300,00
	E	1.950,00			
	F	900,00			





PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					

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

### **10.3.9 - Equipe do Projeto**

Paulo Augusto Sobral Escada  
Marcia Alvarenga dos Santos  
Priscilla Sousa Friggi Raimundi  
José Paulo de Oliveira Barbosa

### **10.3.10 - Referências Bibliográficas:**

Criativa Ead. **O que é o Moodle e quais suas principais características?**

15/10/2020. Disponível em: <https://www.criativaead.com.br/blog/o-que-e-moodle/>. Acesso em: 13/07/2021.

LOUBAK, A.L O que é Moodle? Conheça a plataforma de ensino à distância: Software livre permite criar ambientes virtuais de aprendizagem e é usado por universidades brasileiras como USP, UFBA e UNB. 02/10/2019. Disponível em <https://www.techtodo.com.br/noticias/2019/10/o-que-e-moodle-conheca-a-plataforma-de-ensino-a-distancia.ghtml>. Acesso em: 13/07/2021