



Chamada 01/2019 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 e técnicos que contribuam para a execução de projetos de pesquisa no âmbito do Programa de Capacitação Institucional - PCI.

1.1 – Projetos de Pesquisa a serem apoiados:

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

CÓDIGO	PROJETO	MODALIDADE	LOCALIDADE
1.1.1	MAPAQUALI - Monitoramento da qualidade de águas interiores por satélite	DA	São José dos Campos - SP
1.2.1	Algoritmos para o sistema monitoramento da qualidade de águas interiores por satélite (MAPAQUALI).	DD	São José dos Campos - SP
1.3.1	Sensoriamento Remoto de Recifes Brasileiros	DA	São José dos Campos - SP
1.4.1	Mapeamento E Monitoramento Da Vegetação No Nordeste Utilizando Dados De Sensoriamento Remoto E Informações De Campo	DC	São José dos Campos - SP
1.5.1	Desenvolvimento de Ferramentas Inovadoras para o Sistema TerraHidro	DB	São José dos Campos - SP
1.6.1	Mapeamento e Quantificação de Área de perda florestal por corte seletivo na Amazônia	DB	São José dos Campos - SP
1.7.1	Impacto das Mudanças Climáticas na Conectividade das Unidades de Conservação Marinhas	DB	São José dos Campos - SP
2.1.1	Pesquisa de metodologias de determinação de órbita a partir de dados de GPS	DA	São José dos Campos - SP
2.2.1	Pesquisa e desenvolvimento de um Sistema de Comunicação via Software entre o Centro de Controle de Satélites (CCS) e as estações terrena de Cuiabá e Alcântara	DC	São José dos Campos - SP
3.1.1	Valoração em Inovação Tecnológica	DC	São José dos Campos - SP



3.2.1	Prospecção em Inovação Tecnológica	DB	São José dos Campos - SP
4.1.1	Aprendizado de máquina com agentes em bancos de dados adaptativos para dados espaciais	DA	São José dos Campos - SP
4.2.1	Estudo de superfícies e interfaces de materiais para tecnologia espacial e ambiental	DA	São José dos Campos - SP
4.3.1	Desenvolvimento de um Propulsor de Plasma Pulsado para Satélites e Sondas Espaciais	DA	Cachoeira Paulista - SP
5.1.1	Desenvolvimento e integração de subsistemas do receptor do rádio telescópio BINGO	DA	São José dos Campos - SP
5.2.1	Desenvolvimento do software de redução de dados do instrumento SPARC4	DA	São José dos Campos - SP
5.3.1	Estudo de Bolhas de Plasma Utilizando Simulação Numérica e Assimilação de Dados	DB	São José dos Campos - SP
5.4.1	Engenharia de sistema de instrumentação científica	DB	São José dos Campos - SP
5.5.1	Concepção de arquiteturas de controle de satélites científicos	DB	São José dos Campos - SP
5.6.1	Projeto EQUARS – Atividades EGSE do Instrumento GROM e Desenvolvimento de Software	DB	São José dos Campos - SP
5.7.1	Modelagem de Campos Eletromagnéticos e de estimativa de correntes geomagneticamente induzidas	DB	São José dos Campos - SP
5.8.1	Desenvolvimento e projeto de componentes críticos para o Telescópio Solar do INPE	DB	São José dos Campos - SP
5.9.1	Concepção de arquiteturas mecânicas de satélites científicos	DC	São José dos Campos - SP
5.10.1	Assimilação, Processamento e Disseminação de Dados de Plataformas Orbitais	DB	São José dos Campos - SP
6.1.1	Desenvolvimento do sistema de controle de atitude e supervisão de bordo (ACDH) - Desenvolvimento de softwares para o AOCS do ACDH nacional.	DB	São José dos Campos - SP
6.2.1	Desenvolvimento do sistema de controle de atitude e supervisão de bordo (ACDH) - Adaptação do Software de Supervisão de Bordo (COMAV) para o ACDH nacional	DD	São José dos Campos - SP
6.3.1	Desenvolvimento do sistema de controle de atitude e supervisão de bordo (ACDH) - Adaptação de hardware do EGSE (Electrical Ground Support Equipment) para o sistema de Supervisão de Bordo do ACDH nacional	DC	São José dos Campos - SP
6.4.1	Desenvolvimento de Antenas para Sistema Radar de Abertura Sintética (SAR)	DC	São José dos Campos - SP



6.5.1	Desenvolvimento de Eletrônica de Radiofrequência para Sistema Radar de Abertura Sintética	DC	São José dos Campos - SP
6.6.1	Projeto Óptico para uma Câmera de Correção Atmosférica	DA	São José dos Campos - SP
6.7.1	Implementação do Projeto Térmico de Satélites baseados na PMM	DC	São José dos Campos - SP
6.8.1	Barramento de Dados de Alta Velocidade Embarcado para Satélites LEO e GEO	DB	São José dos Campos - SP
7.1.1	Projeto de Detecção de Degradação e Exploração Florestal em tempo quase real - DETER-B	DC	Belém - PA
7.2.1	Projeto de Monitoramento de uso e cobertura da Terra de áreas desflorestadas da Amazônia Legal Brasileira - TerraClass	DC	Belém - PA
7.3.1	Moduladores e Demoduladores Completamente Digitais para Transponder TT&C	DB	Eusébio - CE
7.4.1	Sistemas de Comunicação e Controle para Nanosatélites	DD	Santa Maria - RS
8.1.1	Metodologia para análise de produtos com IoT embarcada	DD	São José dos Campos - SP
8.2.1	Desenvolvimento de método de calibração de medição de temperatura termográfica	DD	São José dos Campos - SP
8.3.1	Desenvolvimento de método de calibração de relógio comparador e relógio apalpador	DE	São José dos Campos - SP
8.4.1	Dimensionamento mecânico de células GTEM para calibração de medidores de campo elétrico	DE	São José dos Campos - SP
8.5.1	Desenvolvimento de método de calibração de sensor de potência tipo termistor por calorimetria	DE	São José dos Campos - SP
8.6.1	Desenvolvimento de método de calibração de sensores de campo magnético de alta frequência	DE	São José dos Campos - SP
8.7.1	Desenvolvimento de método de calibração de sensores de campo magnético DC	DE	São José dos Campos - SP
8.8.1	Análise e desenvolvimento do sistema de suprimento de potência para testes espaciais	DD	São José dos Campos - SP
8.8.2	Análise e desenvolvimento do sistema de suprimento de potência para testes espaciais	DD	São José dos Campos - SP
8.9.1	Desenvolvimento de métodos de controle ótimo para testes espaciais	DD	São José dos Campos - SP
8.9.2	Desenvolvimento de métodos de controle ótimo para testes espaciais	DD	São José dos Campos - SP
8.9.3	Desenvolvimento de métodos de controle ótimo para testes espaciais	DD	São José dos Campos - SP
8.10.1	Desenvolvimento de Meios e Procedimentos de Testes de Ciclagem Térmica Ultrarrápida	DD	São José dos Campos - SP



8.11.1	Implementação de Infraestrutura para a Instalação e Operação de Câmara Ultrarrápida	DE	São José dos Campos - SP
9.1.1	Assimilação de dados de radiância no aprimoramento da Previsão Numérica do CPTEC	DC	Cachoeira Paulista - SP
9.2.1	Análise quantitativa e organização de dados meteorológicos para aprimoramento da Previsão Numérica de Tempo no CPTEC	DD	Cachoeira Paulista - SP
9.3.1	Estudos de comparação de duas dinâmicas no Modelo Global do CPTEC: Espectral e Volumes finitos	DB	Cachoeira Paulista - SP
9.4.1	Aprimoramento dos processos físicos do MCGA/CPTEC para previsão de tempo e clima sazonal	DB	Cachoeira Paulista - SP
9.5.1	Sistema Integrado para Previsão de Ressacas na Costa Brasileira	DC	Cachoeira Paulista - SP
9.6.1	Desenvolvimento e Avaliação da Nova Geração de Previsões Climáticas do CPTEC/INPE	DA	Cachoeira Paulista - SP
10.1.1	Plataforma de integração de dados e trabalhos ambientais	DD	Cachoeira Paulista - SP
10.2.1	Análise sistêmica sócio-ecológica de impactos no Cerrado e Caatinga	DC	São José dos Campos - SP
10.3.1	Desenvolvimento de modelagem que calcule a vulnerabilidade à malária, utilizando as características biológicas do <i>Anopheles</i> (vetor da malária), em conjunto com as dimensões sociais, econômicas, geográficas, hidrográficas e climáticas	DD	Cachoeira Paulista - SP

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 15/02 a 28/02/2019
Prazo para impugnação da Chamada	21/02/2019
Divulgação do resultado preliminar	A partir de 15/03/2019
Prazo para interposição de recurso administrativo do resultado preliminar	03 dias úteis após a divulgação do resultado preliminar
Resultado final (a ser ratificado pelo CNPq após indicação do bolsista na plataforma integrada Carlos Chagas)	22/03/2019

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:

- a) Ser brasileiro ou estrangeiro residente e em situação regular no País;
- b) ter seu currículo cadastrado na Plataforma Lattes, **atualizado em 2019** até a data limite para submissão da proposta;
- c) Ter perfil e experiência adequados à categoria/nível de bolsa PCI da proposta, conforme anexo I da RN 026/2018;
- d) Não ter tido vínculo empregatício direto ou indireto ou ter sido aposentado pela mesma instituição executora do projeto;
- e) Não acumular a bolsa pleiteada com outras bolsas de longa duração do CNPq ou de qualquer outra instituição brasileira ou estrangeira;
- f) Não possuir parentesco com ocupantes de funções gratificadas da Instituição, em atendimento ao disposto pela Lei nº 8.027, 12/04/1990, pelo Decreto nº 6.906, de 21/07/2009 e pelo Decreto 7.203/2010;
- g) Não possuir vínculo celetista ou estatutário;
- h) Não estar matriculado em curso de pós-graduação.



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)
Centro Regional da Amazônia – CRCRA
Parque de Ciência e Tecnologia do Guamá
Av. Perimetral, 2651
CEP: 66077-830

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\$ 7.084.800,00 (Sete milhões, oitenta e quatro mil e oitocentos reais), oriundos do orçamento do Ministério da Ciência Tecnologia, Inovações e Comunicações - MCTIC.



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 níveis.

5.1.2 – 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.

5.1.3 – A duração das bolsas não poderá ultrapassar o prazo de execução do projeto.

5.1.4 – 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, endereço pci.programa@inpe.br, utilizando-se o Formulário Inscrição para Bolsa PCI/INPE, disponível no link http://www.inpe.br/pci/arquivos/formulario-de-inscricao-para-bolsa-pci_v2.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.

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

6.3 – Esclarecimentos e informações adicionais acerca desta Chamada podem ser obtidos pelo endereço eletrônico pci.programa@inpe.br ou pelo telefone (12) 3208-7280 ou 3208-6906.

6.3.1 – O atendimento 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 – O Formulário Inscrição para Bolsa PCI/INPE deverá ser preenchido com os dados do proponente e anexado o Currículo Lattes **atualizado em 2019** até a data limite para submissão da proposta.

6.5 – Será aceita uma única proposta por proponente para cada um dos projetos listados no item 1.1.

6.6 – 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



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

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

7.1.1.2 - A avaliação será feita exclusivamente com base nas informações constantes no CV Lattes submetido junto com a proposta; alterações posteriores a essa data não serão consideradas.

7.1.2 – Para estipulação das notas poderão ser 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 deverá analisar as propostas empatadas e definir a sua ordem de classificação, apresentando de forma motivada as razões e fundamentos.

7.1.4.1 – Para o desempate será considerada a proposta com a maior nota no critério A, seguidas das maiores notas nos critérios B e C, respectivamente.

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.

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.

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 e as respectivas classificações e níveis de bolsa recomendados.

8 – Resultado Preliminar do Julgamento

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

9 – Recursos Administrativos

9.1 – Recurso Administrativo do Resultado Preliminar do Julgamento

9.1.1 – Caso o proponente tenha justificativa para contestar o resultado preliminar do julgamento, poderá apresentar recurso em formulário eletrônico específico, disponível no endereço <http://www.inpe.br/pci/arquivos/formulario-de-Recurso.pdf>, no prazo de 03 (três) 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 Pré-enquadramento, acompanhada dos documentos que compõem o processo de julgamento.

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

11 – Execução das Propostas Aprovadas

11.1 – 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.

11.1.1 – 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.

11.2 – 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.

12 – Da Avaliação

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

13 – Impugnação da Chamada

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

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

13.2 – A impugnação deverá ser dirigida à Diretoria do INPE, por correspondência eletrônica, para o endereço pci.programa@inpe.br, seguindo as normas do processo administrativo federal.

14 – Disposições Gerais

14.1 – 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.

14.2 – A qualquer tempo, a presente Chamada poderá ser revogada ou anulada, no todo ou em parte, seja por decisão unilateral da Diretoria 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.

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

São José dos Campos, 15 de fevereiro de 2019.

Ricardo Magnus Osório Galvão
Diretor



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

ANEXO I



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: MAPAQUALI - Monitoramento da qualidade de águas interiores por satélite

1.1.1 – Introdução

Este subprojeto consta no Projeto “Pesquisa e Desenvolvimento com Base em Dados de Sensoriamento Remoto Aplicado à Caracterização e Monitoramento de Ecossistemas do Território Nacional” do Programa de Capacitação Institucional (PCI) **2019-2023**, número 444327/2018-5.

Em 2013, foi criado o Laboratório de Instrumentação de Sistemas Aquáticos (LabISA), por um grupo de pesquisadores da Coordenação de Observação da Terra (INPE), com o objetivo de dar suporte a formação de novos recursos humanos e ampliar a capacidade de monitoramento sistemático de água continentais brasileiras por sensoriamento remoto. Para o monitoramento sistemático, a equipe do LabISA especificou um sistema de classificação e monitoramento de águas interiores, nomeados de MAPAQUALI, que utiliza dados ópticos e limnológicos de qualidade da água obtidos *in-situ* (p. ex. clorofila-a, total de sedimento em suspensão, etc.) e, juntamente com imagens orbitais. À semelhança do que ocorreu com projetos como PRODES e DETER, que viraram referência pela inovação e qualidade das informações em ambiente terrestre, o projeto do MAPAQUALI tem como meta disponibilizar produtos (mapas e séries históricas) de parâmetros de qualidade da água em reservatórios, lagos e rios de diversos biomas brasileiros. O desenvolvimento do MAPAQUALI consiste em: 1) Especificação e construção de um banco de dados (BD) a partir da integração de dados limnológicos, radiométricos e imagens de satélites de diferentes sensores. O conjunto de dados radiométricos e limnológicos, a serem integrados no banco, foram coletados em mais de 1400 pontos amostrais durante mais de 20 campanhas de campo realizadas em reservatórios nacionais (Funil, Ibatinga, Itaipu, Três Marias, Tucuruí, Orós) e em lagos amazônicos e do Pantanal. 2) Desenvolvimento e validação de algoritmos empíricos e semi-analíticos, a partir de dados *in situ* e simulações Monte Carlo (etapa na qual alunos de pós-graduação e bolsistas estarão envolvidos); 3) Aplicação dos algoritmos em imagens de satélite de média resolução (Landsat, Sentinel e CBERS/MUX) corrigidas atmosféricamente e geração de produtos (mapas) para a construção de séries históricas (resultados preliminares já disponíveis). Com o aumento da disponibilidade de imagens de média resolução, combinada com a ampliação de dados ópticos e radiométricos única ao LabISA no Brasil, e com o esforço no aperfeiçoamento de algoritmos para a estimativa dos parâmetros de qualidade da água, que vem sendo feito via dissertações e tese, esse projeto se torna fundamental para a consolidação de um sistema monitoramento periódico dos ambientes aquáticos. Em termos de aplicações, MAPAQUALI gerará produtos que permitirão, por exemplo, a detecção de floração de algas, a determinação do estado trófico do corpo d’água e pluma de sedimento causada por mineração em rios Amazônicos e reservatórios.



1.1.2 - Objetivo Geral

O objetivo geral deste subprojeto é fomentar pesquisas de análise ambiental e desenvolver um sistema modular de monitoramento da qualidade da água, a partir de imagens de satélites, adaptável a diferentes ambientes aquáticos continentais brasileiros.

Os objetivos Específicos são:

- 1- Identificar as demandas específicas da sociedade e tomadores de decisão em relação ao monitoramento sistemático de ambientes aquáticos (rios, lagos e reservatórios);
- 2- Definir uma área piloto e especificar as funcionalidades e produtos a serem gerados pelo MAPAQUALI, de forma a atender as demandas identificadas;
- 3- Especificar a estrutura de dados a ser usada para armazenamento e processamento de dados de entrada para o MAPAQUALI;
- 4- Implementar o MAPAQUALI integrando algoritmos de estimativas de parâmetros de qualidade de água, parametrizados a partir de imagens de satélites e de dados in situ, para os sistemas aquáticos continentais brasileiros selecionados;
- 5- Especificar, acompanhar o desenvolvimento e integrar ao MAPAQUALI uma metodologia para geração serie temporais de mapas de parâmetros de qualidade da água, a partir de imagens de satélites, visando a detecção da dinâmica de floração de algas, do estado trófico e de transporte de sedimentos em sistemas aquáticos continentais brasileiros;
- 6- Desenvolver plataforma em ambiente web para disponibilização dos produtos gerados pelo MAPAQUALI;
- 7- Difundir as metodologias e resultado por meio de publicações em periódicos científicos.

1.1.3 - Insumos

1.1.3.1 – Custeio

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

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



Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Visita usuários (gerenciadores de reservatórios) (2019)	4 passagens	R\$ 600,00
Visita usuários (gerenciadores de reservatórios) (2019)	4 diárias	R\$ 1280,00
Coleta de dados campo (2019)	5 diárias	R\$ 1.600,00
Visita usuários (gerenciadores de reservatórios) (2020)	4 passagens	R\$ 600,00
Visita usuários (gerenciadores de reservatórios) (2020)	6 diárias	R\$ 1920,00
Visita usuários 2021	4 passagens	R\$ 640,00
Testes e avaliação dos usuários (2021)	8 diárias	R\$ 2880,00
Coletas in situ 2022	8 passagens	R\$ 1440,00
Coletas in situ (2022)	18 diárias	R\$ 5760,00
Coletas in situ 2023	8 passagens	R\$ 1440,00
Coletas in situ (2023)	18 diárias	R\$ 5760,00

1.1.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
1.1.1	Formação em Computação, Matemática, Física ou áreas afins, com 10 (dez) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação, após a obtenção do diploma de nível superior, ou com título de doutor há, no mínimo, 2 (dois) anos, ou ainda, com grau de mestre há, no mínimo, 6 (seis) anos.	Experiência em processamento de dados científicos e linguagens de programação	1,2,3,4,5,6, 7	D-A	60	1



1.1.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
1 - Identificar as demandas de usuários e colaboradores	1	*Relatórios de visitas e das demandas identificadas * Parceria institucional com pelo menos 2 usuários/ instituições	Identificação de potenciais usuários e suas demandas até julho 2019 Elaboração de colaboração formal com instituições usuárias do sistema até dezembro 2019					
2 – definir área piloto, funcionalidades e produtos gerados pelo MAPAQUALI em função das demandas identificadas	1 2	*relatório com descrição e justificativa da área piloto selecionada. * relatório descrevendo as funcionalidades do MAPAQUALI contemplando pelo menos três tipos de produtos de qualidade da água.	Produzir um modelo conceitual de inovação tecnológica para estabelecimento do sistema					



3- Coleta de dados para validação de algoritmos	3	Conjunto de dados de validação na base de dados	Uma coleta até dezembro de 2019		Coleta e processamento de dados in situ de um sistema aquático diferente da área piloto.	Coleta e processamento de dados in situ de um sistema aquático diferente da área piloto.	Coleta e processamento de dados in situ de um sistema aquático diferente da área piloto.
4 - Especificar e desenvolver uma ferramenta que permita o MAPAQUALI acessar e extrair informações da base de dados do LabISA	1 3	* Um módulo de acesso a base de dados do LabISA (rotinas computacionais)		Um módulo de acesso a base de dados do LabISA até junho 2020 Documentação do módulo de acesso			
5 – especificar e desenvolver a metodologia de busca, processamento e armazenamento de imagens de satélites	1 3	* Banco de imagens de satélites disponíveis corrigidas (CBERS, Sentinel-2,3 e OLI) para atender os algoritmos de estimativa dos parâmetros de qualidade de água		Metodologia de pesquisa, aquisição, correção atmosférica e de processamento das imagens implementadas como módulo do MAPAQUALI até dezembro 2020	Documentação do módulo de pesquisa e correção atmosférica e de processamento das imagens até junho 2021		



6- Implementar versão 1 do MAPAQUALI para a área piloto	1 4,6	<p>Primeira versão (protótipo) do MAPAQUALI com produtos disponibilizados por aplicação web.</p> <p>Relatório com descrição dos módulos e funcionalidades do MAPAQUALI.</p> <p>Artigo científico</p>		Primeira versão (protótipo) do MAPAQUALI operando para a área piloto, estimando até 3 parâmetros de qualidade de água.	<p>Modulo de geração se serie temporal de dos parâmetros qualidade de água implementados para a área piloto</p> <p>Artigo científico submetido divulgando o sistema MAPAQUALI como um sistema de monitoramento sistemático.</p>		
7 – Adequar o MAPAQUALI para diferentes sistemas aquáticos brasileiros	4,5,6	<p>Segunda versão do MAPAQUALI com produtos disponibilizados por aplicação web.</p> <p>2 Artigos científicos</p>			<p>MAPAQUALI modular (2ª versão) com algoritmos parametrizados para dois sistemas aquáticos</p> <p>* 1 serie temporal de mapas de pelo menos três parâmetros qualidade da água para dois sistemas aquáticos</p> <p>Artigo científico</p>	<p>*sistema MAPAQUALI validado para três ou mais sistemas aquáticos.</p> <p>Artigo científico de resultados do projeto.</p>	



8- Desenvolvimento da versão final da aplicação web para disponibilização dos produtos gerados pelo MAPAQUALI	1,4,6	Plataforma web operante com tutorial de uso. Versão final do MAPAQUALI Relatório final do projeto								Plataforma web operante com a versão final do MAPAQUALI
---	-------	---	--	--	--	--	--	--	--	---

1.1.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre										
	2019		2020		2021		2022		2023		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
1. Identificar as demandas, usuários e colaboradores											
- Identificação de potenciais usuários e suas demandas											
-*Relatórios de visitas e das demandas identificadas											
- Elaboração de colaboração formal com instituições usuárias do sistema.											
2. Definir área piloto, funcionalidades e produtos gerados pelo MAPAQUALI											
-Modelo conceitual de inovação tecnológica para estabelecimento do sistema											
- relatório com descrição e justificativa da área piloto selecionada.											
-relatório descrevendo as funcionalidades do MAPAQUALI contemplando pelo menos três tipos de produtos de qualidade da água.											
3. Coleta de dados para validação de algoritmos											
Coleta de dados in situ área piloto											



Mapas de qualidade da água das áreas selecionadas disponíveis na plataforma web	1,4.5.6	* séries temporais sobre qualidade da água			* Publicação dos mapas e séries temporais na plataforma web até dez. de 2021	* Publicação dos mapas e séries temporais de três ambientes aquáticos na plataforma web até 2022	
Disponibilização final da aplicação web de produtos MAPAQUALI	1,4.5.6	Produtos MAPAQUALI para mais de três ambientes aquáticos disponíveis online					Versão final do MAPAQUALI e da aplicação web até dezembro 2023
Publicação de instruções de uso do MAPAQUALI	1,7	Publicação de um manual geral de uso do MAPAQUALI e da aplicação web					Guia de operação da versão final

1.1.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
potenciais usuários e estabelecimento de parcerias	1	* Participação/colaboração de ao menos duas instituições usuárias.	Identificação de potenciais usuários até novembro 2019	Estabelecer pelo menos 2 instituições parceiras				



Citações dos artigos e relatórios publicados	1	* 5 citações dos artigos publicados no projeto.					Ter pelo menos 5 citações dos artigos em outros trabalhos
Acesso de visitantes ao site da aplicação web	1	* contagem de acesso ao site				Ter pelo menos 300 acessos	Ter pelo menos 1000 acessos
Download de produtos gerados	1	* atingir pelo menos 20 solicitações de download de produtos				Ter pelo menos 5 solicitações	Ter pelo menos 20 solicitações

1.1.8 - Recursos Solicitados

1.1.8.1 - Custeio:

Custeio	Valor (R\$)
Diárias	R\$ 19.200,00
Passagens	R\$ 4.720,00
Total (R\$)	R\$ 23.920,00

1.1.8.2 - Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00	60	1	312.000,00
	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\$)					

Equipe do Projeto

Claudio Clemente F Barbosa

Evlyn Novo, Felipe Lobo

Daniel Andrade Maciel

Vitor Souza Martins

Felipe Menino Carlos

Carolline Cairo

Victor Pedroso Curtarelli

Edson Filisbino Freire da Silva.



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

Subprojeto 1.2: Algoritmos para o sistema monitoramento da qualidade de águas interiores por satélite (MAPAQUALI).

1.2.1 – Introdução

Este subprojeto consta no Projeto 01 - Pesquisa e Desenvolvimento com Base em Dados de Sensoriamento Remoto Aplicado à Caracterização e Monitoramento de Ecossistemas do Território Nacional, do Programa de Capacitação Institucional (PCI) **2019-2023**, número 444327/2018-5.

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, essenciais 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 (Funil, Ibitinga, Itaipu, Três Marias, Tucuruí, Orós) e também em lagos no Pantanal e na planície de inundação amazônica, resultando em um conjunto de dados com mais de 1400 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 a 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 os algoritmos que posteriormente serão integrados ao MAPAQUALI.

1.2.2 - Objetivo Geral

O objetivo geral deste subprojeto é fomentar pesquisas de análise ambiental em ecossistemas aquáticos continentais brasileiros e desenvolver algoritmos para estimativa de parâmetros de qualidade de água para avaliar impactos de mudanças globais.



Os objetivos Específicos são:

- 8- Organizar e processar dados *in situ*, limnológicos e radiométricos, e imagens de satélites visando pesquisas multidisciplinares em sistemas aquáticos continentais brasileiros;
- 9- Integrar os dados em um banco de dados unificado para o desenvolvimento de algoritmos que possam dar suporte ao monitoramento de ecossistemas aquáticos continentais;
- 10- Prospectar, avaliar e parametrizar algoritmos empíricos e semi-analíticos para estimativa de parâmetros de qualidade de água adequado a cada ambiente, a partir do banco de dados construído;
- 11- Adequar os algoritmos para o uso em imagens dos principais sensores orbitais compatíveis ao estudo de ambientes aquáticos;
- 12- Integrar os algoritmos ao sistema MAPAQUALI.

1.2.3 - Insumos

1.2.3.1 – Custeio

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Coleta de dados campo (2019)	passagens	R\$ 800,00
Coleta de dados campo (2019)	9 diárias	R\$ 2.880,00
Coleta de dados campo (2020)	passagens	R\$ 800,00
Coleta de dados campo (2020)	12 diárias	R\$ 3.840,00
Coleta de dados campo 2021	passagens	R\$ 800,00
Coleta de dados campo 2021	9 diárias	R\$ 2.880,00



1.2.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
1.2.1	Profissional com diploma de nível superior em Engenharia Ambiental ou áreas afins e experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação.	Experiência em sensoriamento remoto óptico em ambientes aquáticos	1,2,3,4,5	D-D	36	1

1.2.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			2019	2020	2021
Organizar e processar os dados liminológicos e radiométricos do LabISA.	1	Relatórios semestral de avaliação gráfica e estatística de cada dado processado.	Inventariar e catalogar os dados disponíveis até junho de 2019. Processar e/ou reprocessar os dados catalogados até dezembro de 2019.		



Integração dos dados processados ao banco de dados unificado.	2	--1 banco de dados liminológicos e radiométricos. Relatório e documentação orientando acesso a base de dados.	Integrar os dados no sistema de gerenciamento até dezembro de 2019.	Documentação de uso da base de dados.	
Coleta de dados para validação de algoritmos	3	Conjunto de dados de validação na base de dados	Uma coleta ate dezembro de 2019	Uma coleta ate dezembro de 2020	Uma coleta ate dezembro de 2021



<p>Avaliar, determinar, e parametrizar algoritmos Empíricos;</p> <p>Adequação dos algoritmos para imagens de satélite.</p>	3,4	<p>-1 conjunto de algoritmos empíricos baseados na literatura para estimativa de parâmetro de qualidade da água para o sistema aquático piloto;</p> <p>- Relatório dos resultados da simulação de Monte Carlo usada na parametrização dos algoritmos</p> <p>-Relatório de avaliação de desempenho dos diferentes algoritmos testados e parametrizados para dados in situ;</p> <p>Submissão de artigo científico sobre desempenho dos algoritmos empíricos na área piloto</p>		<p>-Identificar e avaliar os algoritmos empíricos mais adequados para cada parâmetro de qualidade da água até fevereiro de 2020.</p> <p>Parametrizar algoritmos empíricos, selecionados da literatura, por meio de simulação Monte Carlo, para o sistema aquático piloto até junho 2020;</p> <p>Identificar e avaliar sensores orbitais adequado para a área piloto e aplicar correção atmosférica nas imagens até setembro de 2020.</p> <p>- Aplicação dos algoritmos empíricos nas imagens corrigidas até dezembro de 2020.</p>	
--	-----	--	--	---	--



<p>Identificar, avaliar e parametrizar algoritmos Semi-analíticos;</p> <p>Adequar os algoritmos para imagens de satélite.</p>	<p>3,4</p>	<p>-1 conjunto de algoritmos semi-analíticos derivados da literatura para estimativa de parâmetro de qualidade da água para o sistema aquático piloto;</p> <p>- Relatório dos resultados da simulação de Monte Carlo usada na parametrização dos algoritmos;</p> <p>-Relatório de avaliação de desempenho dos diferentes algoritmos testados e parametrizados para dados in situ.</p>			<p>-Identificar e avaliar os algoritmos semi-analíticos mais adequados para cada parâmetro de qualidade da água até março de 2021;</p> <p>Parametrizar algoritmos semi-analíticos, selecionados da literatura, por meio de simulação Monte Carlo, para o sistema aquático piloto até agosto 2021;</p> <p>- Aplicação dos algoritmos empíricos nas imagens corrigidas até outubro de 2021.</p>
<p>Integração dos algoritmos ao MAPAQUALI.</p>	<p>5</p>	<p>- 1 algoritmo para cada parâmetro de qualidade da água integrado MAPAQUALI.</p>			<p>- Adaptação dos algoritmos ao sistema de dados MAPAQUALI até dezembro de 2021.</p>

1.2.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre					
	2019		2020		2021	
	1	2	1	2	1	2
Organizar e processar os dados liminológicos e radiométricos do LabISA.						
-Realização do inventário e catalogação dos dados disponíveis.						
-Processamento e/ou reprocessamento dos dados catalogados.						
-Relatórios de avaliação dos dados processados.						
Integração dos dados processado ao banco de dados unificado.						
-Implementação dos dados radiométricos e limnológicos no sistema de banco de dados definido.						
Relatório e documentação orientado acesso a base de dados.						
Coleta de dados para validação de algoritmos						
Avaliar, determinar, e parametrizar algoritmos Empíricos						
Parametrizar algoritmos empíricos, selecionados da literatura, por meio de simulação Monte Carlo, para o sistema aquático piloto.						
- Relatório dos resultados da simulação de Monte Carlo usada na parametrização dos algoritmos.						
- -Relatório de avaliação de desempenho dos diferentes algoritmos testados e parametrizados para dados in situ.						
Identificar e avaliar sensores orbitais adequado para o ambiente piloto e aplicar correção atmosférica nas imagens.						
Aplicar os algoritmos empíricos nas imagens corrigidas e avaliar desempenho.						
artigo científico sobre desempenho dos algoritmos empíricos na área piloto.						
Identificar, avaliar e parametrizar algoritmos Semi-analíticos						



Parametrizar algoritmos semi-analíticos, identificados na literatura, por meio de simulação Monte Carlo, para o sistema aquático piloto;						
- Relatório dos resultados da simulação de Monte Carlo usada na parametrização dos algoritmos.						
-Relatório de avaliação de desempenho dos diferentes algoritmos testados e parametrizados para dados in situ;						
Aplicar os algoritmos empíricos nas imagens corrigidas e avaliar desempenho.						
artigo científico sobre desempenho dos algoritmos semi-analíticos na área piloto						
integrar os algoritmos ao MAPAQUALI.						
-Integração dos algoritmos empíricos ao sistema de monitoramento MAPAQUALI.						
-Integração dos algoritmos semi-analíticos ao sistema de monitoramento MAPAQUALI.						

1.2.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			2019	2020	2021
Repositório de dados limnológico e radiométrico 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.	1 banco de dados definido e implementado com os dados do LabISA até dezembro de 2019.		



Algoritmos empíricos calibrados e validados a partir dos dados de sensoriamento remoto.	3,4	- Relatório dos resultados da simulação de Monte Carlo usada na parametrização; -Relatório de avaliação de desempenho dos diferentes algoritmos.		Algoritmos empíricos calibrados e validados e aplicados nas imagens da área piloto até setembro 2020.	
Algoritmos semi-analíticos calibrados e validados a partir dos dados de sensoriamento remoto.	3,4	- Relatório dos resultados da simulação de Monte Carlo usada na parametrização; -Relatório de avaliação de desempenho dos diferentes algoritmos .			Algoritmos semi-analíticos calibrados e validados e aplicados nas imagens da área piloto até outubro 2021.
Submissão de artigo científico.	3,4	2 artigos científicos sobre desempenhos dos algoritmos empíricos e semi-analíticos.		Publicar 1 artigo até dezembro de 2020.	Publicar 1 artigo até dezembro de 2021.



1.2.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			2019	2020	2021
Algoritmos empíricos e semi-analíticos calibrados e validados sendo aplicados em pelo menos três sistemas aquáticos distintos.	1,2,3,4	Pelo menos 6 algoritmos desenvolvidos integrados ao sistema MAPAQUALI.		Pelo menos 3 algoritmos integrados ao sistema MAPAQUALI até dezembro de 2020.	Pelo menos 3 algoritmos integrados ao sistema MAPAQUALI até dezembro de 2020.
Citações e acessos aos artigos publicados.	3,4	Ter pelo menos 50 acessos e pelo menos 2 citações a cada artigo publicado.			Ter pelo menos 50 acessos e pelo menos 2 citações ao artigo publicado em 2020.

1.2.8 - Recursos Solicitados

1.2.8.1 - Custeio:

Custeio	Valor (R\$)
Diárias 30	R\$ 9600,00
Passagens	R\$ 2400,00
Total (R\$)	R\$ 12000,00



1.2.8.2 - Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00			
	C	3.380,00			
	D	2.860,00	36	2860,00	102960,00
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					

Equipe do Projeto

Claudio Clemente F Barbosa

Evlyn Novo, Felipe Lobo

Daniel Andrade Maciel

Vitor Souza Martins

Felipe Menino Carlos

Carolline Cairo

Victor Pedroso Curtarelli

Edson Filisbino Freire da Silva.



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

Subprojeto 1.3: Sensoriamento Remoto de Recifes Brasileiros.

1.3.1 – Introdução

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE é um dos atores e operadores dentro do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação – SNCTI, tendo suas atividades descritas como um dos temas estratégicos para o Brasil. O Projeto do Subprograma de Capacitação Institucional (SCI) do INPE, para vigência no quinquênio 2019-2023, foi estruturado em Áreas correspondentes às suas unidades executoras compostas por 10 coordenações técnicas.

O Projeto Pesquisa e Desenvolvimentos com Base em Dados de Sensoriamento Remoto Aplicados à Caracterização e Monitoramento de Ecossistemas do Território Nacional tem como objetivo geral desenvolver atividades de observação da Terra no que concerne à pesquisa, desenvolvimento e aplicações em sensoriamento remoto, processamento digital de imagens e geoprocessamento referentes aos ecossistemas continentais e marinhos do território nacional. Este subprojeto consta no Projeto 1 do programa de Capacitação Institucional (PCI) 2019-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE.

Contextualização do problema a ser tratado

Recifes de corais são as florestas tropicais do oceano (Reaka-Kudla et al., 1997). Eles são sinalizadores da biodiversidade que abrigam um quarto de todas as espécies marinhas (Roberts et al., 2002) e proporcionam alimento e meios de vida a mais de meio bilhão de pessoas no mundo todo (Heron et al., 2017). Entretanto, esses refúgios aquáticos enfrentam ameaças contra sua própria existência: pesca predatória, desenvolvimento costeiro e estresse térmico causados pelas mudanças climáticas (Knowlton e Jackson, 2008; Hughes et al., 2017). Se as ações dos seres humanos continuarem a aquecer a Terra mais 2 graus Celsius acima dos níveis pré-industriais, recifes de corais, na forma em que os conhecemos, podem desaparecer quase que por completo (Hoegh-Guldberg et al., 2007; Cantin et al. 2010; Hetzinger et al. 2016). Como os recifes enfrentam essa crise iminente (Heron et al., 2017), houve um aumento da necessidade de monitorá-los (Thompson et al., 2017). Mas os pesquisadores nesta área encaram um enorme problema: Eles não sabem, exatamente, onde estão todos os recifes do planeta, e apenas uma pequena fração deles é ativamente monitorada.

O Banco de Abrolhos é a maior e mais rica região de recifes de corais do oceano Atlântico Sudoeste (Leão, 1982), constituindo um dos principais exemplos de recifes de zonas turvas com baixa diversidade, mas expressiva cobertura de corais (Moura et al., 2016; Bastos et al., 2018). Esses recifes são notáveis por prosperar sob altas taxas de sedimentação de até 200 mg.cm⁻².dia⁻¹ (Segal e Castro, 2011). A sobrepesca, o desmatamento e o desenvolvimento costeiro aumentaram acentuadamente nas últimas



décadas (Moura et al. 2013), mas as consequências ainda não são bem compreendidas. Além de incluir uma área de recifes com 8.000 km² há também uma enorme área de 21.000 km² coberta com rodolitos (Moura et al. 2013). Os rodolitos são algas que formam estruturas semelhantes a recifes de corais.

O complexo recifal da Foz do Amazonas, conhecido desde os levantamentos pioneiros do projeto REMAC (REconhecimento global da MArgem Continental brasileira) e recentemente descrito em maior detalhe é um dos ecossistemas mais complexos e desconhecidos da Margem Equatorial brasileira, ocorrendo da plataforma continental média até o talude superior (Moura et al., 2016). Trata-se de uma formação carbonática construída principalmente por algas coralíneas e condicionada por dois eixos forçantes: a influência da pluma do Rio Amazonas, variando em um gradiente ao longo da costa (*alongshore*, NW-SE), e os aportes flúvio-continentais ao longo do eixo radial à plataforma continental (*cross-shelf*) da costa para o talude (Francini Filho et al., 2018).

É de grande interesse científico entender o funcionamento dos ecossistemas recifais, os padrões de sedimentação, a produtividade primária e o bombeamento de carbono nessas regiões, e suas relações com os principais forçantes que atuam sobre esses sistemas.

Situação atual da pesquisa no INPE

A missão da Coordenação-Geral de Observação da Terra do INPE é ser líder científico e tecnológico no uso de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento para conhecer o território e o mar continental brasileiro. A Divisão de Sensoriamento Remoto realiza atividades de pesquisa, desenvolvimento e aplicações de dados de sensores remotos e outros instrumentos, para utilização em estudos ambientais. Desenvolve metodologias para extração de informações dos dados de satélites de observação da Terra visando diversas aplicações incluindo os recursos naturais renováveis e não-renováveis, estudos oceanográficos, entre outros. Mantém um programa de pós-graduação em sensoriamento remoto com conceito 7 na CAPES e é considerada uma referência nacional e internacional na área com mais de 28.000 citações.

1.3.2 - Objetivo Geral

Cabe mencionar os objetivos do Projeto Pesquisa e Desenvolvimento com Base em Dados de Sensoriamento Remoto Aplicados à Caracterização e Monitoramento de Ecossistemas do Território Nacional, aos quais o presente subprojeto se refere:

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.



Desta forma, apresentam-se os seguintes objetivos específicos, relacionados ao subprojeto Sensoriamento Remoto de Recifes Brasileiros.

Objetivo Específico 1: Utilizar ferramentas de sensoriamento remoto acopladas a medidas in situ para avaliar os processos físicos e biogeoquímicos representativos da variabilidade espaço-temporal nas regiões de interesse.

Objetivo Específico 2: Avaliar a intensidade e duração de anomalias térmicas associadas a eventos de branqueamento de corais.

Objetivo Específico 3: Avaliar a dinâmica e distribuição de sedimentos em suspensão, matéria orgânica dissolvida cromofórmica e concentração de clorofila estimados por satélite nas regiões de interesse.

Objetivo Específico 4: Caracterizar a coluna de água e avaliar o acoplamento bento-pelágico.

1.3.3 - Insumos

1.3.3.1 – Custeio

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Participação em trabalhos de campo e reuniões técnicas com colaboradores do projeto (2019)	22 diárias	R\$ 7.040,00
Participação em trabalhos de campo e reuniões técnicas com colaboradores do projeto (2020)	22 diárias	R\$ 7.040,00
Participação em trabalhos de campo e reuniões técnicas com colaboradores do projeto (2021)	22 diárias	R\$ 7.040,00
Participação em trabalhos de campo e reuniões técnicas com colaboradores do projeto (2022)	22 diárias	R\$ 7.040,00
Participação em trabalhos de campo e reuniões técnicas com colaboradores do projeto (2023)	22 diárias	R\$ 7.040,00



1.3.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/ nível	Meses	Quantidade
1.3.1	Formação em Sensoriamento Remoto, Oceanografia, Biologia, Engenharia Ambiental, Cartografia, Limnologia 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.	Sensoriamento Remoto de Sistemas Aquáticos, Ecologia de Corais	1,4,5	D-A	60	1



1.3.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
1. Levantamento bibliográfico sobre sensoriamento remoto de recifes e habitats bênticos.	1,2,3	* Nº de artigos levantados/período	Produzir um repositório de artigos e material bibliográfico até setembro de 2019.	Atualização das referências bibliográficas até dezembro 2020.	Atualização das referências bibliográficas até dezembro 2021.	Atualização das referências bibliográficas até dezembro 2022.	Atualização das referências bibliográficas até dezembro 2023.
2. Compilação de dados in situ secundários (já coletados) nas regiões de interesse.	1,2,3	* Nº de dados in situ compilados/período.	Gerar uma base de dados in situ secundários até dezembro de 2019.	Atualização da base de dados in situ secundários até dezembro de 2020.			Consolidação da base de dados in situ até dezembro de 2023.
3. Coleta e processamento de dados in situ primários.	1,2,3	* Nº de dados in situ coletados/período. * Nº de dados in situ processados/período e agregados à base de dados.	Participar da coleta e processamento de dados in situ.	Participar da coleta e processamento de dados in situ.	Participar da coleta e processamento de dados in situ.	Participar da coleta e processamento de dados in situ.	Participar da coleta e processamento de dados in situ.
4. Aquisição de séries temporais de produtos de sensoriamento remoto, dados e imagens de satélite de alta resolução espacial.	1,2,3	* Nº de imagens adquiridas/período. * Nº de imagens processadas/período.	Adquirir séries temporais (>10 anos) de temperatura da superfície do mar, concentração de clorofila, matéria orgânica dissolvida colorida, vento em superfície, profundidades da zona eufótica e camada de mistura até dezembro de 2019	Atualização das séries temporais (>10 anos) de temperatura da superfície do mar, concentração de clorofila, matéria orgânica dissolvida colorida, vento em superfície, profundidades da zona eufótica e camada de mistura até dezembro de 2020	Adquirir e processar imagens de satélite de alta resolução espacial até dezembro de 2020.	Processar imagens de satélite de alta resolução espacial até dezembro de 2022.	Disponibilizar as séries temporais, dados e imagens de alta resolução através da base de dados do projeto até dezembro de 2023.



5. Análise das séries temporais e imagens de alta resolução espacial.	1,2,3,4	* N° de séries temporais analisadas/período. * N° de imagens de alta resolução analisadas/período.			Caracterizar a variabilidade espaço-temporal físico-química e bio-óptica até dezembro de 2021.	Caracterizar a coluna de água bio-opticamente até dezembro de 2022.	; Mapear os habitats bênticos até dezembro de 2023.
6. Avaliação dos eventos de branqueamento de corais.	2	* Descrição de eventos de anomalias térmicas associadas/período, com respectivas intensidades e durações.			Avaliar a intensidade e duração de anomalias térmicas associadas a eventos de branqueamento até dezembro de 2020.		
7. Avaliação do acoplamento bento-pelágico.	4	* Caracterização da coluna de água e avaliação do acoplamento bento-pelágico.					Avaliação do acoplamento bento-pelágico até dezembro de 2023.
8. Submissão de artigos para publicação.	4	* N° de artigo submetidos/período.		Submeter 1 (um) artigo para publicação até dezembro de 2020.		Submeter 1 (um) artigo para publicação até dezembro de 2022.	Submeter 1 (um) artigo para publicação até dezembro de 2023.



1.3.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre																				
	2019		2020		2021		2022		2023												
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2											
1. Levantamento bibliográfico sobre sensoriamento remoto de recifes e habitats bênticos.	█	█	█	█																	
2. Compilação de dados in situ secundários (já coletados) nas regiões de interesse.					█	█	█													█	█
3. Coleta e processamento de dados in situ primários.		█	█		█	█		█	█		█	█								█	█
4. Aquisição de séries temporais de produtos de sensoriamento remoto, dados e imagens de satélite de alta resolução espacial.																					
4.1 Séries temporais de temperatura da superfície do mar, concentração de clorofila, transparência da água, ventos em superfície, matéria orgânica dissolvida, profundidades da zona eufótica e camada de mistura		█	█	█																	
4.2 Imagens de alta resolução espacial					█	█	█														
5. Análise das séries temporais e imagens de alta resolução espacial.								█	█	█											
6. Avaliação dos eventos de branqueamento de corais.									█	█	█										
7. Avaliação do acoplamento bento-pelágico.																			█	█	█
8. Submissão de artigos para publicação.							█												█		█



1.3.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Lista de referências bibliográficas sobre sensoriamento remoto de recifes	1,2,3,4	* Nº de artigos referenciados e disponibilizados/período.	Repositório de referências bibliográficas até dezembro de 2019.	Atualização do repositório de referências bibliográficas até dezembro de 2020.	Atualização do repositório de referências bibliográficas até dezembro de 2021.	Atualização do repositório de referências bibliográficas até dezembro de 2022.	Atualização do repositório de referências bibliográficas até dezembro de 2023.
Base de dados in situ	1,2,3,4	* Nº de dados primários e secundários consolidados em base de dados georreferenciada.	Compilar base de dados secundários incluindo metadados até dezembro de 2019.	Atualizar a base de dados secundários até dezembro de 2020.	Atualização com inclusão de dados in situ primários até dezembro de 2021.	Atualização com inclusão de dados in situ primários até dezembro de 2022.	Consolidação e disponibilização da base de dados in situ até dezembro de 2023.
Séries temporais de produtos de sensoriamento remoto.	1,2,3	* Nº de séries temporais processadas/período.	Adquirir produtos de sensoriamento remoto para geração de séries temporais até dezembro de 2019.	Continuar a geração e processamento das séries temporais até dezembro de 2020.	Análise das séries temporais até dezembro de 2021.		Disponibilização das séries temporais até dezembro de 2023.
Imagens de satélite de alta resolução espacial.	1,3,4	* Nº de imagens adquiridas e processadas/período.					Mapeamento dos habitats bênticos e avaliação do acoplamento bento-pelágico.



Caracterização da variabilidade espacial e temporal física e biogeoquímica nas regiões de interesse.	1,2,3	* Nº de mapas de variabilidade gerados/período.			Caracterizar a variabilidade espaço-temporal físico-química e bio-óptica até dezembro de 2021.		
Publicação de artigos em revistas indexadas	1,2,3,4	* Nº de artigos submetidos/período. * Nº de artigos publicados/período		Submeter 1 (um) artigo para publicação até dezembro de 2020.		Submeter 1 (um) artigo para publicação até dezembro de 2022.	Submeter 1 (um) artigo para publicação até dezembro de 2023.
Divulgação científica em congressos ou similares	1,2,3,4	* Nº de pôsteres apresentados/período. * Nº de apresentações orais e participação de mesas em congressos/período		Apresentação oral ou na forma de pôster em congresso de referência	Apresentação oral ou na forma de pôster em congresso de referência		Apresentação oral ou na forma de pôster em congresso de referência



1.3.7 – 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				
			2019	2020	2021	2022	2023
Análise de eventos de branqueamento de corais.	2	* Nº de artigos submetidos ou divulgados /período.			* Ter um artigo submetido para publicação em revista indexada.	* Ter um artigo publicado em revista indexada.	
Caracterização da variabilidade espaço-temporal de processos físicos e biogeoquímicos nas regiões de interesse com base em dados in situ, modelos e de satélite.	1,3	* Nº de artigos submetidos ou divulgados /período.		* Ter um artigo submetido para publicação em revista indexada.	* Ter um artigo publicado em revista indexada.	* Ter um artigo submetido para publicação em revista indexada; Ter um artigo publicado em revista indexada.	* Ter um artigo publicado em revista indexada.
Mapeamento de habitats bênticos e avaliação do acoplamento bento-pelágico	4	* Nº de artigos submetidos ou divulgados /período.					* Ter um artigo submetido para publicação em revista indexada.
Citações dos artigos	1,2,3,4	* Nº de citações dos artigos publicados do projeto/período.					* Ter os artigos deste projeto citados por pesquisadores de outras instituições.
Formação de recursos humanos na área de sensoriamento remoto de recifes	1,2,3,4	* Nº de alunos de pós-graduação formados/período.					* Ter pelo menos um aluno de pós-graduação formado



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

1.3.8.1 - Custeio:

Custeio	Valor (R\$)
Diárias	35.200,00
Passagens	---
Total (R\$)	35.200,00

1.3.8.2 - Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00	60	1	312.000,00
	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\$)					312.000,00

Equipe do Projeto

Pesquisadores

Dr. Milton Kappel – INPE/OBT (servidor)

Dra. Natalia M. Rudorff – INPE/CPTEC (servidor)

Dra. Aline M. Valerio – INPE/OBT (colaborador)



Dr. Fabio Dall Cortivo – INPE/OBT (bolsista PCI)

Dr. Robert Frouin – Univ. California/Scripps

Dr. Rodrigo Moura – UFRJ

Dr. Paulo Salomon – UFRJ

Dr. Alex Bastos – UFES

Dr. Gilberto Amado Filho - JBRJ

Alunos

Doutoranda Andrea Oliveira – INPE/PGSER

Doutorando Gabriel M. Cesar – INPE/PGSER

Mestrando Vitor Paiva – INPE/PGSER

Bibliografia

- Bastos AC, Moura RL, Moraes FC, Vieira LS, Braga JC, Ramalho LV, Amado-Filho GM, Magdalena UR, Amado-Filho GM, Webster J. 2018. Bryozoans are major modern builders of South Atlantic oddly shaped reefs. *Scientific Reports* 8 (1): 9638.
- Cantin, N. E.; Cohen, A. L.; Karnauskas, K. B.; Tarrant, A. M.; McCorkle, D. C., Ocean Warming Slows Coral Growth in the Central Red Sea. *Science* 2010, 329 (5989), 322-325.
- Francini-Filho RB, et al. (2018) Perspectives on the Great Amazon Reef: Extension, Biodiversity, and Threats. *Front Mar Sci* 5:142.
- Heron et al. 2017. Impacts of Climate Change on World Heritage Coral Reefs : A First Global Scientific Assessment. Paris, UNESCO World Heritage Centre.
- Hetzinger, S.; Pfeiffer, M.; Dullo, W.-C.; Zinke, J.; Garbe-Schönberg, D., A change in coral extension rates and stable isotopes after El Niño-induced coral bleaching and regional stress events. *Scientific reports* 2016, 6, 32879.
- Hoegh-Guldberg, O. et al. Coral reefs under rapid climate change and ocean acidification. *Science* 318, 1737–1742 (2007).
- Hughes, T. P. et al. Global warming and recurrent mass bleaching of corals. *Nature* 543, 373–377 (2017).
- Knowlton N, Jackson JBC (2008) Shifting Baselines, Local Impacts, and Global Change on Coral Reefs. *PLoS Biol* 6(2): e54. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0060054>
- Leão, Z. M. A. N, Morphology, geology and developmental history of the southernmost coral reefs of Western Atlantic, Abrolhos Bank, Brazil. 1982.



- Moura, R. L.; Secchin, N. A.; Amado-Filho, G. M.; Francini-Filho, R. B.; Freitas, M. O.; Minte-Vera, C. V.; Teixeira, J. B.; Thompson, F. L.; Dutra, G. F.; Sumida, P. Y. G.; Guth, A. Z.; Lopes, R. M.; Bastos, A. C., Spatial patterns of benthic megahabitats and conservation planning in the Abrolhos Bank. *Continental Shelf Research* 2013, 70 (0), 109-117.
- Moura RL, Amado-Filho GM, Moraes FC, Brasileiro PS, Salomon PS, Mahiques MM, Bastos AC, Almeida MG, Silva Jr. JM, Araujo BF, Brito FP, Rangel TP, Oliveira BCV, Bahia RG, Paranhos RP, Dias RJS, Siegle E, Figueiredo Jr. AG, Pereira RC, Leal CV, Hajdu E, Asp NE, Gregoracci GB, Neumann-Leitão S, Yager PL, Francini-Filho RB, Fróes A, Campeão M, Silva BS, Moreira APB, Oliveira L, Soares AC, Araujo L, Oliveira NL, Teixeira JB, Valle RAB, Thompson CC, Rezende CE, Thompson FL (2016) An extensive reef system at the Amazon River mouth. *Sci. Adv.* 2(4): e1501252.
- Reaka-Kudla, ML et al. 1997. *Biodiversity II: Understanding and Protecting Our Biological Resources*. Washington, DC: Joseph Henry Press. <https://doi.org/10.17226/4901>
- Roberts, C. M. et al. Marine biodiversity hotspots and conservation priorities for tropical reefs. *Science* 295, 1280–1284 (2002)
- Segal, B.; Castro, C. B., Coral community structure and sedimentation at different distances from the coast of the Abrolhos Bank, Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography* 2011, 59 (2), 119-129.
- Thompson, A. A. et al. Marine Monitoring Program. Annual Report for inshore coral reef monitoring: 2015 to 2016. Report for the Great Barrier Reef Marine Park Authority, Great Barrier Reef Marine Park Authority. 133 (2017).



Projeto 1: Pesquisa e Desenvolvimentos com Base em Dados de Sensoriamento Remoto Aplicados à Caracterização e Monitoramento de Ecossistemas do Território Nacional

Subprojeto 1.4: Mapeamento e Monitoramento da Vegetação no Nordeste Utilizando Dados de Sensoriamento Remoto e Informações de Campo

1.4.1 – Introdução

O Nordeste brasileiro (NEB) tem sido negligenciado e pobremente estudado tanto em termos de programas de conservação quanto de investigação científica. As altas taxas de desmatamento e degradação, aliadas as frequentes secas extremas, tornam o NEB uma das regiões mais vulneráveis no mundo. Os estudos atuais baseados em dados de observação da Terra são desenvolvidos principalmente para regiões que apresentam florestas com elevada biomassa e dossel fechado, não sendo adequados para mapear e monitorar a vegetação de clima semiárido, que apresenta variabilidade temporal e espacial. Em especial na América do Sul, historicamente a maioria dos esforços para estimar as mudanças de uso e cobertura da terra tem sido focada em florestas tropicais como a Amazônia, enquanto poucos estudos têm dedicado atenção para regiões como o Nordeste. Ainda mais desafiador para o Nordeste são os trabalhos que integram informações de diferentes dados coletados remotamente e em diferentes níveis de aquisição.

O INPE tem desenvolvido pesquisa básica e aplicada nas áreas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, visando atender demanda governamental ou que gerem efeitos positivos diretos na sociedade brasileira, através do incremento de serviços com valores socioeconômicos ou de pesquisas aplicadas à caracterização, modelagem e monitoramento dos ecossistemas continentais e marinhos do território nacional visando estudos de mudanças globais.

Neste contexto, este presente subprojeto que consta no Projeto 1 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE, visa desenvolver pesquisas demonstrando a aplicação de produtos de sensoriamento remoto para o monitoramento contínuo de áreas extensas como o NEB para melhor compreender as mudanças e os impactos ocasionados por causas antrópicas e eventos naturais extremos.

1.4.2 - Objetivo Geral

Realizar pesquisas para análise ambiental dos biomas brasileiros incluindo os sistemas continentais e oceânicos, estudos de mudanças globais e seus impactos na sociedade;

Objetivo Específico 1: Revisar as iniciativas de mapeamento anteriores (tanto em escalas de bioma e local) para o NEB, as técnicas de detecção utilizados e os desafios/lacunas existentes,



incluindo a definição de classes, compatibilidade de legenda entre estudos, resolução espacial e temporal;

Objetivo Específico 2: Adquirir, processar e analisar dados multitemporais ópticos provenientes de diferentes resoluções temporais e espaciais (como MODIS, Landsat e Sentinel-2);

Objetivo Específico 3: Coletar dados em campanhas de campo realizadas durante o projeto;

Objetivo Específico 4: Implementar método piloto de monitoramento da fenologia foliar em escala local e analisar a sensibilidade dos produtos provenientes de sensores orbitais em resposta às variações fenológicas;

Objetivo Específico 5: Desenvolver e aperfeiçoar métodos de mapeamento da cobertura da vegetação nativa no Nordeste, avaliando os produtos de sensores orbitais a partir de dados coletados em campo;

Objetivo Específico 6: Estimar as taxas de perda e incremento da vegetação ao longo da série temporal em estudo e também determinar as áreas vulneráveis à degradação no Nordeste;

1.4.3 - Insumos

1.4.3.1 – Custeio

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

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



Finalidade	Ano	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
1ª Campanha de campo localizada no município de Sento Sé – Bahia	2019	Passagem Ida+Volta	R\$ 1.400,00
1ª Campanha de campo localizada no município de Sento Sé – Bahia	2019	18 diárias (R\$ 320,00/dia)	R\$ 5.760,00
2ª Campanha de campo entre os estados da Bahia, Pernambuco e Ceará	2020	Passagem Ida+Volta	R\$ 1.400,00
2ª Campanha de campo entre os estados da Bahia, Pernambuco e Ceará	2020	18 diárias (R\$ 320,00/dia)	R\$ 5.760,00
3ª Campanha de campo no Maranhão	2021	Passagem Ida+Volta	R\$ 1.440,00
3ª Campanha de campo no Maranhão	2021	18 diárias (R\$ 320,00/dia)	R\$ 5.760,00
Total			R\$ 21.520,00

1.4.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
1.4.1	Formação em Engenharia Florestal 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.	Ciências ambientais e florestais	1,4	D-C	36	1



1.4.4 - Atividades de Execução

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

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			2019	2020	2021
1. Revisar as iniciativas de mapeamento anteriores	1	* N° de artigos levantados/período sobre o tema; * N° de técnicas utilizadas para mapeamento; * N° de legendas existentes para os biomas;	Produzir um repositório de artigos e mapas produzidos sobre o tema até agosto de 2019.		
2. Aquisição, processamento e análise de dados multitemporais ópticos	2	* N° de imagens adquiridas e processadas;	Produzir um banco de dados contendo produtos de sensoriamento remoto compreendendo todo o NEB até agosto de 2019.		
3. Coletar dados em campanhas de campo	3	* N° de pontos coletados em campo; * N° de classes coletadas em campo; * N° de espécies, DAP e altura das espécies inventariadas em campo;	Produzir um banco de dados (BD) contendo as informações de campo até dezembro de 2019.	Adicionar dados ao BD contendo outras informações de campo até dezembro de 2020.	Adicionar dados ao BD contendo outras informações de campo até dezembro de 2021.



4. Implementar método piloto de monitoramento	4	<ul style="list-style-type: none">*Nº de câmeras instaladas em campo;*Nº de imagens coletadas;* Analisar a sensibilidade dos produtos provenientes de sensores orbitais em resposta às variações fenológicas	Implementar as câmeras em campo até dezembro de 2019.	<ul style="list-style-type: none">- Produzir um banco de dados contendo imagens geradas com as câmeras até dezembro de 2020;- Desinstalar as câmeras até dezembro de 2020.	
5. Desenvolver e aperfeiçoar métodos de mapeamento da vegetação nativa no NEB	5	<ul style="list-style-type: none">* N° de testes de algoritmos para classificação de séries temporais;* N° de áreas do NEB analisadas na série temporal;* Avaliação de desempenho de algoritmos utilizando dados auxiliares (campos, imagens, etc)		Finalização do algoritmo de mapeamento na série temporal até dezembro de 2020.	
6. Estimar as taxas de perda e incremento da vegetação	6	<ul style="list-style-type: none">* Discussão das incertezas de todo o processo de análise do mapeamento;* Áreas de mudança de cobertura;* Áreas mais vulneráveis no NEB;			Criação de mapas de mudança de cobertura da vegetação do NEB até maio de 2021.



1.4.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre					
	2019		2020		2021	
	1	2	1	2	1	2
1. Revisar as iniciativas de mapeamento anteriores						
1.1- Referência bibliográfica acerca do tema de mapeamento da vegetação nativa no Nordeste						
1.2- Técnicas de mapeamento utilizadas						
1.3- Legendas adotadas nos mapeamentos						
2. Aquisição, processamento e análise de dados multitemporais ópticos						
2.1- Processamento de dados ópticos						
2.2- Criação de um banco de dados						
3. Coletar dados em campanhas de campo (1ª Campanha)						
3.1. Aquisição de dados para validação dos mapeamentos						
3.2- Criação e atualização de um banco de dados						
4. Coletar dados em campanhas de campo (2ª Campanha)						
4.1. Aquisição de dados para validação dos mapeamentos						
4.2- Atualização de banco de dados						



1.4.6 – Produtos

Denominam-se produtos, os frutos diretos e quantificáveis das atividades do projeto, entregues imediatamente pela realização de suas atividades [1].

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			2019	2020	2021
Banco de artigos, banco de dados com imagens ópticas processadas para análise; mapeamentos existentes disponíveis para o NEB; banco com dados coletados em campanhas de campo;	1,2,3,4	* N° de artigos novos disponíveis no banco referentes ao projeto/N° de artigos novos no período; * N° de imagens processadas; *N° de dados coletados em campo;	Banco de dados	Banco de dados	Banco de dados
Publicação de Artigos em Seminários, Congressos, Simpósios e Revistas Indexadas;	1,4,5,6	* N° de artigos submetidos/período. * N° de artigos publicados/período	Publicação de um artigo em simpósio, seminário, congresso ou similares;	Publicação de um artigo em revista indexada até Dez.	Publicação de um artigo em simpósio, seminário, congresso ou similares; e de um artigo em revista indexada
Publicação de mapas;	5,6	*N° de mapas/período			Criação dos mapas de mudanças de cobertura no NEB



Redação de relatórios científicos contendo a descrição das etapas e produtos gerados;	3,4,5	*Nº de relatórios/período	Publicação de um relatório anual	Publicação de um relatório anual	Publicação de um relatório anual
---	-------	---------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------

1.4.7 – 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		
			2019	2020	2021
Aumento de colaboradores nos processos de análise, redação e publicação de artigos;	2 a 5	* Nº de colaboradores formais do projeto/período * Nº de colaboradores de distintos grupos de pesquisa na área/período	* Adição de ao menos, um novo colaborador nos processos de análise, redação e publicação de artigo.	* Adição de, ao menos, um novo colaborador de um grupo de pesquisa distinto nos processos de análise, redação e publicação de artigo.	* Adição de, ao menos, um novo colaborador nos processos de análise, redação e publicação de artigo.
Utilização dos dados processados, dos dados coletados em campo e dados coletados das câmeras	2,3 e 4	* Nº de pesquisas/trabalhos científicos que utilizem os dados processados.			* Utilização dos dados em, pelo menos, uma nova na pesquisa fora do escopo do projeto;
Citações dos artigos em seminários, congressos e similares.	1,4,5,6	* Nº de citações dos artigos publicados em seminários, simpósios e similares acerca do projeto/período.		* Ter algum artigo de seminário, simpósio ou similar citado pelo menos 1 vez;	* Ter algum artigo de seminário, simpósio ou similar citado pelo menos 3 vezes;



Citações dos artigos em revista indexada	2, 3 e 4	* Nº de citações dos artigos publicados do projeto/período. * Nº de citações dos artigos publicados do projeto em revistas de alto fator de impacto com JRC \geq 1/período			* Ter algum artigo de revista indexada citado pelo menos quatro vezes;
--	----------	---	--	--	--



1.4.8 - Recursos Solicitados

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

1.4.8.1 - 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	R\$ 17.280,00
Passagens	R\$ 4.240,00
Total (R\$)	R\$ 21.520,00 ou R\$ 7.173,00/ano

1.4.8.2 - Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00			
	C	3.380,00	36	1	121.680,00
	D	2.860,00			
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			



Total (R\$)	121.680,00
-------------	------------

Equipe do Projeto

Andeise Cerqueira Dutra – INPE

Cláudia Bloisi Vaz Sampaio – UFRB

Egídio Arai – INPE

Fabrcio Brito da Silva – Universidade CEUMA

Marceli Terra de Oliveira - INPE

Ramon Moraes de Freitas – R&R Aerial Photography & Imaging Science

Rita Márcia da Silva Pinto Vieira – INPE

Rosana Grecchi – Université de Sherbrooke – Canadá

Valdete Duarte – INPE

Yosio Edemir Shimabukuro - coordenador

Referências Bibliográficas

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



Projeto 1: Pesquisa E Desenvolvimentos Com Base Em Dados De Sensoriamento Remoto Aplicados À Caracterização E Monitoramento De Ecossistemas Do Território Nacional

SubProjeto 1.5: Desenvolvimento de Ferramentas Inovadoras para o Sistema TerraHidro

1.5.1 – Introdução

Este subprojeto consta no Projeto 1 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE. Este projeto visa o desenvolvimento de atividades de observação da terra em termos de pesquisa, desenvolvimento e aplicações em sensoriamento remoto, processamento digital de imagens e geoprocessamento referentes aos ecossistemas continentais e marinhos do território nacional.

Contextualização do problema a ser tratado

A Divisão de Processamento de Imagens (DPI) é umas das divisões da Coordenação-Geral de Observação da Terra, que tem entre suas competências o desenvolvimento de ferramentas computacionais para processamento de dados espaciais. Isto se alinha com a missão do INPE de disseminar informações espaciais para a sociedade brasileira. Altimetria é um desses dados espaciais que permitiu o desenvolvimento do sistema TerraHidro, pensado para realizar ações no campo da modelagem hidrológica distribuída. TerraHidro já conta com 10 anos de desenvolvimento tendo sido empregado pelo exército brasileiro, por exemplo, na extração da drenagem do vazio cartográfico da Amazônia, uma região com mais e 1.400.000 km². Isto se deu pela qualidade dos seus resultados, notadamente, na extração das redes de drenagens e suas bacias hidrográficas.

O que se pretende neste projeto é dotar o TerraHidro de novas funcionalidades que permitam aumentar o potencial de seu uso. Pode-se destacar, a implementação da Ottocodificação, que é a codificação de para rios e bacias hidrográficas empregada pela Agência nacional de Águas (ANA). O potencial de utilização do TerraHidro passaria a ser todos os comitês de bacias do Brasil.

Situação atual da pesquisa no Instituto de Pesquisa

O TerraHidro foi desenvolvido tendo por base a biblioteca geográfica TerraLib, também desenvolvida na DPI, contando com duas formas, ambas usando a linguagem C++. Uma com interface, sendo um plugin do visualizador geográfico TerraView, e utilizando a versão 4 TerraLib. Esta versão do TerraHidro tem todas as funcionalidades desenvolvidas até o momento. A outra forma, que é em linhas de comandos e emprega a versão 5 da TerraLib e um subconjunto de funções foram implementadas, foi otimizada e é muito mais eficiente que a forma com interface. Por isso, propõe-se finalizar a forma em linhas de comandos,



implementar nova forma com interface otimizada, empregando a versão 5 da TerraLib, e dotar as duas formas com as novas funcionalidades, a serem desenvolvidas neste projeto.

1.5.2 - Objetivo Geral

Objetivo 3: desenvolver ferramentas computacionais inovadoras com o objetivo de ampliar a capacidade de utilização de dados e imagens de satélites para todos os biomas brasileiros, por especialistas, tomadores de decisão do setor público e privado, pesquisadores, professores universitários e sociedade em geral.

Objetivo Específico 1: Elaboração, desenvolvimento e implementação de interface inteligente, ou multifunção, para o TerraHidro

O TerraHidro deixará de ser um plugin do TerraView passando a ser um sistema independente, mantendo o modelo conceitual do TerraView. A interface a ser desenvolvida foi chamada de inteligente, ou multifunção, porque mais de uma função poderá ser executada com apenas uma intervenção do usuário. Exemplificando: se o usuário desejar selecionar uma rede de drenagem e tiver somente a grade de altimetria, ele poderá acionar a função para cálculo da rede de drenagem passando como parâmetro a grade de altimetria. O sistema executará automaticamente as funções de cálculo de fluxo local, área de contribuição e, finalmente, a definição da rede de drenagem, que será gerada no formato raster e também vetorial, se necessário. Este objetivo possui interseção com o Objetivo Específico 2, na parte de metadados. Os dados gerados pelo TerraHidro deverão seguir padronização vinculando-os às suas funções geradoras.

Objetivo Específico 2: Inserção de metadados para dados e informações e geração de histórico de funções executadas

Este objetivo é composto de duas partes. A primeira diz respeito à inserção de metadados nos dados e informações gerados pelo TerraHidro, que atenderão a dois propósitos. O primeiro diz respeito à codificação dos arquivos e informações sobre estes arquivos. Cada arquivo gerado pelo TerraHidro, terá uma informação no seu nome que identificará sua procedência. Por exemplo, o arquivo contendo a grade de fluxos locais terá "_LDD" adicionado no final do seu nome, antes da extensão, que indica o formato do arquivo. O segundo é sobre o preenchimento das informações de metadados. Informações básicas serão inseridas, automaticamente pelo próprio sistema, no momento da geração do arquivo. Além disso o usuário poderá adicionar outras informações de metadados que julgar pertinente.

A segunda parte deste objetivo específico refere-se ao armazenamento do histórico das funções executadas, que se dará a cada acionamento de função. Neste caso, os parâmetros e as funções executadas serão armazenados no formato texto. Este procedimento tem dois focos. O primeiro é de se poder mostrar ou recuperar sequências de processamento em



futuros, quando não se consegue mais lembrar do que foi executado. Isto é muito comum em processamentos envolvendo sistemas de informações geográficas. O segundo foco, refere-se a passagem imediata do que foi executado em sistema com interface para o sequenciamento de linhas de comando. O usuário poderá utilizar a forma de interface para testar sequências de execução e depois passar para um modo repetitivo em linhas de comando.

Objetivo Específico 3: Hierarquização de redes de drenagens e bacias hidrográficas

As redes de drenagens confundem-se, muitas vezes, com cursos d'água. Elas podem também representar escoamentos efêmeros, como enxurradas causadas por chuvas. Tomando a drenagem como sendo os cursos d'água, um aspecto fundamental é a hierarquização destas drenagens e de suas bacias hidrográficas. De maneira geral, a hierarquia de uma rede de drenagem fornece o seu grau de ramificação, determinando a quantidade de junções de afluentes em rios localmente principais. Desta forma, permite ao especialista estudar os recursos hídricos de uma região geográfica por meio da ordem da rede desejada. Pretende-se dotar o TerraHidro do maior número possível de hierarquias, mas neste projeto o foco será na implementação das hierarquias de Horton e Ottocodificação. O TerraHidro já possui a hierarquia de Strahler instalada. A hierarquia chamada de Ottocodificação é muito importante, pois foi adotada pela Agência nacional de Águas (ANA) para representação de rios e bacias hidrográficas. O TerraHidro deve conter este tipo de hierarquia para poder fazer parte dos sistemas utilizados pela ANA.

Objetivo Específico 4: Interface para criação de modelos hidrológicos envolvendo escoamento superficial e infiltração no subsolo

O objetivo é projetar uma interface onde o usuário poderá criar seu próprio modelo hidrológico tendo como modelo o software PCRASTER. O conceito desta interface é permitir a criação de modelos baseados em grade regular, que possam incorporar chuva, infiltração e escoamento superficial, além de empregar informações auxiliares como uso e cobertura do solo, declividade, geologia, pedologia, entre outros.



1.5.3 - Insumos

1.5.3.1 – Custeio

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Visita ao IEPA - Macapá - AP (2019)	1 - Passagem	1.680,00
Visita ao IEPA - Macapá - AP (2019)	6 - Diárias	1.920,00
Visita a ANA - Brasília - DF (2019)	2 - Passagens	2.000,00
Visita a ANA - Brasília - DF (2019)	5 - Diárias	1.600,00
Visita ao IEPA - Macapá - AP (2020)	1 - Passagem	1.680,00
Visita ao IEPA - Macapá - AP (2020)	6 - Diárias	1.920,00
Visita a ANA - Brasília - DF (2020)	2 - Passagens	2.000,00
Visita a ANA - Brasília - DF (2020)	5 - Diárias	1.600,00
Visita ao CRN – Natal – RN (2021)	1- Passagem	1.680,00
Visita ao CRN – Natal – RN (2021)	5 - Diárias	1.600,00
Visita a ANA - Brasília - DF (2021)	2 - Passagens	2.000,00
Visita a ANA - Brasília - DF (2021)	6 - Diárias	1.920,00

1.5.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
1.5.1	Formação em Ciências da Computação ou áreas afins, com 7 (sete) anos de experiência em projetos	Experiência no uso da linguagem C++	1	D-B	36	1



	<p>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.</p>					
--	---	--	--	--	--	--



1.5.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
1. Estudo das ferramentas computacionais que farão parte do desenvolvimento do TerraHidro	1	<ul style="list-style-type: none">* Estudo da biblioteca geográfica TerraLib* Estudo do ambiente de desenvolvimento do TerraHidro* Estudo de ferramentas para criação de interfaces* Ambiente de desenvolvimento de software montado e com um programa inicial simples compilado e executado	Produzir um ambiente de desenvolvimento de software					
2. Elaboração da proposta da interface multifunção, juntamente com os outros membros da equipe deste projeto	1	<ul style="list-style-type: none">* Identificação dos relacionamentos entre funções* Relatório contendo a estrutura da interface multifunções	Interface projetada					
3. Implementação computacional da interface multifunções	1	<ul style="list-style-type: none">* Implementação da interface multifunções* Teste para verificação de cada função implementada	Interface implementada					



4. Testes de validação desta interface	1	* Relatório contendo os parâmetros utilizados nos testes e as figuras mostrando os resultados	Interface testada				
5. Estudo dos padrões de disseminação de dados a serem utilizados e informações a serem inseridas nos metadados	2	* Levantamento dos metadados a serem inseridos no sistema * Relatório contendo as informações geradas nesta atividade		Estudo realizado sobre metadados			
6. Implementação dos metadados na interface do sistema	2	* Relatório contendo exemplos de uso dos metadados		Metadados inseridos no código da interface do TerraHidro			
7. Elaboração e implementação da forma como o histórico de funções executadas serão armazenados	2	* Projeto da estrutura para armazenamento de histórico de execuções * Relatório contendo a estrutura desenvolvida, bem como exemplos de aplicação		Exemplos de aplicação com metadados			
8. Estudo das hierarquias de Horton e Ottocodificação e elaboração dos algoritmos para resolvê-las	3	* Relatório contendo os algoritmos das hierarquias de Horton e Ottocodificação					
9. Codificação dos algoritmos acima, implementando as hierarquias de Horton e Ottocodificação	3	Relatório contendo a codificação destas duas hierarquias			Hierarquias de Horton e Ottocodificação implementadas		
10. Elaboração da interface para montagem de modelos hidrológicos	4	Relatório contendo a interface elaborada			Interface para montagem de modelos hidrológicos projetada		



1.5.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre																				
	2019		2020		2021		2022		2023												
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2											
1. Estudo das ferramentas computacionais que farão parte do desenvolvimento do TerraHidro	█																				
1.1 – Estudo da biblioteca geográfica TerraLib	█																				
1.2- Estudo do ambiente de desenvolvimento do TerraHidro	█																				
1.3- Estudo de ferramentas para criação de interfaces	█																				
1.4 - Ambiente de desenvolvimento de software montado e com um programa inicial simples executado	█																				
2. Elaboração da proposta da interface multifunção, juntamente com os outros membros da equipe deste projeto		█																			
2.1 – Identificação dos relacionamentos entre funções		█																			
2.2- Relatório contendo a estrutura da interface multifunções		█																			
3. . Implementação computacional da interface multifunções			█	█																	
3.1 – Implementação da interface multifunções			█	█																	
3.2- Teste para verificação de cada função implementada				█																	
4. Testes de validação desta interface				█																	



1.5.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
1. Interface multifunções implementada formando a base do novo sistema TerraHidro	1	* Relatório contendo a descrição da interface implementada, destacando seu contexto e as formas de execução para cada função	Produção de uma interface multifunção para o sistema TerraHidro					
2. Sistema TerraHidro com metadados e histórico de processamento	2	* Relatório descrevendo os metadados suportados pelo TerraHidro. * Relatório descrevendo a forma de armazenamento de execuções do TerraHidro	Inserção de metadados e histórico de funções no sistema TerraHidro					
3. Sistema TerraHidro com hierarquias de Horton e Ottocodificação	3	* Relatório contendo a descrição da hierarquia de Horton e Ottocodificação desenvolvida.		Hierarquias de Horton e Ottocodificação implementadas no sistema TerraHidro				
4. Projeto de Interface para modelos hidrológicos	4	* Relatório contendo a interface para tratamento de modelos hidrológicos em grade regular			Interface projetada			



1.5.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
1. Aumento do número de usuários que utilizarão o sistema TerraHidro	1,2,3,4	* Número de universidades que passarão a utilizar o sistema TerraHidro	Nova interface	Metadados e histórico de execuções	Hierarquia de Horton e Ottocodificação		
2. Divulgação direcionada do sistema TerraHidro	1,2,3,4	* Ida a universidades para ministrar cursos rápidos do TerraHidro * Visitas técnicas à Agência Nacional de Águas (ANA)	2 universidades visitadas 2 visitas à ANA	2 universidades visitadas 2 visitas à ANA	1 universidade visita 1 visita à ANA		



1.5.8 - Recursos Solicitados

1.5.8.1 - Custeio:

Custeio	Valor (R\$)
Diárias	10.560,00
Passagens	11.040,00
Total (R\$)	21.600,00

1.5.8.2 - Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00	36	1	149.760,00
	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\$)					149.760,00

Equipe do Projeto

Sergio Rosim - INPE

João Ricardo de Freitas Oliveira - Aposentado

Henrique Rennó – Doutorando INPE

Camilo Daleles Rennó - INPE

Laércio Massaru Namikawa - INPE

Cláudia Funi – IEPA - AP

Alexandre Copertino Jardim - CEMADEN



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

Subprojeto 1.6: Mapeamento e Quantificação de Área de perda florestal por corte seletivo na Amazônia

1.6.1 – Introdução

Este subprojeto consta no Projeto 1, Pesquisa e Desenvolvidos com Base em Dados de Sensoriamento Remoto Aplicados à Caracterização e Monitoramento de Ecossistemas do Território Nacional, do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE.

Considerando as significantes emissões resultantes de processos de degradação florestal no Bioma Amazônia, o Brasil sinalizou na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), na submissão do FREL (Forest Reference Emission Level) do Bioma Amazônia, em junho de 2014, que a atividade “redução de emissões por degradação florestal” seria considerada em uma futura submissão, juntamente com a referência nacional de emissões por desmatamento. O estabelecimento de níveis de referência de emissão de CO₂ possibilita que o país possa pleitear junto a UNFCCC, o pagamento pela redução das emissões por desmatamento e degradação florestal, por meio do REDD+, um instrumento desenvolvido no âmbito da UNFCCC para recompensar financeiramente países em desenvolvimento, por seus resultados relacionados com a redução da emissão de gases de efeito estufa associados à perda da cobertura florestal. Um dos processos mais relevantes associado à degradação florestal no bioma Amazônia é o corte seletivo de madeira, além da queima de biomassa florestal. Entretanto, atualmente não há uma base de dados temporais de corte seletivo para o Bioma Amazônia, que possa ser utilizada diretamente em modelos de estimativa de emissão de CO₂. Os dados existentes de degradação florestal (DETEX, DEGRAD e DETER-B [1]), fornecidos pelo Sistema de Monitoramento de Floresta do INPE não fazem distinção nas áreas mapeadas como floresta degradada, entre cobertura florestal e solo exposto, que representam feições relativas ao corte seletivo (pátios e trilhas), impossibilitando estimar de forma precisa a perda de biomassa e, conseqüentemente, a emissão de CO₂. Para suprir essa lacuna, esse projeto consiste no desenvolvimento de metodologia para mapeamento, de forma semiautomática, e quantificação de áreas de corte seletivo com imagens Landsat, para subsidiar o cálculo de emissões líquidas de CO₂ do Bioma Amazônia, em base anual, para os períodos de 2005 a 2022. A metodologia a ser desenvolvida será adaptada dos procedimentos estabelecidos por Pinheiro et al., 2016 [2] e Capanema et al, 2018 [3]. Será utilizada uma grade celular para contabilização das áreas indicativas de perda florestal cujo tamanho (500 X 500 m) é definido de acordo com o tamanho médio (380 m²) e distância (400 m) dos pátios de estocagem de madeira, e de referências da literatura (Sabogal et al., 2000[4]; Pantoja et al., 2011[5]; Pinheiro et al., 2016[2]; Grecchi et al., 2017[6]). Áreas de corte seletivo em áreas manejadas e em florestas públicas não são computadas no cálculo de emissão para fins de REDD+, porém, quando há ocorrência de atividade de exploração de madeira em mais de um ano no mesmo local, esta se configura como atividade irregular que deve ser contabilizada, por



não obedecer ao ciclo de corte estabelecido em planos de manejo de, em média, 28 anos. Essas áreas serão identificadas e avaliadas com relação à frequência da atividade de corte seletivo. A metodologia será aplicada à áreas piloto e avaliada com dados de referência, obtidos em campo e em imagens de resolução espacial mais alta que a do sensor utilizado no mapeamento de corte seletivo. Em seguida a metodologia será expandida para todo o Bioma Amazônia. Como resultado, espera-se que as informações geradas possam ser incorporadas diretamente nos modelos de emissão, subsidiando futuras estimativas a serem submetidas pelo FREL do Bioma Amazônia.

1.6.2 - Objetivo Geral

Produzir estimativas completas do processo de desflorestamento da Amazônia Brasileira, com metodologias, prazos e detalhamento adequados à formulação de políticas públicas para a região (objetivo 2 do Projeto 1);

Objetivo Específico 1:

Desenvolver um conjunto de procedimentos metodológicos para o mapeamento e refinamento de dados de corte seletivo, em base anual e de forma semi-automática e operacional para o Bioma Amazônia, com o uso de imagens Landsat e de dados de degradação florestal do sistema de Monitoramento da Floresta Amazônica por Satélite do INPE, entre eles, o DEGRAD, o DETEX e o DETER-B.

Objetivo Específico 2:

Coletar, organizar e avaliar uma base de dados de áreas florestais sob manejo em florestas públicas federais e em planos de manejo certificados, de responsabilidade dos Estados. Essa distinção é necessária, pois as atividades de corte seletivo desenvolvidas em áreas de Plano de Manejo Florestal Sustentável não são contabilizadas para fins de REDD+.

Objetivo Específico 3:

Analisar a frequência do corte seletivo para verificar as dinâmicas dessa atividade, sua adequação às normas estabelecidas em áreas de manejo e aspectos relativos à regeneração florestal.



Objetivo Específico 4:

Estimar a área de perda florestal por corte seletivo para o Bioma Amazônia para o período de 2005 à 2021.

1.6.3 - Insumos

1.6.3.1 – Custeio

Finalidades:

1. Visita à Secretaria de Meio Ambiente do Estado do MT em Cuiabá para coleta de dados de Áreas de Plano de Manejo
2. Visita à Secretaria de Meio Ambiente do Estado do PA e outras Instituições para coleta de dados de Áreas de Plano de Manejo
3. Trabalho de Campo - PA
4. Reunião técnica em Brasília para coleta de dados de Florestas Públicas Junto ao Serviço Florestal Brasileiro
5. Visita à Secretaria de Meio Ambiente do Estado de RO em Porto Velho para coleta de dados de Áreas de Plano de Manejo
6. Trabalho de Campo - MT
7. Visita à Secretaria de Meio Ambiente do Estado de AM em Manaus para coleta de dados de Áreas de Plano de Manejo
8. Visita à Secretaria de Meio Ambiente do Estado de AP em Macapá para coleta de dados de Áreas de Plano de Manejo

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Finalidade 1 (2019)	2 Diárias	640,00
Finalidade 1 (2019)	1 Passagem	1200,00
Finalidade 2 (2019)	2 Diárias	640,00
Finalidade 2 (2019)	1 Passagem	1500,00
Finalidade 3 (2019)	5 Diárias	1600,00
Finalidade 3 (2019)	1 Passagem	1620,00
Finalidade 4 (2020)	2 Diárias	640,00
Finalidade 4 (2020)	1 Passagem	1000,00
Finalidade 5 (2020)	2 Diárias	640,00
Finalidade 5 (2020)	1 Passagem	1000,00



Finalidade 6 (2020)	8 diárias	2560,00
Finalidade 6 (2020)	1 Passagem	1360,00
Finalidade 7 (2021)	4 Diárias	1280,00
Finalidade 7 (2021)	1 Passagem	1680,00
Finalidade 3 (2021)	8 Diárias	2560,00
Finalidade 3 (2021)	1 Passagem	1680,00
Finalidade 8 (2022)	5 diárias	1600,00
Finalidade 8 (2022)	1 Passagem	1680,00
Finalidade 6 (2022)	8 diárias	2560,00
Finalidade 6 (2022)	1 Passagem	1360,00
Finalidade 3 (2023)	8 Diárias	2560,00
Finalidade 3 (2023)	1 Passagem	1680,00
Finalidade 4 (2023)	3 Diárias	960,00
Finalidade 4 (2023)	2 Passagens	2000,00

1.6.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
1.6.1	Formação em Engenharia Florestal, 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.	Desejável experiência de programação em R e/ou Python	1, 2, 3 e 4	D-B	60	1



1.6.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
1. Desenvolvimento de metodologia para classificação anual semiautomática de solo exposto em áreas testes de corte seletivo com imagens Landsat	1	1 Relatório 1 Artigo Científico	Estabelecer procedimentos metodológicos para mapeamento de corte seletivo e apresentar resultados da classificação nas áreas teste para o período em questão					
2. Desenvolvimento de metodologia para refinamento dos dados de degradação florestal do Degrad, Detex e Deter-B em área teste, para obtenção de dados ocorrência de corte seletivo	1	1 Relatório	Estabelecer procedimentos metodológicos para mapeamento de corte seletivo e apresentação de resultados em áreas teste para o período em questão					



3. Organização, avaliação e integração das bases de dados das áreas de manejo e das florestas públicas	2	1 Relatório 1 Mapa com a integração dos dados de áreas de manejo florestal dos estados e florestas públicas até 2019	Criar banco de dados integrado de florestas públicas e áreas de plano de manejo florestal dos estados com dados atualizados até 2019				
4. Classificação anual de corte seletivo no período de 2007 a 2018 com dados do Degrad, Detex e DeterB e geração de mapa de grade celular de 500X500 m para estimar proporção de corte seletivo do Bioma Amazônia	1	1 Relatório Nº de Mapas anuais de corte seletivo para o período de 2007 e 2018		Produzir mapas anuais de corte seletivo para os anos de 2007 a 2018 e estimativas de área de corte seletivo para o Bioma Amazônia			
5. Classificação anual de corte seletivo no período de 2005 a 2006 e geração de mapa de grade celular de 500X500 m para estimar proporção de área de corte seletivo do Bioma Amazônia	1	1 Relatório 2 mapas de corte seletivo para 2005 e 2006		Produzir mapas de corte seletivo para os anos de 2005 e 2006 com cálculo de área a partir de estimativas com a grade celular			
6. Cruzamento das bases de dados das áreas de manejo e florestas públicas com os dados de corte seletivo do período de 2005 a 2018	1	1 Relatório apresentando estimativa das áreas de perda de floresta dentro e fora de áreas manejadas 1 artigo científico			Estimar área de perda florestal dentro e fora de áreas de manejo para o Bioma Amazônia no período de 2005 a 2018		



7. Análise da frequência anual de corte seletivo dentro e fora de áreas de plano de manejo e florestas públicas para o período de 2005 a 2018	3	1 Relatório apresentando estimativa das áreas de perda de floresta dentro e fora de áreas manejadas do período de 2005 a 2018 1 artigo científico			Estimar área de perda florestal dentro e fora de áreas de manejo 2005 a 2018 de acordo com critérios estabelecidos no REDD+, incluindo áreas manejadas de forma irregular		
8. Classificação anual de corte seletivo no período de 2019 a 2021 e geração de mapa de grade celular de 500X500 m estimar proporção de corte seletivo do Bioma Amazônia	1	1 Relatório Nº de mapas de corte seletivo				Produzir mapas de corte seletivo para os anos de 2019 a 2021 com cálculo de área a partir de estimativa com a grade celular	
9. Atualização das bases de dados das áreas de manejo e das florestas públicas até 2021	2	Relatório apresentando o status Banco de dados e avaliação das áreas de manejo e florestas públicas				Atualizar banco de dados integrado de florestas públicas e áreas de plano de manejo florestal dos estados com dados atualizados até 2021	



10. Análise da frequência anual de corte seletivo dentro e fora de áreas de plano de manejo e florestas públicas para o período de 2019 a 2021	3	1 Relatório apresentando estimativa das áreas de perda de floresta dentro e fora de áreas manejadas do período de 2019 a 2021 1 artigo científico					Estimar área de perda florestal dentro e fora de áreas de manejo 2019 a 2021 de acordo com critérios estabelecidos no REDD+ incluindo áreas manejadas de forma irregular
11. Cruzamento das bases de dados das áreas de manejo e florestas públicas com os dados de corte seletivo para o período de 2019 a 2021 para o Bioma Amazônia	1	1 Relatório apresentando estimativa das áreas de perda de floresta dentro e fora de áreas manejadas 1 artigo científico					Estimar área de perda florestal dentro e fora de áreas de manejo para o período de 2019 a 2021
12. Integração dos resultados do período de 2005 a 2021 para o Bioma Amazônia	4	1 Relatório final com os principais resultados e análises do corte seletivo entre 2005 e 2021 1 Artigo científico apresentando os resultados finais					Gerar diagnóstico sobre perda florestal por atividades de corte seletivo para o período de 2005 a 2021, integrando todos os resultados obtidos durante o projeto



1.6.5 – Cronograma de Atividades

As atividades enumeradas no cronograma abaixo correspondem às atividades listadas a seguir:

1. Desenvolvimento de metodologia para classificação anual semiautomática de solo exposto em áreas testes de corte seletivo com imagens Landsat;
2. Desenvolvimento de metodologia para refinamento dos dados de degradação florestal do Degrad, Detex e Deter-B em área teste, para obtenção de dados ocorrência de corte seletivo;
3. Organização, avaliação e integração das bases de dados das áreas de manejo e das florestas públicas;
4. Classificação anual de corte seletivo no período de 2007 à 2018 com dados do Degrad, Detex e DeterB e geração de mapa de grade celular de 500X500 m para estimar proporção de corte seletivo do Bioma Amazônia;
5. Classificação anual de corte seletivo no período de 2005 à 2006 e geração de mapa de grade celular de 500 X 500 m para estimar proporção de área de corte seletivo do Bioma Amazônia;
6. Cruzamento das bases de dados das áreas de manejo e florestas públicas com os dados de corte seletivo do período de 2005 à 2018;
7. Análise da frequência anual de corte seletivo dentro e fora de áreas de plano de manejo e florestas públicas para o período de 2005 à 2018;
8. Classificação anual de corte seletivo no período de 2019 à 2021 e geração de mapa de grade celular de 500X500 m estimar proporção de corte seletivo do Bioma Amazônia;
9. Atualização das bases de dados das áreas de manejo e das florestas públicas até 2021;
10. Análise da frequência anual de corte seletivo dentro e fora de áreas de plano de manejo e florestas públicas para o período de 2019 à 2021;
11. Cruzamento das bases de dados das áreas de manejo e florestas públicas com os dados de corte seletivo para o período de 2019 à 2021 para ao Bioma Amazônia;
12. Integração dos resultados do período de 2005 à 2021 para o Bioma Amazônia.

Atividades	Semestre										
	2019		2020		2021		2022		2023		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
Atividade 1											
Atividade 2											
Atividade 3											
Atividade 4											
Atividade 5											
Atividade 6											
Atividade 7											



Atividade 8												
Atividade 9												
Atividade 10												
Atividade 11												
Atividade 12												

1.6.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
1. Publicação de documentos com descrição da metodologia desenvolvida para o mapeamento semiautomático de corte seletivo e avaliação de resultados obtidos em áreas teste	1	Nº de Relatórios técnicos com avaliação dos resultados obtidos em área teste. Nº de Artigos científicos submetidos	Produção de relatórios e submissão de 1 artigo científico com a metodologia desenvolvida para o mapeamento de corte seletivo e resultados das áreas teste					



2. Produção de Mapas anuais de perda florestal por corte seletivo de 2005 à 2021	1 e 4	<p>Nº de mapas anuais de corte seletivo para a Amazônia Legal</p> <p>Nº de Artigos científicos submetidos</p> <p>Nº de relatórios técnicos produzidos</p>		Produção de mapas anuais de área de perda florestal por corte seletivo do período de 2007 a 2018 e estimativas de área anual de perda florestal.	Produção de mapas anuais de área de perda florestal por corte seletivo do período de 2005 e 2006 e estimativas de área anual de perda florestal. Produção de um artigo científico com resultados de 2005 a 2018	Produção de mapas anuais de área de perda florestal por corte seletivo do período de 2019 a 2021 e estimativas de área anual de perda florestal.	<p>Integração e divulgação de mapas e estimativas anuais de área de perda florestal do período de 2005 a 2021</p> <p>Produção de um artigo científico com resultados de 2005 a 2021</p>
3. Banco de dados das áreas de manejo e das florestas públicas	2	<p>Nº de Relatórios técnicos apresentando o status do banco de dados</p> <p>Banco de dados de áreas de manejo florestal</p>	Produção de relatório com a descrição dos dados inseridos no banco de dados de áreas de manejo florestal criadas até 2018.			Produção de relatório com a descrição dos dados inseridos no banco de dados de áreas de manejo florestal criadas até 2021	
6. Produção de Mapas de frequência de perda florestal em áreas de corte seletivo, dentro e fora de áreas manejadas	3	<p>Nº de Relatórios técnico apresentando a frequência da perda florestal dentro e fora de áreas manejadas.</p> <p>Artigo Científico</p>			Produção de relatório com Estimativa de área de perda florestal dentro e fora de áreas de manejo 2005 a 2018		Produção de relatório com Estimativa de área de perda florestal dentro e fora de áreas de manejo 2019 a 2021



7. Publicação de documentos de divulgação do resultado da integração dos dados de perda florestal por corte seletivo produzidos no período de 2005 a 2021	4	1 Relatório síntese e 1 Artigo Científico					Submissão de artigo científico com resultados das estimativas de perda florestal e do mapeamento de 2005 a 2021 Produção de um relatório síntese.
---	---	---	--	--	--	--	--

1.6.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Inclusão de procedimentos operacionais e semiautomáticos para a classificação e estimativa de área de corte seletivo nos sistemas de monitoramento de floresta do INPE	1	Relatório e artigo científico descrevendo metodologia	Subsidiar o desenvolvimento de procedimentos operacionais para mapeamento de área de corte seletivo pelo Degrad e DeterB		,			
Disponibilização de dados multitemporais de área de corte seletivo do Bioma Amazônia para serem utilizados em políticas públicas (REDD+), e em modelos de emissão de gases de efeito estufa para o período de 2005 a 2021.	1	Nº de citações Inserção de resultados em modelos de emissão e em relatórios como o Frel_degrad		Subsidiar a elaboração de documento sobre nível de referência nacional de emissões por degradação florestal (FRELdegrad) a ser agregado à referência nacional de emissões por desmatamento				Subsidiar a elaboração de documento sobre nível de referência nacional de emissões por degradação florestal (FRELdegrad) a ser agregado à referência nacional de emissões por desmatamento



Integração e disponibilização de uma base de dados relativas às áreas de plano de manejo dos estados e das florestas públicas federais	2	Nº de downloads		Disponibilizar no site do INPE dados de floresta pública e planos de manejo dos estados da Amazônia criados até 2019		Disponibilizar no site INPE dos dados de floresta pública e planos de manejo dos estados da Amazônia criados até 2021	,
Avaliação diagnóstica das atividades de corte seletivo nas áreas de plano de manejo florestal nos estados e das Floresta Pública da Amazônia	3	Relatório e artigo científico			Divulgação de resultados de frequência de corte seletivo nas em áreas de manejo, apontando áreas de exploração irregular para avaliação das políticas de criação dessas unidades e fiscalização	Divulgação de resultados de frequência de corte seletivo nas em áreas de manejo, apontando áreas de exploração irregular para avaliação das políticas de criação dessas unidades e fiscalização	
Diagnóstico das atividades de corte seletivo do Bioma Amazônia no período de 2005 a 2021.	5	Relatório e artigo científico			,		Divulgação de resultados de todo o período analisado para subsidiar avaliações de políticas públicas relacionadas com atividades de exploração madeireira.



1.6.8 - Recursos Solicitados

1.6.8.1 – Custeio:

Custeio	Valor (R\$)
Diárias	18.240,00
Passagens	17.760,00
Total (R\$)	36.000,00

1.6.8.2 - Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00	60	1	249.600,00
	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\$)					249.600,00

Equipe do Projeto

Maria Isabel Sobral Escada

Luis Eduardo Maurano

Antônio Miguel Vieira Monteiro

Anielli Rosane de Souza

Vinicius do Prado Capanema



Mariane Souza Reis

Danilo Avancine Rodrigues

Danielle Silva de Paula

Mateus Macul

Referências Bibliográficas

[1] INPE. Monitoramento da cobertura florestal da Amazônia por satélites: Sistemas PRODES, DETER, DEGRAD e QUEIMADAS 2007-2008. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2008. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/prodes/Relatorio_Prodes2008.pdf>. Acesso: Jan. 2019.

[2] Pinheiro, T F, M. I. S. Escada, D. M. Valeriano, P Hostert, F Gollnow, and H Müller. 2016. "Forest Degradation Associated with Logging Frontier Expansion in the Amazon: The BR-163 Region in Southwestern Pará, Brazil." *Earth Interactions* 20 (17): 1–26.

[3] Capanema, V. P.; Pinheiro, T. F., Escada, M.I.S., Sant'Anna, S. J. S. Mapeamento de padrões de intensidade da degradação florestal: estudo de caso na região de Sinop, Mato Grosso. *Rev. Bras. de Cartografia*, vol. 70, n. 1, janeiro/março, 2018. pp. 199-225.

[4] Sabogal, C.; Mecedo, J. N. S., Zweede J.; Pereira Júnior R.; Barreto P.; Guerreiro C. A. 2000. "Diretrizes Técnicas Para a Exploração de Impacto Reduzido Em Operações Florestais de Terra Firme Na Amazônia Brasileira." Embrapa Amazônia Oriental-Documentos (INFOTECA-E). Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2000.

[5] Pantoja, Nara Vidal, D. M. Valeriano, and João Viane Soares. 2011. "Uso de Dados Da câMera HRC/CBERS-2B Para Estudos Em Áreas de Exploração Madeireira Por Corte Seletivo." In XV Simp. Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2700–2707. Curitiba - PR: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

[6] Grecchi, R. C., Beuchle R., Shimabukuro Y. E., Aragão L. E.O.C., Arai E., Simonetti D., and Achard F. 2017. "An Integrated Remote Sensing and GIS Approach for Monitoring Areas Affected by Selective Logging: A Case Study in Northern Mato Grosso, Brazilian Amazon." *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 61 (September): 70–80. doi:10.1016/j.jag.2017.05.001.



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

Subprojeto 1.7: Impacto das Mudanças Climáticas na Conectividade das Unidades de Conservação Marinhas.

1.7.1 – Introdução

As projeções de emissões futuras de gases do efeito estufa feitas pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças do Clima (IPCC, em inglês) para o fim do século XXI, estimam que ocorra um aquecimento da água superficial e a acidificação dos oceanos globais, com consequências incertas para a produtividade e a biodiversidade (Reid et al., 2009, Philippart et al., 2011; Howard et al., 2013). As projeções do sistema climático são feitas através de modelos baseados em cenários de forçantes antropogênicos. O 5º Relatório de Avaliação - AR5 (o AR6 será publicado em breve) do IPCC contou com a contribuição de diversos modelos climáticos globais que simularam diferentes cenários para o clima passado, presente e futuro. No AR5 foi introduzido o conceito de RCPs (Representative Concentration Pathways) que, pela primeira vez, incluiu cenários que exploram as abordagens de mitigação das mudanças climáticas, ao contrário dos cenários tradicionais de emissão do Special Report on Emissions Scenarios (SRES), que não consideravam políticas climáticas (IPCC, 2013). Os RCPs fornecem informações sobre as possíveis trajetórias de desenvolvimento dos principais agentes forçantes das mudanças climáticas (Van Vuuren et al., 2011).

Em resposta à demanda urgente por um diagnóstico regional das consequências das mudanças climáticas (MCs), o relatório da Rede Clima/Subrede Zonas costeiras (da qual o proponente é membro e co-autor do Cap.10), publicado em 2017 (Copertino et al., 2017), identificou a necessidade de investigar os possíveis impactos das MCs sobre a conectividade demográfica das Unidades de Conservação Marinhas (UCs) na Zona Econômica Exclusiva Brasileira. Esta demanda está claramente indicada na Convenção da Biodiversidade Biológica e das metas para a Biodiversidade de Aichi (CDB, 2011). O detalhamento dos impactos das MCs sobre a conectividade demográfica pode ser feito com base em experimentos de regionalização dos processos hidrodinâmicos. Os resultados desta regionalização podem ser utilizados como condições de inicialização e forçamento de modelos biológicos que ajudarão a diagnosticar os impactos dos estados futuros dos oceanos sobre os organismos marinhos. A conectividade entre UCs é pré-condição para o cumprimento do seu papel no aumento da resiliência das populações marinhas através do intercâmbio de larvas entre as áreas protegidas, reduzindo os riscos de extinção local.

A Divisão de Sensoriamento Remoto vem realizando nos últimos 10 anos pesquisas no Atlântico Tropical utilizando dados de satélite, modelos hidrodinâmicos (Regional Ocean Model System; Shchepetkin e McWilliams, 2005), biológicos (Ichthyop; Lett et al., 2008) e computação de alto desempenho, para responder a questões relacionadas à pesca (Gigliotti et al., 2010; Dias et al., 2014, Gouveia et al., 2017), aos impactos das MCs nos ecossistemas marinhos (Soares et al., 2014) e à

conectividade marinha (Rudorff et al., 2009a, b; D'Agostini et al., 2015). Esta última, foco da presente proposta, iniciou-se com a investigação das condições de circulação geostrofica determinantes para a conectividade das áreas de desova de três espécies de lagostas espinhosas comercialmente capturadas na costa do Brasil (*Panulirus argus*, *P. laevicauda* e *P. echinatus*) (Rudorff et al., 2009a). Segundo simulações de um modelo advectivo-difusivo utilizando dados de altimetria por satélite, os estoques da costa nordeste do Brasil podem receber aporte de larvas provenientes das ilhas oceânicas (Atol das Rocas, Arquipélagos de Fernando de Noronha e São Pedro e São Paulo). É também possível que as ilhas mais isoladas do Atlântico (p.ex. Ascensão) sirvam de trampolins ecológicos entre os continentes Africano e Sul-Americano. Isto ficou evidente nas simulações realizadas em períodos de forte El Niño no Pacífico, quando ocorreu a máxima distância de dispersão zonal das larvas de lagosta em direção ao nordeste do Brasil e às ilhas oceânicas (Rudorff et al., 2009b).

Recentemente, mostrou-se a importância da atividade de mesoescala e da energia cinética total sobre a conectividade das unidades de conservação do Banco dos Abrolhos e Royal Charlotte (D'Agostini et al., 2015). O impacto destes processos sobre a conservação da biodiversidade está ligado à relação significativa entre o recrutamento de peixes recifais (nesse caso, o badejo do gênero *Mycteroperca*) e o padrão de circulação regional. De fato, estudos sobre a circulação na região adjacente à ilha de Trindade e ao Arquipélago de Martim Vaz, localizadas na porção oriental da Cadeia Vitória-Trindade, apontam para a existência de vórtices ciclônicos semi-permanentes como, por exemplo, o Vórtice de Vitória (Schmid et al., 1995; Arruda et al., 2013), que além de modificarem a dinâmica local podem influenciar a produtividade planctônica e os padrões de dispersão e retenção de ovos e larvas de organismos do zooplâncton em regiões oceânicas (Labat et al., 2009).

A seguir, será detalhada a proposta de regionalização de cenários futuros do IPCC (CMIP5 e 6) para o oceano Atlântico tropical e de simulação da conectividade demográfica marinha das unidades de conservação contendo recifes, com base em dois grupos funcionais: peixes recifais e corais (espécies-alvo). Este subprojeto consta no Projeto 1 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE.

1.7.2 - Objetivo Geral

O objetivo geral do estudo é determinar a conectividade demográfica atual e em cenários de mudanças climáticas (MCs) das unidades de conservação marinhas (UCs) localizadas ao longo da plataforma continental norte e leste do Brasil e das ilhas oceânicas utilizando modelagem biofísica.

Objetivo Específico 1: determinar a conectividade das populações de peixes recifais e corais nas UCs, sua variabilidade sazonal e interanual, no cenário atual (2008-2015);

Objetivo Específico 2: determinar a conectividade das populações de peixes recifais e corais nas UCs, sua variabilidade sazonal e interanual, no cenário futuro de MC com base no RCP8.5 (2092-2100);



Objetivo Específico 3: determinar os efeitos das MCs sobre o regime reprodutivo sazonal dos peixes recifais e corais e a conectividade das UCs, com base na comparação do cenário atual com o RCP8.5 (2092-2100);

Objetivo Específico 4: analisar a efetividade das UCs localizadas na plataforma continental e nas ilhas oceânicas para a manutenção da conectividade das populações de peixes recifais e corais com base nos cálculos de recrutamento e auto-recrutamento e considerando a sua variabilidade sazonal e interanual.

1.7.3 - Insumos

1.7.3.1 – Custeio

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Visita ao Laboratório de Oceanografia Física Estuarina e Costeira (LOFEC/UFPE) (2020)	06 diárias @ R\$ 320,00	R\$ 1.920,00
Visita ao Laboratório de Oceanografia Física Estuarina e Costeira (LOFEC/UFPE) (2020)	03 passagens SP/REC/SP @ R\$ 1.200,00	R\$ 3.600,00
Visita ao Laboratório de Métodos Computacionais em Engenharia (LAMCE/COPPE/UFRJ)	03 diárias @ R\$ 320,00	R\$960,00
Visita ao Laboratório de Métodos Computacionais em Engenharia (LAMCE/COPPE/UFRJ)	01 passagem SJK/SDU/SJK	R\$ 650,00

1.7.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
1.7.1	Formação em Oceanografia, Engenharia	Experiência em oceanografia,	1	D-B	60	1



	Ambiental, Agronomia, Biologia 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.	modelagem numérica				
--	--	--------------------	--	--	--	--

1.7.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Configuração e simulações do modelo oceânico - clima atual	1	Obtenção dos campos oceânicos – clima atual	X				
Validação do modelo oceânico com dados de sensoriamento remoto	1	Valores das Métricas de erro e viés		X			
Configuração do modelo de dispersão/peixes - clima atual	1	Obtenção dos cenários de dispersão de partículas - clima atual		X			
Configuração do modelo dispersão/corais - clima atual	1	Obtenção dos cenários de dispersão de partículas - clima atual		X			



Configuração do modelo oceânico - clima futuro	2	Obtenção dos campos oceânicos – clima futuro			X		
Configuração do modelo de dispersão/peixes - clima futuro	2	Obtenção dos cenários de dispersão de partículas - clima futuro			X		
Redigir artigos científicos	1	Diferenças entre a circulação no cenário climático presente e futuro			X		
Análises estatísticas comparando as conectividades das UCS: presente vs. futuro	3	Diagnóstico dos efeitos das MCs sobre a mortalidade das espécies-alvo				X	
Redigir artigos científicos	3	Conectividade entre as UCs e a manutenção da biodiversidade das espécies-alvo				X	
Cálculo das métricas de recrutamento e auto-recrutamento nas UCs	4	Diagnóstico dos efeitos das MCs sobre a conectividade das UCs					X
Redigir artigos científicos	1-2	Efeitos das MCs sobre a efetividade das UCs em manter a biodiversidade				X	
Redigir artigos científicos e relatório final	3-4	Proposta de ajustes do desenho atual das UCs em resposta às MCs					X



1.7.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre									
	2019		2020		2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1. Pré-processamento dos dados de forçamento atmosférico e contorno oceânico	X	X								
2. Confeção das grades numéricas e interpolação das condições iniciais e de contorno	X	X								
3. Execução dos experimentos hidrodinâmicos cenário presente	X	X								
Pré-processamento dos dados de satélite e comparação com o modelo			X							
Execução dos experimentos hidrodinâmicos no cenário futuro					X	X				
Execução dos experimentos biofísicos presente			X	X						
Execução dos experimentos biofísicos futuro					X	X				
Análise integrada clima-oceano-ecossistema marinho							X	X		
Proposta de alternativas de distribuição de UCs e estratégias de proteção									X	X
Confeção de artigos científicos dos objetivos 1 e 2					X	X				
Confeção de artigos científicos dos objetivos 3 e 4									X	X
Confeção do relatório final										X

1.7.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Campos oceânicos – clima atual	1	Mapas de variáveis oceânicas de superfície e perfis de sub-superfície	X				
Padrões de dispersão de partículas – clima atual	1	Mapas e métricas tabeladas de dispersão de partículas		X			
Campos oceânicos – clima futuro	2	Mapas de variáveis oceânicas de superfície e perfis de sub-superfície			X		
Padrões de dispersão de partículas – clima futuro	2	Mapas e métricas tabeladas de dispersão de partículas			X		
Diagnóstico do impacto das MCs sobre a dispersão das espécies-alvo	3	Identificação das UCs suscetíveis a riscos de redução da biodiversidade pelo isolamento				X	
Diagnóstico do desempenho das UCs na manutenção das populações de espécies-alvo	4	Mapa com proposta de um novo desenho de UCs que maximize a conectividade das populações de peixes recifais					X
Publicação dos resultados	1-2	02 artigos científicos			X		
Publicação dos resultados	3-4	03 artigos científicos					X



1.7.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Regionalização da circulação oceânica no cenário presente e futuro	1-2	Mapas de médias mensais e anuais de variáveis oceânicas	X	X			
Campos de dispersão de partículas no cenário presente e futuro	1-2	Mapas de dispersão de partículas	X	X	X		
Determinação da conectividade das UCs no cenário presente e futuro	3	Matrizes e diagramas de probabilidade de transição e publicação de artigos científicos				X	
Determinação da efetividade das UCs no cenário presente e futuro	4	Proposta de sistemas de UCs alternativos mais eficientes e publicação de artigos científicos.					X

1.7.8 - Recursos Solicitados

1.7.8.1 - Custeio:

Custeio	Valor (R\$)
Diárias	R\$ 2.880,00
Passagens	R\$ 4.250,00
Total (R\$)	R\$ 7.130,00



1.7.8.2 - Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00	60	01	249.600,00
	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\$)					249.600,00

Equipe do Projeto

Pesquisador	Instituição	Formação/Atuação profissional	Atividade
Douglas Francisco Marcolino Gherardi	INPE	Possui graduação em Oceanologia pela Fundação Universidade Federal do Rio Grande (1986) e doutorado em Geologia Sedimentar pelo <i>Royal Holloway University of London</i> (1996). Atualmente é pesquisador da Divisão de Sensoriamento Remoto do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) desenvolvendo pesquisa em aplicação de dados de sensoriamento remoto nas áreas de gerenciamento costeiro, modelagem ecológica e oceanografia pesqueira.	Coordenador, Modelagem Biofísica
Luciano Ponzi Pezzi	INPE	Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq, nível 2. Possui graduação em Meteorologia pela Universidade Federal de Pelotas (1989), mestrado em Sensoriamento Remoto pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1993) e doutorado em Oceanografia Física - <i>University of Southampton - School of Ocean and Earth Sciences</i> (2003). Atualmente é Pesquisador Titular, ligado a Coordenação-Geral de Observação da Terra (OBT) do Instituto Nacional	Modelagem hidrodinâmica, interação oceano-atmosfera



		de Pesquisas Espaciais (INPE). Tem experiência nas áreas de Interação Oceano-Atmosfera, Previsão Sazonal Climática, Estudos observacionais e numéricos do Clima, Oceanografia Tropical e do Oceano Atlântico Sul.	
Carlos Eduardo Leite Ferreira	UFF	PGraduado em Ciências Biológicas pela Universidade Santa Úrsula (1988), com mestrado e doutorado em Ecologia e Recursos Naturais pela Universidade Federal de São Carlos (1993-1998).	Ecologia de peixes recifais
Luiz Paulo de Freitas Assad	COPPE/UFRJ	Doutor em Ciências em Engenharia Civil pela COPPE/UFRJ (2006), possui mestrado pela USP e graduação em Oceanografia pela UERJ. Atualmente é pesquisador e coordenador técnico do Núcleo de Modelagem Ambiental (NUMA) do Laboratório de Métodos Computacionais em Engenharia (LAMCE). Tem experiência na área de Oceanografia Física, com ênfase em modelagem oceânica computacional, atuando principalmente nos seguintes temas: modelagem computacional oceânica global e regional, processos de interação oceano-atmosfera, modelagem computacional de dispersão de poluentes e caracterização e análise de dados meteorológicos e oceanográficos.	Modelagem Hidrodinâmica
Mainara Biazati Gouveia	INPE	Possui graduação em Matemática pelo Centro Universitário de Várzea Grande (2005), graduação em Licenciatura Plena em Física pela Universidade Federal de Mato Grosso (2010) e mestrado em Sensoriamento Remoto pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2015).	Modelagem Biofísica
Clarissa Endo	INPE	Possui graduação em Oceanografia pelo Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (USP) e foi aprovada no processo de seleção para o mestrado em Sensoriamento Remoto no INPE. Possui experiência em biologia de populações e parceria internacional com a Universidade de Southampton, UK.	Modelagem Hidrodinâmica
Luciana Lima	INPE	Engenheira hidróloga pela Universidade Federal de Pelotas e mestranda da Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto do INPE	Modelagem Biofísica

Referências Bibliográficas

CDB (2011). Quick guides to the Aichi Biodiversity targets. Preprint at <http://www.cbd.int/nbsap/training/quick-guides/>.

Copertino, M.S., Garcia, C.A., Turra, A., Ciotti, A.M., Gherardi, D.F.M., Denadai, M.R., Moller, O., Raggi, P., Horta, P.A., Kikuchi, R.P.K., Ghisolfi, R., Klein, A.F., Siegle, E., Sousa, P.H.G.O., Lana, P.C. (2017).



- Zonas Costeiras. In: Nobre, C. e Marengo, J.A. (Org.). *Mudanças Climáticas em Rede – um olhar interdisciplinar* Contribuições do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Mudanças Climáticas, Canal 6 (ed.), Bauru, pp. 307-366.
- D'Agostini, A., Gherardi, D.F.M., Pezzi, L.P. (2015). Connectivity of Marine Protected Areas and Its Relation with Total Kinetic Energy, *PLoS ONE*, 10 (10): e0139601.
doi:10.1371/journal.pone.0139601.
- Dias, D.F., Pezzi, L.P., Gherardi, D.F.M., et al. (2014). Modeling the spawning strategies and larval survival of the Brazilian Sardine (*Sardinella brasiliensis*), *Progress in Oceanography*, 123, 38-53.
- Gigliotti, E.S., Gherardi, D.F.M., Paes, E.T., Souza, R.B., Katsuragawa, M., 2010. Spatial analysis of egg distribution and geographic changes in the spawning habitat of the Brazilian sardine *Sardinella brasiliensis*. *Journal of Fish Biology* 77, 2248-2267.
- Gouveia M.B., Gherardi D.F.M., Lentini C.A.D., Dias D.F., Campos P.C. (2017). Do the Brazilian sardine commercial landings respond to local ocean circulation? *PLoS ONE* 12(5): e0176808.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176808>.
- Howard, J., Babij, E., Griffis, R., et al. (2013). Oceans and marine resources in a changing climate, *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 51, 71-192.
- IPCC, 2013, *Climate Change (2013). The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC, Geneva, Suíça.
- Labat, J.P., Gasparini, S., Mousseau, L., et al. (2009). Mesoscale distribution of zooplankton biomass in the Northeast Atlantic Ocean determined with an optical plankton counter: relationships with environmental structures, *Deep-Sea Research Part I*, 56, 1742-56.
- Lett, C., Verley, P., Mullon, C., et al. (2008). A Lagrangian tool for modelling ichthyoplankton dynamics, *Environmental Modelling & Software*, 23, 1210-1214.
- Philippart, C.J.M., Anadón, R., Danovaro, R., et al. (2011). Impacts of climate change on European marine ecosystems: observations, expectations and indicators, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 400, 52-69.
- Reid, P.C., Fischer, A.C., Lewis-Brown, E., et al. (2009). Impacts of the oceans on climate change, *Advances in Marine Biology*, 56, 1-150.
- Rudorff, C.A.G., Lorenzetti, J.A., Gherardi, D.F.M., Lins-Oliveira, J.E. (2009a). Modeling spiny lobster larval dispersion in the Tropical Atlantic, *Fisheries Research*, 96, 206-215,
doi:10.1016/j.fishres.2008.11.005.
- Rudorff, C. A. G., Lorenzetti, J. A., Gherardi, D. F. M., Lins-Oliveira, J.E. (2009b). Application of remote sensing to the study of the pelagic spiny lobster larval transport in the Tropical Atlantic. *Brazilian Journal of Oceanography*, 57, 7-16.
- Shchepetkin, A.F., McWilliams, J.C. (2005). The regional oceanic modeling system (ROMS): a split-explicit, free-surface, topography-following-coordinate oceanic model, *Ocean Modelling*, 9, 347-404.
- Soares, H.C., Gherardi, D.F.M., Pezzi, L.P., et al. (2014). Patterns of interannual climate variability in large marine ecosystems, *Journal of Marine Systems*, 134, 57-68.
- Van Vuuren, D.P., Edmonds, J., Kainuma, M., et al. (2011). The representative concentration pathways: an overview, *Climatic Change*, 109, 5-31.



Projeto 2 : CENTRO DE RASTREIO E CONTROLE DE SATÉLITES

Subprojeto 2.1: Pesquisa de metodologias de determinação de órbita a partir de dados de GPS

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 444327/2018-5, disponível no site do INPE na web.

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

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

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

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

2.1.2 - Objetivo Geral

O objetivo geral é a participação em projetos de pesquisa e desenvolvimento em dinâmica de voo de veículos espaciais para auxiliar a preparação do Sistema de Dinâmica de Voo do COCRC/INPE para atender aos requisitos impostos para o



controle dos próximos satélites do INPE, CBERS 04A e Amazônia 1, com lançamentos previstos para o final de 2019 e meados de 2020, respectivamente e para desenvolver um protótipo de sistema de determinação de órbita a partir de dados GPS, com forte possibilidade de utilização futura no INPE.

Objetivos Específicos:

- 1) Desenvolvimento de um procedimento de automatização das atividades de Dinâmica de Voo para o Amazonia 1;
- 2) Desenvolvimento de um protótipo de sistema de software para determinação de órbita via GPS, de satélites de observação da Terra;

2.1.3 - Insumos

2.1.3.1 – Bolsa

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
2.1.1	Formação em Engenharia Mecânica, Engenharia Aeronáutica, Física, Astronomia ou áreas afins, com 10 (dez) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação, após a obtenção do diploma de nível superior, ou com título de doutor há, no mínimo, 2 (dois) anos, ou ainda, com grau de mestre há, no mínimo, 6 (seis) anos.	Conhecimento de análise de dados de GPS e dinâmica orbital	1 e 2	D-A	60	1



2.1.4 - Atividades de Execução

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

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Estudar a documentação técnica e a operação do Sistema de Dinâmica de Voo do COCRC.	1	Estudo realizado	X					
Pesquisar técnicas de automatização do Sistema de Dinâmica de Voo do COCRC.	1	Estudo realizado	X					
Participar da criação dos ambientes operacionais de Dinâmica de Voo para o controle do CBERS 04A e do Amazonia 1.	1	Participação realizada	X	X				
Desenvolver um procedimento de automatização das atividades de Dinâmica de Voo para o Amazonia 1.	1	Procedimento desenvolvido	X	X				
Implantar o procedimento de automatização para uso no controle do Amazonia 1.	1	Procedimento em utilização		X				



Realizar estudo teórico e pesquisar metodologias de determinação de órbita a partir de dados GPS.	2	Pesquisa realizada		X	X		
Desenvolver a modelagem de um procedimento para determinação de órbita a partir de dados gerados por receptor GPS embarcado.	2	Modelagem desenvolvida			X		
Desenvolver um protótipo de sistema de software para determinação de órbita via GPS, de satélites de observação da Terra	2	Protótipo desenvolvido			X	X	
Realizar testes funcionais do protótipo desenvolvido, utilizando dados reais do receptor GPS instalado em um satélite da série CBERS e do Amazonia 1.	2	Protótipo em testado				X	X
Confeccionar relatório técnico do projeto.	1 e 2	Relatório confeccionado					X

2.1.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre										
	2019		2020		2021		2022		2023		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
Estudar a documentação técnica e a operação do Sistema de Dinâmica de Voo do COCRC.											
Pesquisar técnicas de automatização do Sistema de Dinâmica de Voo do COCRC.											
Participar da criação dos ambientes operacionais de Dinâmica de Voo para o controle do CBERS 04A e Amazonia 1.											
Desenvolver um procedimento de automatização das atividades de Dinâmica de Voo para o Amazonia 1.											
Implantar o procedimento de automatização para uso no controle do Amazonia 1.											
Realizar estudo teórico e pesquisar metodologias de determinação de órbita a partir de dados GPS.											
Desenvolver a modelagem de um procedimento para determinação de órbita a partir de dados gerados por receptor GPS embarcado.											
Desenvolver um protótipo de sistema de software para determinação de órbita via GPS, de satélites de baixa altitude.											
Realizar testes funcionais do protótipo desenvolvido, utilizando dados reais do receptor GPS de um satélite da série CBERS e do Amazonia 1.											



2.1.7 – Resultados Esperados

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Procedimento de automatização das atividades de Dinâmica de Voo para o Amazonia 1	1	Procedimento em utilização	Desenvolvimento do procedimento.	Implantação do procedimento no controle do Amazonia 1.			
Protótipo de sistema de software para determinação de órbita via GPS, de satélites de baixa altitude	2	Protótipo desenvolvido		Realizar estudo teórico.	-Finalizar estudo teórico; -Finalizar a modelagem de procedimento para determinação de órbita via GPS; -Iniciar o desenvolvimento de um protótipo de sistema de software para determinação de órbita via GPS.	-Finalizar a modelagem procedimento para determinação de órbita via GPS;	-Finalizar o desenvolvimento de um protótipo de sistema de software para determinação de órbita via GPS; -Finalizar a confecção de relatório técnico.

2.1.8 - Recursos Solicitados

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00	60	1	312.000,00
	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\$)					312.000,00

Equipe do Projeto

Jun Tominaga

Roberto Luiz Galski

Valcir Orlando (Supervisor)

Referências Bibliográficas

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



Projeto 2: CENTRO DE RASTREIO E CONTROLE DE SATÉLITES

Subprojeto 2.2: Pesquisa e desenvolvimento de um Sistema de Comunicação via Software entre o Centro de Controle de Satélites (CCS) e as estações terrena de Cuiabá e Alcântara.

2.2.1 – Introdução

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

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

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

A infraestrutura de rastreamento e controle de satélites de baixa altitude (até 2000 km) do COCRC/INPE deve ser continuamente preservada e atualizada. As atividades de rastreamento e controle de veículos espaciais são imprescindíveis para que os dados gerados por estes veículos possam ser utilizados adequadamente, levando à sociedade importantes benefícios nas áreas de monitoramento ambiental, meteorologia, oceanologia, agricultura, geologia, hidrologia, desenvolvimento tecnológico, telecomunicações, navegação, localização, estudo da atmosfera, estudo de mudanças climáticas, clima espacial, química da atmosfera, entre outras. Para manter suas atividades atuais e futuras de controle de veículos espaciais em nível tecnológico compatível com outros centros internacionais similares, o COCRC mantém um processo contínuo de pesquisa e desenvolvimento em atualização tecnológica de sistemas de controle de satélites (hardware, software aplicativo de tempo real e de dinâmica 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 pesquisa e desenvolvimento de um Sistema de Comunicação via Software entre o Centro de Controle de Satélites (CCS) e as estações terrena de Cuiabá e Alcântara.



2.2.2 - Objetivo Geral

O objetivo geral deste subprojeto é implementar um Sistema de Comunicação via Software entre o Centro de Controle de Satélites (CCS) e as estações terrena de Cuiabá e Alcântara. Este sistema será denominado daqui para frente de INTERCOM.

Objetivos Específicos:

- 1) Pesquisar ferramentas de software que podem ser utilizadas na comunicação remota entre o CCS e as estações terrenas de Cuiabá e Alcântara.
- 2) Desenvolver um sistema via software de comunicação entre os operadores do COCRC.

2.2.3 - Insumos

2.2.3.1 – Bolsa

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
2.2.1	Formação em Ciências da Computação, Engenharia de Software, Tecnologia de Processamento de Dados 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.	Análise de Sistemas	1,2	D-C	60	1

2.2.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Implementação de um sistema de comunicação privado entre operadores do COCRC.	1,2	Sistema de Comunicação – INTERCOM desenvolvido	Pesquisa de ferramentas de software utilizadas na comunicação. Desenvolvimento de um protótipo do sistema de comunicação	Implantação do Sistema INTERCOM.	Integração do sistema INTERCOM com aplicativos de controle de satélites do COCRC	Utilização do sistema INTERCOM com aplicativos de recuperação e atualização de mídias	Pesquisa de novas tecnologias para comunicação entre operadores

2.2.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre									
	2019		2020		2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Pesquisar de ferramentas de software utilizadas na comunicação e desenvolver um protótipo do sistema INTERCOM	■	■								
Implantar o sistema de INTERCOM no CCS e nas estações de Cuiabá e Alcantara			■	■						
Integrar o sistema INTERCOM com os aplicativos de controle de satélites do COCRC					■	■				
Utilizar o sistema INTERCOM com aplicativos de recuperação e atualização de mídias							■	■		
Pesquisar e novas tecnologias para comunicação entre operadores e propor melhorias no sistema INTERCOM									■	■



2.2.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Sistema INTERCOM	1,2	Sistema INTERCOM criado	Pesquisa de ferramentas de software utilizadas na comunicação e desenvolvimento de um protótipo do sistema INTERCOM.	Testar e implantar o sistema INTERCOM	Integrar o sistema INTERCOM com os aplicativos de controle de satélites do COCRC	Recuperar dados das estações via o sistema INTERCOM	Pesquisar e novas tecnologias para comunicação entre operadores e propor melhorias no sistema INTERCOM

2.2.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Aplicação do sistema INTERCOM nas missões controladas pelo COCRC	1,2	Sistema INTERCOM instalado	Relatório com possíveis ferramentas e linguagens de programação que podem ser utilizadas no desenvolvimento do INTERCOM. Criação de um protótipo do sistema INTERCOM	Aplicação de um protótipo do sistema INTERCOM nas missões SCD1, SCD2 e CBERS4.	Utilização/ treinamento do sistema INTERCOM na missão Amazonia 1	Aplicação do sistema INTERCOM na distribuição dos dados manipulados pelo COCRC	Estudo de novas tecnologias que possam ser aplicadas ao sistema INTERCOM



2.2.8 - Recursos Solicitados

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00			
	C	3.380,00	60	1	202.800,00
	D	2.860,00			
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					202.800,00

Equipe do Projeto

Andréa Nogueira Peña Durán

[Geraldo Jose De Souza](#) (Supervisor)

Mauricio Gonçalves Vieira Ferreira

Referências Bibliográficas

[1]Pádua, W, P. F. “Engenharia de Software”. Fundamentos, métodos e padrões. Editora: LCT, 2010

[2]Booch, G; Rumbaugh, J. ; Jacobson, I.” UML -Guia do usuário”. Editira Campus. Segunda edição 2005.

[3]Cay S. ; Horstmann; Gary Cornell “ Core Java – Volume I – Fundamentals”. Sun Microsystems Press. 1999

[4]Cay S. ; Horstmann; Gary Cornell “ Core Java – Volume I – Fundamentals”. Sun Microsystems Press. 1999

[5] Deitel, H. M.; Deitel, P. J. “Java como programar”. Editora Bookman 2000



PROJETO 3: INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

Subprojeto 3.1: VALORAÇÃO EM INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

3.1.1 – Introdução

A Emenda Constitucional nº 85, de 26 de fevereiro de 2015, evidencia explicitamente na Constituição Federal o esforço estratégico para impulsionar a ciência, tecnologia e inovação no País. Em seu artigo 218, a Constituição passou a estabelecer que o Estado promoverá e incentivará o desenvolvimento científico, a pesquisa, a capacitação científica e tecnológica e a inovação. Nos artigos 219 e 219A estabelece que o Estado estimulará a formação e o fortalecimento da inovação nas empresas e nos demais entes públicos ou privados, bem como a criação, absorção, difusão e transferência de tecnologia, e que a União, os Estados, o DF e os Municípios poderão firmar instrumentos de cooperação com órgãos e entidades públicos e privados para a execução de projetos de pesquisa, de desenvolvimento científico e tecnológico e de inovação. Em atendimento a essa premissa constitucional foi editada a Lei nº 13.243/2016, que estabeleceu o novo Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação.

A Missão do INPE, conforme estabelecida em seu Plano Diretor, é "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".

O Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE) define como ações estratégicas de apoio à indústria: organizar e fortalecer a cadeia produtiva da indústria espacial; dominar as tecnologias críticas necessárias ao nosso desenvolvimento; ampliar o mercado de produtos e serviços espaciais; incrementar a participação em projetos de cooperação internacional.

Dessa forma, o INPE necessita organizar seus esforços para participar do processo de inovação observando o novo Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação, regulamentado pela sanção do decreto 9283/2018. Em especial, este decreto prevê em seu capítulo III ações relacionadas à formulação da Política de Inovação da ICT.

3.1.2 - Objetivo Geral:

Desenvolver e implementar metodologia para valoração em inovação tecnológica, visando processos de transferência para a sociedade.

Objetivo Específico 1: Estabelecer diretrizes, critérios e procedimentos para a valoração de custos, os valores de serviços a serem prestados, o compartilhamento da infraestrutura e a transferência de tecnologia desenvolvida ou a ser adquirida pelo INPE para melhor explorar os ativos intelectuais da instituição. Para atingir ao OE1 serão realizadas as seguintes atividades:

- Estruturar a área de valoração e transferência de tecnologia.



- Estabelecer metodologia de valoração de custos e valores de serviços a serem prestados.
- Elaboração de critérios e diretrizes para a valoração da tecnologia.

3.1.3 - Insumos

3.1.3.1 – Custeio

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Participação de servidores na Conferência Anpei de Inovação Tecnológica	10 diárias	3.200,00
Participação de servidores na Conferência Anpei de Inovação Tecnológica	5 passagens	5.000,00
Participação de servidores no Encontro Anual FORTEC	10 diárias	3.200,00
Participação de servidores no Encontro Anual FORTEC	5 passagens	5.000,00

3.1.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
3.1.1	Formação em Ciências Exatas, Engenharia, Ciências Sociais Aplicadas 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.	Conhecimento das normas de propriedade intelectual, estimativa de custo de projetos	1	D-C	60	1



3.1.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
1 - Elaboração de critérios e diretrizes para a valoração de tecnologias, serviços e infraestrutura	1	Documento contendo os critérios e diretrizes para valoração.	1.1 Subsídios à elaboração dos Processos de valoração de tecnologia	1.2 Processos de valoração de tecnologia elaborados			
2 – Avaliação, revisão e validação dos processos de valoração de tecnologia implementados	1	Processos de valoração de tecnologia implementados e validados		2.1 Processos de valoração de tecnologia implementados	2.2 Avaliação de processos de valoração de tecnologia	2.3 Revisão de processos de valoração de tecnologia	2.4 Validação processos de valoração de tecnologia



3.1.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre									
	2019		2020		2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Atividade 1.1	■	■								
Atividade 1.2			■	■						
Atividade 2.1			■	■						
Atividade 2.2					■	■				
Atividade 2.3							■	■		
Atividade 2.4									■	■

3.1.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Documento contendo os critérios e diretrizes para valoração de tecnologias	1	Processo de valoração de tecnologia implementados e validados	1	1	1	1	1

3.1.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Aumento no número de Tecnologias, serviços e nichos de infraestrutura valorados	1	Nº de tecnologias, serviços e nichos de infraestrutura valorados	1	2	3	5	10

3.1.8 – Recursos Solicitados

3.1.8.1 – Custeio

Custeio	Valor (R\$)
Diárias	6.400,00
Passagens	10.000,00
Total (R\$)	16.400,00

3.1.8.2 – Bolsas:



PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00			
	C	3.380,00	60	1	202.800,00
	D	2.860,00			
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					202.800,00

3.1.9 – Equipe do Projeto

Milton de Freitas Chagas Junior
Gabriel Torres De Jesus
Guilherme Sydow Nunes Bueno Brandão
João Ávila
Karina Pimenta Guedes Rabbath
Rutilene Farto Pereira
Marcos Dias da Silva
Lilian Perez de Andrade

3.1.10 - Referências Bibliográficas

- Emenda Constitucional nº 85, de 26 de Fevereiro de 2015;
- Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004;
- Lei nº 13.243, de 11 de Janeiro de 2016;
- Decreto nº 9.283, de 7 de Fevereiro de 2018;
- Portaria MCTI nº 251, de 12 de Março de 2014;
- Plano Diretor 2016-2019 / Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, 2016;
- Programa Nacional de Atividades Espaciais : PNAE : 2012 - 2021 / Agência Espacial Brasileira. Brasília, Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2012;
- Estratégia Nacional de Ciência, tecnologia e Inovação / Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, 2017.



PROJETO 3: INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

Subprojeto 3.2: PROSPECÇÃO EM INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

3.2.1 – Introdução

A Emenda Constitucional nº 85, de 26 de fevereiro de 2015, evidencia explicitamente na Constituição Federal o esforço estratégico para impulsionar a ciência, tecnologia e inovação no País. Em seu artigo 218, a Constituição passou a estabelecer que o Estado promoverá e incentivará o desenvolvimento científico, a pesquisa, a capacitação científica e tecnológica e a inovação. Nos artigos 219 e 219A estabelece que o Estado estimulará a formação e o fortalecimento da inovação nas empresas e nos demais entes públicos ou privados, bem como a criação, absorção, difusão e transferência de tecnologia, e que a União, os Estados, o DF e os Municípios poderão firmar instrumentos de cooperação com órgãos e entidades públicos e privados para a execução de projetos de pesquisa, de desenvolvimento científico e tecnológico e de inovação. Em atendimento a essa premissa constitucional foi editada a Lei nº 13.243/2016, que estabeleceu o novo Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação.

A Missão do INPE, conforme estabelecida em seu Plano Diretor, é "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".

O Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE) define como ações estratégicas de apoio à indústria: organizar e fortalecer a cadeia produtiva da indústria espacial; dominar as tecnologias críticas necessárias ao nosso desenvolvimento; ampliar o mercado de produtos e serviços espaciais; incrementar a participação em projetos de cooperação internacional.

A Lei de Inovação atribui às ICTs a avaliação e a proteção da propriedade intelectual, a prospecção tecnológica, a valoração e a transferência de tecnologias, e a promoção e o acompanhamento da interação das ICTs com empresas.

O novo Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação propicia uma gama de facilidades para estimular o relacionamento entre as ICTs e as empresas. Observados os instrumentos jurídicos adequados e as devidas contrapartidas, as ICTs poderão realizar projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação em conjunto; compartilhar seus laboratórios e infraestrutura com empresas; permitir o uso, pelas empresas, da sua infraestrutura e do seu capital intelectual em projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação; celebrar contratos de transferência de tecnologia e de licenciamento; prestar serviços técnicos especializados; obter ou ceder direito de uso de propriedade intelectual, realizar encomendas para o desenvolvimento de produtos de alta complexidade e com risco tecnológico; dentre outras possibilidades de relacionamento com as empresas.



Portanto, espera-se com este projeto estabelecer normas internas ao INPE para a aplicação do novo Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação nas atividades desenvolvidas pelo INPE, visando melhor promover a inovação, observando as especificidades da área espacial e suas aplicações.

O MCTIC montou um grupo de trabalho para atualizar a Portaria MCTI nº 251, de 12 de Março de 2014, que estabelece as “Diretrizes para a Gestão da Política de Inovação das Unidades de Pesquisa do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação – MCTI”. Esta portaria é muito importante para homogeneizar os procedimentos nas várias Unidades de Pesquisa do Ministério e, assim, aumentar a segurança jurídica na aplicação da lei e indicar as expectativas ministeriais acerca das atividades desenvolvidas pelas Unidades de Pesquisa. Assim, este projeto também visa participar da atualização da Portaria 251, observando as diretrizes emanadas por ela para a elaboração de nossas normas internas, alinhadas às expectativas ministeriais.

Dessa forma, o INPE necessita organizar seus esforços para participar do processo de inovação observando o novo Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação, regulamentado pela sanção do decreto 9283/2018. Em especial, este decreto prevê em seu capítulo III ações relacionadas à formulação da Política de Inovação da ICT.

3.2.2 - Objetivo Geral:

Estudo do novo Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação e de sua regulamentação, elaboração e implementação das normas e processos internos para operacionalizar a execução de ações de inovação por parte do Instituto junto às empresas parceiras.

Objetivo Específico 1: Estabelecer procedimentos no INPE para a prospecção tecnológica e avaliar a implementação de um sistema de inovação aberta, buscando competências junto a outras ICTs e/ou empresas que possam colaborar no desenvolvimento de produtos e processos que venham atender às necessidades tecnológicas do setor espacial brasileiro. Para atingir ao OE1 será realizada a seguinte atividade:

- Realizar levantamento interno e a elaborar um cadastro de tecnologias necessárias para o INPE.
- Fazer um levantamento externo e elaborar um cadastro de competências e tecnologias disponíveis em ICTs e empresas parceiras, ou que poderão vir a ser parceiras.



3.2.3 - Insumos

3.2.3.1 – Custeio

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Participação de servidores na Conferência Anpei de Inovação Tecnológica	10 diárias	3.200,00
Participação de servidores na Conferência Anpei de Inovação Tecnológica	5 passagens	5.000,00
Participação de servidores no Encontro Anual FORTEC	10 diárias	3.200,00
Participação de servidores no Encontro Anual FORTEC	5 passagens	5.000,00

3.2.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
3.2.1	Formação em Ciências Exatas, Engenharias, Ciências Sociais Aplicadas 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.	Conhecimento das normas de propriedade intelectual	1	D-B	60	1



3.2.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
1 - Levantamento e elaboração de cadastros de tecnologias críticas necessárias ao INPE	1	Cadastro de tecnologias necessárias ao INPE	1.1 Identificação de tecnologias críticas junto às áreas do INPE	1.2 Elaboração do cadastro de tecnologias necessárias ao INPE			
2 - Levantamento e elaboração de cadastros de tecnologias e competências em Empresas e ICTs em empresas parceiras e potenciais parceiras	1	Cadastro de tecnologias e competências externas disponíveis		2.1 Prospecção de tecnologias e competências em empresas e ICTs	2.2 Elaboração do cadastro de empresas e ICTs com tecnologias e competências de interesse do INPE		
3 - Implementação de um sistema de inovação aberta utilizando os mecanismos de subvenção econômica, bônus e encomenda tecnológicos	1	Mecanismos de estímulo à inovação implementados junto a empresas e ICTs			3.1 Implementação de mecanismos de estímulo à inovação junto a empresas e ICTs		



Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
4 – Avaliação, revisão e validação de mecanismos de estímulo à inovação implementados junto a empresas e ICTs	1	Mecanismos de estímulo à inovação junto a empresas e ICTs implementados e validados			4.1 Avaliação dos mecanismos de estímulo à inovação implementados junto a ICTs e empresas	4.2 Revisão dos mecanismos de estímulo à inovação implementados junto a ICTs e empresas	4.3 Validação dos mecanismos de estímulo à inovação implementados junto a ICTs e empresas



3.2.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre									
	2019		2020		2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Atividade 1.1	■	■								
Atividade 1.2			■	■						
Atividade 2.1			■	■						
Atividade 2.2					■	■				
Atividade 3.1					■	■				
Atividade 4.1					■	■				
Atividade 4.2							■	■		
Atividade 4.3									■	■

3.2.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Cadastro de tecnologias necessárias ao INPE	1	Cadastro de tecnologias críticas elaborado	1	1			
Cadastro de tecnologias e competências externas de interesse do INPE	1	Cadastro de tecnologias e competências externas elaborado		1	1		
Mecanismos de apoio à inovação nas empresas e ICTs	1	Mecanismos implementados e validados			3	3	3



3.2.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Tecnologias necessárias ao INPE especificadas e cadastradas	1	Nº de Tecnologias novas cadastradas	1	3	5	10	15
Cadastro de tecnologias e competências externas de interesse do INPE	1	Nº de Tecnologias novas cadastradas		2	4	8	12
Mecanismos de estímulo à inovação junto a empresas e ICTs implementados e validados	1	Nº de subvenções, bônus e encomendas tecnológicas contratadas			1	2	4

3.2.8 – Recursos Solicitados

3.2.8.1 – Custeio

Custeio	Valor (R\$)
Diárias	6.400,00
Passagens	10.000,00
Total (R\$)	16.400,00

3.2.8.2 – Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00	60	1	249.600,00
	D	2.860,00			
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					249.600,00



3.2.9 – Equipe do Projeto

Milton de Freitas Chagas Junior
Gabriel Torres De Jesus
Guilherme Sydow Nunes Bueno Brandão
João Ávila
Karina Pimenta Guedes Rabbath
Rutilene Farto Pereira
Marcos Dias da Silva
Lilian Perez de Andrade

3.2.10 - Referências Bibliográficas

- Emenda Constitucional nº 85, de 26 de Fevereiro de 2015;
- Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004;
- Lei nº 13.243, de 11 de Janeiro de 2016;
- Decreto nº 9.283, de 7 de Fevereiro de 2018;
- Portaria MCTI nº 251, de 12 de Março de 2014;
- Plano Diretor 2016-2019 / Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, 2016;
- Programa Nacional de Atividades Espaciais : PNAE : 2012 - 2021 / Agência Espacial Brasileira. Brasília, Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2012;
- Estratégia Nacional de Ciência, tecnologia e Inovação / Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, 2017.



Projeto 4: Projeto de Desenvolvimento e de Pesquisa dos Laboratórios Associados

Subprojeto 4.1: Aprendizado de máquina com agentes em bancos de dados adaptativos para dados espaciais

4.1.1 – Introdução

Este subprojeto consta no Projeto 4 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE.

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais cria, coleta, armazena, processa e disponibiliza uma enorme variedade e quantidade de dados ambientais e espaciais, relacionados às suas missões e áreas de atuação. Estes dados são representados de formas tão distintas quanto suas aplicações: séries temporais, sinais, imagens e mesmo combinações como cubos de dados.

A coleta e armazenamento de dados de observações ou simulações é um passo importante para o estudo e compreensão dos fenômenos monitorados ou simulados, mas outro passo importante frequentemente se torna necessário: a análise destes dados para extração de conhecimento e descoberta de padrões sobre os fenômenos.

Em geral, sistemas de análise de dados que fazem parte de pesquisas científicas específicas são implementados como arquiteturas ad hoc: desenvolvidos para atender requisitos daquela pesquisa e com pouca replicabilidade para outras áreas e domínios, o que aumenta o esforço para desenvolvimento de novas aplicações em outros domínios.

O objetivo deste projeto é propor, aplicar e avaliar novas técnicas de processamento de dados e desenvolvimento de aplicações para analisar dados coletados por missões e projetos do INPE. As quatro técnicas sendo consideradas são:

- 1) Modelagem de dados com bancos de dados adaptativos. Estes modelos adaptativos permitem que uma mesma base de dados seja acessível de diversas formas, com diferentes paradigmas de Bancos de Dados (documentos, transacionais, colunas, atributo-relação, etc.). Modelos adaptativos podem facilitar o desenvolvimento de aplicações que usam acesso intensivo aos dados.
- 2) Aplicação dos conceitos de *data science* para implementação de algoritmos de análise de dados. Estes conceitos sugerem formas de replicar experimentos e criar rapidamente novas formas de análise dos dados armazenados e explorar técnicas de análise exploratória de dados.



- 3) Avaliação e aplicação de novos algoritmos e técnicas de mineração de dados e *machine learning*, como *deep learning*, redes neurais híbridas e outros, aos dados considerados em cada prototipação.
- 4) Avaliação e melhorias no software desenvolvido usando técnicas de testes de software.

As técnicas serão pesquisadas, documentadas e aplicadas a vários domínios de atuação do INPE, como Astrofísica, Geofísica, Sensoriamento Remoto e Meteorologia.

4.1.2 - Objetivo Geral

O objetivo geral deste projeto é 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.

Objetivo Específico 1: Desenvolver e implementar métodos baseados em Inteligência Computacional (incluindo novas tecnologias de *Machine Learning*), usando paradigmas de Ciência dos Dados, para minerar dados obtidos de plataformas de coleta de dados diversos, relacionados com áreas de atuação do INPE (Geofísica, Meteorologia, Astrofísica, Ciência do Sistema Terrestre).

4.1.3 - Insumos

4.1.3.1 – Custeio

Não existe previsão de custeio para este projeto.

4.1.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
4.1.1	Formação em Matemática, Estatística, Física, Meteorologia, Ciência ou Engenharia da	Com experiência em desenvolvimento e implementação de sistemas cliente/servidor na web com bancos de dados e	1	D-A	60	1



	<p>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.</p>	<p>conhecimentos intermediários em inglês</p>				
--	---	---	--	--	--	--

4.1.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
<p>1) Levantamento de dados coletados por plataformas de observação da Terra, do Espaço e do Meio Interplanetário para identificação de candidatos potenciais para aplicação dos algoritmos de mineração de dados; criação de catálogo de dados e metadados.</p>	1	% execução	100%				



2) Organização dos dados em base própria ou criação de interfaces com bases já existentes; entrega de base de dados adequada para pesquisa e independente das bases de dados originais (para evitar poluição dos dados originais e de produção).	1	% execução		100%			
3) Estudo das técnicas modernas de <i>Machine Learning</i> (em particular <i>Deep Learning</i>) e aplicabilidade aos dados levantados; desenvolvimento de protótipos para avaliação;	1	% execução			100%		
4) Implementação dos protótipos como algoritmos em produção nos sistemas de coleta e análise de dados da Terra e do Espaço.	1	% execução				100%	
5) Avaliação de resultados, validação com especialistas das áreas de domínio e publicação de relatórios e procedimentos; criação de produtos de dados a partir dos resultados da mineração;	1	% execução					100%

4.1.5 – Cronograma de Atividades

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



Atividade 3					X	X				
Atividade 4							X	X		
Atividade 5									X	X

4.1.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Aplicações de mineração de dados em Geofísica ou Astrofísica	1	Número de Aplicações Funcionais		1			
Aplicações de mineração de dados em Sensoriamento Remoto ou Meteorologia		Número de Aplicações Funcionais				1	
Palestra/Minicurso em Escola de Verão do LABAC, Workshop, Congresso ou Seminário, incluindo a participação de servidores do INPE	1	Número de palestras ou minicursos		1	1	1	1
Artigos publicados em congressos e/ou revistas	1	Número de Artigos		1	1	1	1
Relatórios com Documentação de Software, Infraestrutura ou Experiências em Desenvolvimento	1	Número de Relatórios	1	2	1	2	1



4.1.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Implementação de algoritmos de mineração de dados aplicados a dados de observação da Terra e do Espaço, documentados.	1	Ferramenta Desenvolvida		1		1	
Publicações relacionadas com o processo de mineração de dados e com aplicações dos produtos de dados derivados	1	Publicações	1	2	1	2	1
Formação de estudantes nas áreas meio e fim do projeto (através de treinamentos, preparo de material para cursos relacionados com os temas de pesquisa e desenvolvimento, etc.)	1	Formação de Estudantes			1		1



4.1.8 - Recursos Solicitados

Custeio:

Não existe previsão de custeio para este projeto.

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00	60	1	312.000,00
	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\$)					312.000,00

Equipe do Projeto

-Rafael Duarte Coelho dos Santos (Tecnologista/INPE):

<http://lattes.cnpq.br/0096913881679975>

-Alan James Peixoto Calheiros (Tecnologista/INPE): <http://lattes.cnpq.br/5419406895036725>

-Valdivino Alexandre de Santiago Júnior (Tecnologista/INPE):

<http://lattes.cnpq.br/5039690360728170>

- Bolsista PCI classificado através deste edital



PROJETO 4 – PROJETO DE DESENVOLVIMENTO E DE PESQUISA DOS LABORATÓRIOS ASSOCIADOS

Subprojeto 4.2: Estudo de superfícies e interfaces de materiais para tecnologia espacial e ambiental

4.2.1 – Introdução

Este subprojeto consta no Projeto 4 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5. Disponível na página do INPE.

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, através da aprovação de dois projetos FINEP, tem investido na obtenção e caracterização de materiais com grande potencial para serem aplicados à área aeroespacial. Neste sentido, foram adquiridos equipamentos de última geração objetivando a consolidação de uma linha de pesquisas voltada ao desenvolvimento de materiais aplicados a blindagem eletromagnética e também como absorvedores de radiação eletromagnética. Em paralelo, a área de supercapacitores eletroquímicos ganhou destaque com o desenvolvimento de matrizes carbonosas porosas desenvolvidas dentro do INPE com ênfase na obtenção de eletrodos para supercapacitores. Ademais, matrizes carbonosas ativadas tem grande potencial como absorvedores de materiais pesados podendo ser utilizadas como filtros em plantas industriais minimizando severos impactos ambientais. Cabe destacar a pesquisa e desenvolvimento de materiais aplicados a suportes catalíticos para obtenção de propelentes em parceria com o INPE de Cachoeira Paulista. O objetivo deste projeto é centrado na pesquisa e desenvolvimento de materiais aplicados à área aeroespacial visando aplicações em satélites e dispositivos terrestres. Todo o material oriundo destas pesquisas será documentado através da formação de recursos humanos e artigos publicados em revistas nacionais e internacionais.

4.2.2 - Objetivo Geral

Desenvolvimento de materiais carbonosos e poliméricos na área aeroespacial para dispositivos de conversão de energia e bem como para eletrodos de alta eficiência em sistemas eletroquímicos aplicados na limpeza de águas.



Objetivo Específico 1:

Desenvolvimento de materiais compósitos poliméricos visando o estudo de blindagem eletromagnética e materiais absorvedores de radiação eletromagnética (MARE). Estes materiais serão avaliados nas bandas X, Ku, K e Ka.

Objetivo Específico 2:

Desenvolvimento de materiais compósitos poliméricos aplicados a supercapacitores eletroquímicos visando a obtenção de um dispositivo com alta conversão de energia.

Objetivo Específico 3:

Estudo de diferentes eletrólitos, tais como, iônicos e orgânicos além de aquosos na caracterização de supercapacitores eletroquímicos visando um aumento do potencial destes dispositivos.

Objetivos Específico 4:

Estudo e desenvolvimento de matrizes carbonosas objetivando a limpeza de afluentes reais

Objetivos Específico 5:

Desenvolvimento de materiais alternativos para serem utilizados como suportes catalíticos para obtenção de propelentes aplicados à área aeroespacial



4.2.3 - Insumos

4.2.3.1 – Custeio

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Visita Técnica ou Treinamento	Diárias	3.200,00/ano
Visita Técnica ou Treinamento	Passagens	5.000,00/ano

4.2.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
4.2.1	Formação em Física, Química, Engenharias 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.	Com sólida experiência em técnicas de caracterização tais como: BET, FTIR, XPS, além de Técnicas Eletroquímicas e Caracterizações Eletromagnéticas	1	D-A	60	1

4.2.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
1) Desenvolvimento de materiais poliméricos e carbonosos	1	% execução	50%				
2) Caracterizações morfológicas e estruturais dos materiais (poliméricos e carbonosos)	1	% execução	30 %				
3) Caracterizações Eletromagnéticas Banda X, Ku, K e Ka	1	% execução		20%			
4) Desenvolvimento de materiais poliméricos especificamente aplicados a supercapacitores – Caracterizações morfológicas e estruturais	2	% execução		60 %			
5) Caracterizações eletroquímicas – Voltametria Cíclica e Curvas de carga e descarga	2	% execução		40%			



6) Estudo de diferentes eletrólitos, tais como, iônicos e orgânicos além de aquosos na caracterização de supercapacitores eletroquímicos	3	% execução			100%		
7) Estudo e desenvolvimento de matrizes carbonosas objetivando a limpeza de afluentes reais	4	% execução				100%	
8) Desenvolvimento de materiais alternativos para serem utilizados como suportes catalíticos para obtenção de propelentes aplicados à área aeroespacial	5	% execução					100%

4.2.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre									
	2019		2020		2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Atividade 1	x									
Atividade 2		x								
Atividade 3			x							
Atividade 4			x							
Atividade 5				x						



Atividade 6					x	x				
Atividade 7							x	x		
Atividade 8									x	x

4.2.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Participação em congressos nacionais e internacionais incluindo palestras e minicursos	1,2,3,4 e 5	Número de participações em congressos	2	2	2	2	2
Artigos publicados em congressos e/ou revistas	1,2,3,4 e 5	Número de artigos	2	2	2	2	2
Obtenção de um dispositivo-supercapacitor eletroquímico	2	Produto com possibilidade de geração de patente.			1		



4.2.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Implementação de metodologias na área de caracterização de materiais poliméricos e carbonosos aplicados a área aeroespacial e ambiental	1,2,3,4 e 5	Cursos de Treinamento e relatórios técnicos			1	1	1
Publicações de artigos em revistas nacionais e internacionais	1,2,3,4 e 5	Publicações	2	2	2	2	2

4.2.8 - Recursos Solicitados

4.2.8.1 - Custos:

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Visita Técnica ou Treinamento	Diárias	3.200,00/ano
Visita Técnica ou Treinamento	Passagens	5.000,00/ano
Total (R\$)		8.200,00/ano



4.2.8.2 - Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00	60	1	312.000,00
	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\$)					312.000,00

Equipe do Projeto

Equipe	Área de Experiência
Mauricio Ribeiro Baldan http://lattes.cnpq.br/7595333636841849	Engenharia e Tecnologias Espaciais
Adriana Maria da Silva http://lattes.cnpq.br/6404331228160073	Engenharia e Tecnologias Espaciais
Equipe Bolsistas	Área de Experiência
Aline Fontana Batista http://lattes.cnpq.br/6488620920190054	Engenharia e Tecnologias Espaciais
Ana Paula Silva de Oliveira http://lattes.cnpq.br/4732854614701200	Engenharia e Tecnologias Espaciais
Mariany Ludgero Maia Gomes http://lattes.cnpq.br/3950347307650444	Engenharia e Tecnologias Espaciais



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

SubProjeto 4.3: Desenvolvimento de um Propulsor de Plasma Pulsado para Satélites e Sondas Espaciais

4.3.1 – Introdução

Este subprojeto consta no Projeto 4 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE. Propulsores de plasma pulsado são propulsores elétricos para satélites e sondas espaciais que utilizam forças de origem elétrica para acelerar o propelente a velocidades até dez vezes maiores do que propulsores químicos convencionais e, portanto, podem consumir até dez vezes menos propelente. Isto permite que o veículo seja mais leve, que se carregue mais carga útil ou que o tempo da missão possa ser aumentado ou ainda que o alcance da missão possa ser aumentado. No Brasil, o Laboratório Associado de Combustão e Propulsão (LABCP) do INPE desenvolve pesquisas em propulsão elétrica de plasma pulsado envolvendo protótipos inovadores deste tipo de propulsor (inclusive com patente de um propulsor de dupla descarga), código de simulação numérica da descarga do propulsor, e uma balança de empuxo para medição direta do empuxo com calibração eletrostática. O objetivo deste projeto é o desenvolvimento de um protótipo do propulsor de plasma pulsado de dupla descarga (DD-PPT, alvo da patente), um dispositivo que pretende utilizar com maior eficiência o propelente de um propulsor de plasma pulsado. O desenvolvimento proposto dará seguimento a estudos anteriores nos quais foram i) desenvolvidos mecanismos para a aceleração da ablação tardia (late ablation acceleration), ii) analisados os efeitos da distribuição de energia entre os dois estágios do propulsor, iii) analisadas a variação da eficiência do propulsor em função do formato dos eletrodos secundários e, iv) desenvolvido um instrumento de medição de impulso e empuxo com sensor óptico, calibração eletrostática e freio magnético para propulsores elétricos.

O DD-PPT é um propulsor único que visa aliar a simplicidade do PPT com uma tecnologia que aumenta a sua eficiência. Para isto o DD-PPT emprega duas descargas elétricas consecutivas em dois estágios: um localizado junto ao propelente sólido e outro localizado à jusante, distante do propelente. Entretanto, não se trata da mera colocação de um estágio extra em um PPT, já que vários aspectos devem ser levados em consideração para que se atinja a maior eficiência possível, entre eles, a distribuição de energia entre os estágios, o formato dos eletrodos, as distâncias entre os eletrodos, a interação do plasma com as correntes elétricas do primeiro e do segundo estágio, entre outros aspectos. Este estudo e desenvolvimento é único no mundo.



4.3.2 - Objetivo Geral

O objetivo geral do projeto é o de desenvolver o propulsor de plasma pulsado de dupla descarga para uso em satélites e sondas espaciais.

Objetivo Específico 1: Teste da balança de empuxo em vácuo.

Objetivo Específico 2: Montagem e preparação do propulsor na balança de empuxo na câmara de vácuo, incluindo interfaces elétricas.

Objetivo Específico 3: Testes básicos de funcionamento do propulsor na balança de empuxo em vácuo.

Objetivo Específico 4: Análise e comparação dos parâmetros de desempenho do propulsor em comparação com as estimativas anteriores feitas à partir de medições de corrente elétrica.

Objetivo Específico 5: Obtenção dos parâmetros de desempenho do propulsor, tais como impulso específico, potência, frequência de operação, *impulse bit*, impulso total e empuxo.

4.3.3 - Insumos

4.3.3.1 – Custeio

Não existe previsão de custeio para este projeto.

4.3.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
4.3.1	Formação em Engenharia Elétrica, Mecatrônica, Aeronáutica, Espacial, Astronáutica 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.	Desejável experiência em eletrônica para diagnósticos de sistemas espaciais, controle digital, AutoDesk Inventor, LabView, câmaras de vácuo e alta tensão.	1-5	D-A	60	1

4.3.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Teste de funcionamento da balança de empuxo em Vácuo	1	Balança de empuxo testada em vácuo	X				
Montagem do propulsor na balança de empuxo	2	Propulsor montado na balança de empuxo		X			
Preparação e conexão das interfaces elétricas do propulsor (incluindo sistema de controle)	2	Propulsor conectado ao sistema de potência e ao sistema de controle		X			
Teste de funcionamento do propulsor acoplado à balança	3	Propulsor funcionando na câmara de vácuo montado na balança de empuxo			X		
Análise e comparação dos parâmetros de desempenho do propulsor em vácuo	4	Análise e comparação com estudo experimental anterior concluída				X	
Obtenção experimental de parâmetros otimizados de desempenho	5	Parâmetros otimizados obtidos					X



Preparação de Recomendações para a próxima fase de desenvolvimento	5	Documento com recomendações para a continuação do desenvolvimento do propulsor concluído								X
--	---	--	--	--	--	--	--	--	--	---

4.3.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre										
	2019		2020		2021		2022		2023		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
Teste de funcionamento da balança de empuxo em Vácuo	X	X									
Montagem do propulsor na balança de empuxo			X	X							
Preparação e conexão das interfaces elétricas do propulsor (incluindo sistema de controle)				X							
Teste de funcionamento do propulsor acoplado à balança					X						
Análise e comparação dos parâmetros de desempenho do propulsor em vácuo					X	X					
Obtenção experimental de parâmetros otimizados de desempenho								X	X		
Preparação de Recomendações para a próxima fase de desenvolvimento										X	X



4.3.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Balança de empuxo para operar em vácuo	1	Balança de empuxo testada para operar em vácuo	X				
Interfaces de conexão do propulsor	2	Propulsor conectado ao sistema de potência e controle		X			
Propulsor de Plasma Pulsado com funcionalidade básica	3	Propulsor operando de forma preliminar			X		
Análise de desempenho do propulsor	4	Relatório de Análise de desempenho do propulsor				X	
Determinação dos parâmetros de desempenho otimizados	5	Relatório com os parâmetros otimizados de desempenho do propulsor					X
Recomendações para a próxima fase de desenvolvimento	5	Relatório de recomendações para a continuidade do desenvolvimento					X



Propulsor de Plasma Pulsado caracterizado e otimizado com recomendações para a próxima fase de desenvolvimento	1-5	Propulsor operando em condições otimizadas em vácuo					X
--	-----	---	--	--	--	--	---

4.3.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Balança de empuxo para operar em vácuo	1	Balança de empuxo testada para operar em vácuo	X				
Interfaces de conexão do propulsor	2	Propulsor conectado ao sistema de potência e controle		X			
Propulsor de Plasma Pulsado com funcionalidade básica	3	Propulsor operando de forma preliminar			X		
Análise de desempenho do propulsor	4	Relatório de Análise de desempenho do propulsor				X	
Determinação dos parâmetros de desempenho otimizados	5	Relatório com os parâmetros otimizados de desempenho do propulsor					X



Recomendações para a próxima fase de desenvolvimento	5	Relatório de recomendações para a continuidade do desenvolvimento					X
Propulsor de Plasma Pulsado caracterizado e otimizado com recomendações para a próxima fase de desenvolvimento	1-5	Propulsor operando em condições otimizadas em vácuo					X

4.3.8 – Recursos Solicitados

4.3.8.1 - Custos: não existe previsão de custeio para este projeto.

4.3.8.2 - Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00	60	1	312.000,00
	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\$)					312.000,00



Equipe do Projeto

-Dr. Rodrigo Intini Marques, pesquisador LABCP/INPE

-Bolsista PCI classificado através deste edital

Bibliografia

INTINI MARQUES, R. A mechanism to accelerate the late ablation in pulsed plasma thruster. 192 p. Tese (PhD in Engineering Sciences) — University of Southampton - Faculty of Engineering, Science Mathematics - School of Engineering Sciences, Southampton - UK, 2009.

FIN, P. Influência da Geometria dos Eletrodos Secundários. 2014. 89 p. (sid.inpe.br/mtc- m21b/2014/04.10.16.00-TDI). Dissertação (Mestrado em Engenharia e Tecnologia Espaciais/Combustão e Propulsão) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). São José dos Campos. 2014.

MARIN, L. F. C. Análise do desempenho de um propulsor a plasma pulsado de dupla descarga através da variação da distribuição de energia entre os seus dois estágios. 2014. 131 p. Dissertação (Mestrado em Combustão e Propulsão) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 2014

ANSELMO, M. R. Desenvolvimento de uma balança de empuxo para propulsores elétricos. 2017. 177 p. Dissertação (Mestrado em Combustão e Propulsão) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 2017.

Intini Marques, R.; GABRIEL, S. B. . IMPROVED PULSED PLASMA THRUSTER AND METHOD OF OPERATION THEREOF. 2007, Grã-Bretanha. Patente: Privilégio de Inovação. Número do registro: WO2008/035061, título: "IMPROVED PULSED PLASMA THRUSTER AND METHOD OF OPERATION THEREOF" , Instituição de registro: WIPO - World Intellectual Property Organization. Depósito: 19/09/2007; Depósito PCT: 29/09/2007; Concessão: 27/03/2008. Instituição(ões) financiadora(s): University of Southampton.



Projeto 5: PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM CIÊNCIAS ESPACIAIS E ATMOSFÉRICAS

Subprojeto 5.1: Desenvolvimento e integração de subsistemas do receptor do rádio telescópio BINGO

5.1.1 – Introdução

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

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 Accoustic Oscillation - 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 o Reino Unido (Univ. Manchester e Univ. College London), Suíça (Zurich Politechnic Institute), China (YangZhou University e JiaoTong University) e Uruguai (Univ. de la Republica and Min. de las Comunicaciones). O instrumento é composto de duas antenas parabólicas de cerca de 40 m de diâmetro contendo 50 cornetas no plano focal, operando com temperatura de ruído de ~ 70 K em 512 canais dentro da faixa de frequências de 0.96 – 1.26 GHz (correspondente ao intervalo de *redshifts* $0.13 < z < 0.48$), 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.

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



5.1.2 - Objetivo Geral

Desenvolvimento instrumental, incluindo interferômetro rádio e receptores para radiometria, para realização de pesquisas científicas.

- Objetivo Específico 1: Investigar a radiação cósmica de fundo em micro-ondas (RCFM) para entender os mecanismos responsáveis pela formação de estruturas (galáxias, aglomerados) no Universo.
- Objetivo específico 2: Desenvolver modelos físicos e/ou modelos computacionais para estudar a rádio-emissão proveniente de objetos estelares a partir de observações em ondas de rádio.

5.1.3 - Insumos

5.1.3.1 – Custeio

N/A

5.1.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria /nível	Meses	Quantidade
5.1.1	Formação em Engenharia Eletrônica, Ciências da Computação ou áreas afins, com 10 (dez) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação, após a obtenção do diploma de nível superior, ou com título de doutor há, no mínimo, 2 (dois) anos, ou ainda, com grau de mestre há, no mínimo, 6 (seis) anos.	Experiência prévia em projetos de desenvolvimento de equipamentos de radio frequência	1, 2	D-A	24	1

5.1.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas			
			2019	2020	2021	
1 - Integração e testes do protótipo do receptor do rádio telescópio BINGO	1	Integração e testes do protótipo do receptor do rádio telescópio BINGO	Seguir o protocolo de testes estabelecido para a integração e testes dos componentes que constituirão o protótipo do receptor. Uma segunda meta é integrar o receptor com o analisador de Fourier.			
2 - Projeto de desenvolvimento e adaptação de sistema eletrônico de controle do rastreamento de antenas parabólicas	2.	Projeto de desenvolvimento e adaptação de sistema eletrônico de controle do rastreamento de antenas parabólicas	Documentação completa do projeto de desenvolvimento e adaptação de sistema eletrônico de controle do rastreamento de antenas parabólicas	Documentação completa do projeto de desenvolvimento e adaptação de sistema eletrônico de controle do rastreamento de antenas parabólicas		



3 - Desenvolvimento e adaptação de sistema eletrônico de controle do rastreo de antenas parabólicas	2.	Desenvolvimento e adaptação de sistema eletrônico de controle do rastreo de antenas parabólicas		Apresentação, sob a forma de relatório e manual de utilização, dos resultados dos testes funcionais, ajustes e validação do sistema			
--	----	---	--	---	--	--	--

5.1.5 – Cronograma de Atividades

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



5.1.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	20	20	20	
Resultados dos testes do protótipo do receptor e respectivo diagnóstico de funcionamento quando integrado ao “front-end” com documentação	1	Apresentar os resultados dos testes do protótipo do receptor e o diagnóstico de funcionamento do mesmo, quando integrado ao “front-end” (corneta+transições+parâmetro+magic tee)	Protocolo de testes do protótipo definido; relatório concluído; ensaio de verificação do protótipo concluído					
Documentação do projeto de desenvolvimento e adaptação de sistema eletrônico de controle do rastreamento de antenas parabólicas	2	Apresentar a documentação do projeto de desenvolvimento e adaptação de sistema eletrônico de controle do rastreamento de antenas parabólicas	Projeto concluído					



Resultados dos testes operacionais, ajustes/correções necessários e validação do sistema eletrônico de controle do rastreamento de antenas parabólicas documentados	2	Apresentar resultados dos testes operacionais, ajustes/correções necessários e validação do sistema eletrônico de controle do rastreamento de antenas parabólicas, e toda a documentação correspondente		Roteiro de testes concluído e aprovado.; ensaio de verificação do sistema eletrônico de controle do rastreamento de antenas parabólicas aprovado.			
---	---	---	--	--	--	--	--

5.1.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Protótipo do receptor em condições de operação, com diagnóstico de funcionamento apresentado em forma de relatório	1	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.				



Projeto de desenvolvimento e adaptação de sistema eletrônico de controle do rastreo de antenas parabólicas	2.	Entrega de documentação do projeto de desenvolvimento e adaptação de sistema eletrônico de controle do rastreo de antenas parabólicas	Documentação do projeto de desenvolvimento e adaptação de sistema eletrônico de controle do rastreo de antenas parabólicas entregue			
Demonstração de funcionamento do sistema eletrônico de controle do rastreo de antenas parabólicas em condição operacional	2.	Sistema eletrônico de controle do rastreo de antenas parabólicas em operação		Comissionamento e testes do sistema eletrônico de controle do rastreo de antenas parabólicas concluído		

5.1.8 - Recursos Solicitados

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



5.1.8.1 - Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00	24	1	124.800,00
	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\$)					124.800,00

Equipe do Projeto

- Carlos Alexandre Wuensche
- Élcio Abdalla
- José Williams dos Santos Vilas-Bôas
- José Roberto Cecatto
- Alan Braga Cassiano
- Khristhiano Lemos da Rocha Souza
- César Strauss
- Renato Henrique F. Branco



Projeto 5: PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM CIÊNCIAS ESPACIAIS E ATMOSFÉRICAS

Subprojeto 5.2: Desenvolvimento do software de redução de dados do instrumento SPARC4

5.2.1 – Introdução

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

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, este plano de trabalho previu a produção de pelo menos 50 unidades de publicação científica em 2018, o recebimento de pelo menos 1000 citações de trabalhos científicos produzidos pela área nos últimos 10 anos, a formação de pelo menos 12 alunos de pós-graduação em 2018 e o desenvolvimento, lançamento ou adequação de 4 instrumentos científicos desenvolvidos pelo INPE nas áreas acima, a saber Protomirax, Detector Schenberg, SPARC4 e Telescópio Solar. Este Plano de Trabalho é consonante com as metas existentes no Plano Diretor do INPE [1] e servem para orientar os esforços científicos da área de Ciências Espaciais e Atmosféricas (CEA) do instituto. Portanto, o presente projeto, associado ao instrumento SPARC4, está completamente alinhado ao Plano Diretor do INPE e às metas pactuadas com as instituições governamentais da área.

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



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

Alguns subsistemas já foram construídos e estão em fase de testes. Em 2019, espera-se concluir a usinagem, montagem dos subsistemas restantes e iniciar a integração. Estima-se a primeira luz do instrumento para 2020 – 2021 de modo que estamos na época propícia, dentro do cronograma de execução do projeto SPARC4, para iniciar o desenvolvimento do software de redução para que ele esteja concluído proximamente à entrega do instrumento ao observatório para uso dos astrônomos.

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

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

Um dos principais usos do SPARC4 é a aquisição de séries temporais de imagens de objetos variáveis. Um software para inspeção rápida dos resultados (*quick look*), baseado em uma redução preliminar dos dados, permitirá a tomada de decisões durante a aquisição dos dados,



no sentido de modificar ou não a estratégia observacional inicialmente adotada de modo que os resultados possuam as características necessárias (razão sinal-ruído, por exemplo) para se alcançar os objetivos científicos planejados.

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

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

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

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



5.2.2 - Objetivo Geral

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

Tem como objetivo específico:

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

Este objetivo específico se realizará nas seguintes etapas:

1.1: Desenvolvimento da versão 1.0 do software;

1.2: Testes com dados do IAGPOL e entrega da versão 2.0;

1.3: Entrega definitiva do software.

5.2.3 - Insumos

5.2.3.1 – Custeio

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Visitas técnicas de especialistas estrangeiros relacionadas ao desenvolvimento do instrumento SPARC4	Passagem	8.000,00
Visitas técnicas de especialistas estrangeiros relacionadas ao desenvolvimento do instrumento SPARC4	Diárias (20)	6.400,00
Visitas técnicas de membros do projeto SPARC4 em centros de excelência internacionais	Passagem	8.000,00
Visitas técnicas de membros do projeto SPARC4 em centros de excelência internacionais	Diárias (17)	5.440,00

5.2.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
5.2.1	Formação em Astronomia, Física, 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.	Experiência em programação de softwares de redução de dados astronômicos, preferencialmente dados polarimétricos no intervalo espectral óptico e/ou infravermelho. Conhecimento nos pacotes: PCCDPACK (IRAF), SOLVEPOL (IDL) e ASTROPOP (Python). Experiência em redução de dados usando rotinas IRAF, IDL ou Python é também aceitável.	1	D-A	36	1

5.2.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Desenvolvimento do software de redução de dados do instrumento SPARC4	1	Entrega do software testado	Entrega da versão 1.0 do software	Testes com dados do IAGPOL concluídos e entrega da versão 2.0	Entrega definitiva do software	-x-	-x-

5.2.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre									
	2019		2020		2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1. Desenvolvimento do software de redução de dados do instrumento SPARC4										
1.1 – Desenvolvimento da versão 1.0 do software										
1.2 – Testes com dados do IAGPOL e entrega da versão 2.0										
1.3 – Entrega definitiva do software										

5.2.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Publicação de Artigos em revistas indexadas de Heliofísica ou Astrofísica	1	Nº de artigos submetidos/período	0	1	1		
Softwares e sistemas computacionais	1	Nº de softwares desenvolvidos	1	1	1	-	-
Softwares e sistemas computacionais	1	No. de softwares validados	1	1	1	-	-
Divulgação científica em congressos ou similares		Nº de pôsteres ou de apresentações orais apresentados no período	-	1	1		



5.2.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Aumento do número de publicações científica para o cumprimento da Meta anual estabelecida para a CGCEA (Meta do Plano de Trabalho INPE-AEB-AO 20VB-PO 0009-2018).	1	Número de publicações	-	1	1		
Contribuição para o desenvolvimento de projetos de instrumentação científica em plataformas espaciais e no solo em Ciências Espaciais (Meta 5.2 do Plano Diretor do INPE)	1	No de desenvolvimentos de projetos instrumentais	1	1	1	-	-

5.2.8 - Recursos Solicitados

5.2.8.1 - Custeio:

Custeio	Valor (R\$)
Diárias	11.840,00
Passagens	16.000,00
Total (R\$)	27.840,00



5.2.8.2 - Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00	36	01	187.200,00
	B	4.160,00			0,00
	C	3.380,00			0,00
	D	2.860,00			0,00
	E	1.950,00			0,00
	F	900,00			0,00
PCI-E	1	6.500,00			0,00
	2	4.550,00			0,00
Total (R\$)					187.200,00

5.2.9 - Equipe do Projeto

Alessandro da Silva Paula (LNA)

André Alves (LNA)

Antonio M. Magalhães (USP)

Antonio Pereyra (IGP/Peru)

Braulio de Albuquerque (INPE)

Cláudia Vilega Rodrigues (INPE) - Investigator principal

Clemens Gneiding (LNA)

Denis Bernardes (Unifei/LNA)

Eder Martioli (LNA)

Flavio Ribeiro (LNA)

Francisco J. Jablonski (INPE)

Jesulino Bispo (LNA)



Luciano Fraga (LNA)
Rene Laporte (INPE)
Valentino Lau (INPE)
Alex Carciofi (USP)
André de C. Milone (INPE)
Antonio M. Magalhães (USP)
Antonio Pereyra (IGP/Peru)
Cláudia Vilega Rodrigues (INPE)
Eder Martioli (LNA)
Francisco J. Jablonski (INPE)
Gabriel Franco (UFMG)
Joaquim E. R. Costa (INPE)
Karleyne M. G. da Silva (ESO)
Leonardo A. de Almeida (UFRN)
Luciano Fraga (LNA)
Marcelo Assafin (UFRJ)
Marcelo Borges Fernandes (Observatório Nacional/MCTIC)

Referências Bibliográficas

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

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

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



Projeto 5: PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM CIÊNCIAS ESPACIAIS E ATMOSFÉRICAS

Subprojeto 5.3: Estudo de Bolhas de Plasma Utilizando Simulação Numérica e Assimilação de Dados

5.3.1 – Introdução

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

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

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

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

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



5.3.2 - Objetivo Geral

O Objetivo Geral desse projeto é estudar a formação e o desenvolvimento das bolhas de plasma sobre América do Sul utilizando simulação numérica. Para auxiliar nas simulações, serão utilizados dados de ionossondas, de interferômetros Fabry-Perot, de imageadores All-Sky e dados de TEC disponibilizados pelo programa Embrace. Além disso, serão utilizados dados fornecidos por modelos atmosféricos (tais como GAIA, MSIS00, HWM14 e IRI16) como entrada na simulação numérica. Desta forma, com a utilização da simulação numérica e a assimilação de dados proposta será possível simular o ambiente ionosférico e, conseqüentemente, o desenvolvimento das bolhas de plasma com muito mais precisão.

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

Objetivos Específico 1: Obtenção e tratamento de parâmetros atmosféricos observados pela rede de equipamentos do EMBRACE relacionados com a formação e a dinâmica das bolhas de plasma. Serão utilizados:

1. Parâmetros ionosféricos, tais como: altura virtual da camada, perfil vertical de densidade eletrônica, frequência crítica de reflexão e altura de pico de densidade eletrônica. Será realizado o cálculo da velocidade de deriva vertical ($\Delta h'F/\Delta t$);
2. Velocidade de deriva zonal das bolhas de plasma, obtidos por meio dos mapas de TEC, cálculo da distância entre bolhas de plasma adjacentes, cálculo da inclinação das bolhas de plasma com relação às linhas de campo magnético, cálculo e análise da componente perturbada do TEC;
3. Dados do vento neutro termosférico (zonal e meridional);
4. Dados da emissão do OI 630,0 nm.

Objetivos Específico 2: Tratamento dos dados de modelos atmosféricos (tais como GAIA, MSIS00, HWM14 e IRI16), para serem usados como parâmetros de entrada do modelo de simulação numérica (vento neutro, temperatura neutra, concentração de O, O₂, N₂, O⁺, O₂⁺, NO⁺, N₂⁺ e campo elétrico);

Objetivos Específico 3: Simular o desenvolvimento das bolhas de plasma e investigar o mecanismo responsável pela variabilidade dia a dia da ocorrência de bolhas de plasma, os mecanismos de perturbação que dão origem a instabilidade de Rayleigh-Taylor e como estes



mecanismos modulam a periodicidade observada na ocorrência das bolhas de plasma, os mecanismos responsáveis pelo desenvolvimento assimétrico das bolhas de plasma em torno do equador magnético.

5.3.3 - Insumos

5.3.3.1 – Custeio

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Visitas técnicas de membros da equipe a outras instituições nacionais	Passagem	2.400,00
Visitas técnicas de membros da equipe a outras instituições nacionais	Diárias	3.200,00

5.3.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
5.3.1	Formação em Física, Engenharias, Matemática, Geociências ou áreas afins, com 7 (sete) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação após a obtenção do diploma	Desejável experiência em Geofísica Espacial, Simulação Numérica e Assimilação de Dados.	1-3	D-B	60	1



	de nível superior, ou com título de doutor, ou ainda, com grau de mestre há, no mínimo, 4 (quatro) anos.					
--	--	--	--	--	--	--

O candidato deverá ter experiência no estudo de bolhas de plasma ionosféricas e ter conhecimento das técnicas observacionais, metodológicas e computacionais:

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

5.3.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Criação de banco de dados relacionados com a formação e a dinâmica das bolhas de plasma.	1	Banco de dados para ser utilizado na comparação com os resultados da simulação numérica das bolhas de plasma	Análise e interpretação dos dados da rede EMBRACE.					



Criação do bando de dados de modelos atmosféricos	2	Banco de dados para ser utilizado na simulação numérica das bolhas de plasma	Análise e interpretação dos dados dos modelos atmosféricos.				
Simular a formação e desenvolvimento de bolhas de plasma.	3	Desenvolvimento da simulação numérica das bolhas de plasma		Desenvolvimento da simulação numérica. Implementação dos dados de modelos atmosféricos na simulação.	Simulação numérica das bolhas de plasma		
Submissão de artigos para publicação de resultados das pesquisas realizadas sobre o tema.	3	Publicação dos resultados			Artigos submetidos para publicação	Artigos submetidos para publicação	Artigos submetidos para publicação

5.3.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre									
	2019		2020		2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Obtenção e tratamento de parâmetros atmosféricos observados pela rede de equipamentos do EMBRACE.	X	X								
Tratamento dos dados de modelos atmosféricos	X	X	X							
Simular a formação e desenvolvimento de bolhas de plasma.			X	X	X	X				
Submissão de artigos para publicação.					X	X	X	X	X	X

5.3.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Banco de dados dos parâmetros observados pela rede de equipamentos do EMBRACE relacionados a formação e desenvolvimento de bolhas de plasma.	1	Banco de dados implementados	-Banco de dados com as características das bolhas de plasma e do ambiente atmosférico.					
Banco de dados dos modelos atmosféricos.	2	Banco de dados implementados		-Banco de dados de vento neutro, temperatura neutra, concentração de O, O ₂ , N ₂ , O ⁺ , O ₂ ⁺ , NO ⁺ , N ₂ ⁺ , e campo elétrico.				
Simulação numérica da formação e desenvolvimento das bolhas de plasma	3	Simulação numérica operacional			- Desenvolvimento da metodologia para a simulação das bolhas de plasma. - Implementação dos dados obtidos dos modelos atmosféricos na simulação numérica.	- Simulação numérica operacional com as bolhas de plasma observadas pelos dados fornecidos pelo EMBRACE.		
Publicação de Artigos em revistas indexadas de Geofísica Espacial	3	Artigos publicados/ período			Artigos submetidos para publicação	Artigos submetidos para publicação		Artigos submetidos para publicação

5.3.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Aumento do número de publicações científica para o cumprimento da Meta anual estabelecida para a CGCEA (Meta do Plano de Trabalho INPE-AEB-AO 20VB-PO 0009-2018).	4	percentual do Nº de publicações em relação ao total anual estabelecido para a CGCEA (Total = 50 publicações/anos)	0,5%	1%	2%	2%	2%

5.3.8 - Recursos Solicitados

Custeio	Valor (R\$)
Diárias	3.200,00
Passagens	2.400,00
Total (R\$)	5.600,00

5.3.8.1 - Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00	60	1	249.600,00
	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\$)					249.600,00

Equipe do Projeto

Marcelo Banik de Pádua

Joaquim Eduardo Rezende Costa

Cristiano Max Wrasse

Delano Gobbi, Hisao Takahashi

Cosme Alexandre Oliveira Barros Figueiredo

Referências Bibliográficas

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

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



Projeto 5: PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM CIÊNCIAS ESPACIAIS E ATMOSFÉRICAS

Subprojeto 5.4: Engenharia de sistema de instrumentação científica

5.4.1 – Introdução

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

O desenvolvimento de instrumentação científica embarcada e de solo é base para a realização de muitas das pesquisas desenvolvidas na Coordenação Geral de Ciências Espaciais e Atmosféricas - CGCEA, nas áreas de Aeronomia, Geofísica Espacial, Astrofísica e Clima Espacial, que, por sua vez, é parte essencial da missão da Coordenação, conforme instituído no plano diretor do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE [1].

Atualmente, a Coordenação não conta com um padrão unificado de processos, ferramentas e técnicas de engenharia de sistemas para o desenvolvimento destes diferentes equipamentos científicos.

Dessa forma, o projeto contribuirá para o aprimoramento dos processos, ferramentas e técnicas de engenharia de sistemas a serem utilizados durante o ciclo de vida de desenvolvimento de instrumentação científica de maior complexidade, tanto para utilização embarcada em missões suborbitais ou espaciais como para utilização em solo (e.g. Missão EQUARS [2], Telescópio Solar [3], Radiômetro Solar [4], Rede de Magnetômetros do Embrace [5], entre outros).

Para tanto, serão analisadas abordagens de engenharia de sistemas (e.g. NASA [6], INCOSE[7], Blanchard [8] e Larson, *et al* [9]), bem como a especificação da engenharia de sistemas baseada em modelos (*model based systems engineering* – MBSE), de acordo com as recomendações apresentadas por Weillkiens [10] e a linguagem SysML (*Systems Modeling Language*) [11], de forma a propor, testar, implementar e divulgar na CGCEA uma metodologia de engenharia de sistemas ajustada e adaptada para as necessidades da Coordenação. Também será necessário o estudo, análise e escolha de uma ferramenta computacional que será utilizada para a geração e controle dos modelos de engenharia e que apoiará a execução da metodologia proposta.



5.4.2 - Objetivo Geral

O Objetivo Geral (OG) deste projeto é propor, testar, implementar e divulgar metodologia de engenharia de sistemas baseada em modelos que seja ajustada e adaptada para as necessidades da CGCEA, de forma a aprimorar e potencializar o desenvolvimento de equipamentos científicos de maior complexidade embarcados e de solo.

OE1: Propor metodologia de engenharia de sistemas baseada em modelos para o desenvolvimento de equipamentos.

OE2: Realizar o teste da metodologia proposta por meio de projetos piloto.

OE3: Ajustar e adaptar a metodologia proposta com base nos testes e mapeamentos realizados.

OE4: Implementar e oficializar a metodologia de engenharia de sistemas baseada em modelos na CGCEA

OE5: Realizar treinamento para as equipes da CGCEA.

5.4.3 - Insumos

5.4.3.1 – Custeio

N/A

5.4.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
5.4.1	Formação em Engenharias, Análise de Sistemas ou áreas afins, com 7 (sete) anos de experiência em projetos	Experiência em projetos de desenvolvimento de equipamentos para aplicações espaciais ou aeroespaciais. É desejável que tenha	21	D-B	60	1

	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.	conhecimento sobre engenharia de sistemas, sobre modelagem de sistemas e da linguagem de modelagem SysML.				
--	--	---	--	--	--	--

5.4.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Análise e proposta de metodologia de engenharia de sistemas	OE1	Emissão da versão	Emissão de proposta da metodologia					
Ajustes na metodologia de engenharia de sistemas	OE3	Emissão da versão		Emissão de versão ajustada da metodologia	Emissão de versão ajustada da metodologia	Emissão de versão ajustada da metodologia	Emissão de versão ajustada da metodologia	Emissão de versão ajustada da metodologia
Aprovação da versão final da metodologia de engenharia de sistemas	OE4	Emissão da versão						Aprovação da versão final da metodologia junto à CGCEA
Testes da metodologia em projetos piloto.	OE2	Pilotos realizados	Aplicação da metodologia em dois projetos piloto de desenvolvimento de equipamentos científicos					



Implementação da metodologia em projetos de equipamentos de maior complexidade	OE4	Projetos modelados		Aplicação da metodologia em mais dois projetos de equipamentos científicos	Aplicação da metodologia em mais dois projetos de equipamentos científicos	Aplicação da metodologia em mais dois projetos de equipamentos científicos	Aplicação da metodologia em mais dois projetos de equipamentos científicos
Controle e atualização dos modelos desenvolvidos	OE2, OE3, OE4	Projetos controlados	Controle dos modelos de eng. de sistemas dos equipamentos modelados e ainda em desenvolvimento	Controle dos modelos de eng. de sistemas dos equipamentos modelados e ainda em desenvolvimento	Controle dos modelos de eng. de sistemas dos equipamentos modelados e ainda em desenvolvimento	Controle dos modelos de eng. de sistemas dos equipamentos modelados e ainda em desenvolvimento	Controle dos modelos de eng. de sistemas dos equipamentos modelados e ainda em desenvolvimento
Realização de treinamento interno na CGCEA sobre o método desenvolvido	OE5	Treinamentos realizados		Realização de um treinamento	Realização de um treinamento	Realização de um treinamento	Realização de um treinamento

5.4.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre										
	2019		2020		2021		2022		2023		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
Análise e definição da bibliografia base para a metodologia	X										
Elaboração da proposta de metodologia	X	X									
Aprovação da proposta de metodologia		X									
Ciclo I de ajustes na metodologia com base na experiência do ciclo piloto			X	X							
Ciclo II de ajustes na metodologia com base nas experiências dos ciclos passados					X	X					



Ciclo III de ajustes na metodologia com base nas experiências dos ciclos passados							X	X		
Ciclo IV de ajustes na metodologia com base nas experiências dos ciclos passados									X	
Elaboração da versão final da metodologia devidamente ajustada e adaptada										X
Aprovação da versão final e institucionalização da metodologia de engenharia de sistemas baseada em modelos										X
Identificação e modelagem dos projetos piloto	X	X								
Ciclo I – identificação e modelagem de equipamentos de maior complexidade			X	X						
Ciclo II – identificação e modelagem de equipamentos de maior complexidade					X	X				
Ciclo III – identificação e modelagem de equipamentos de maior complexidade							X	X		
Ciclo IV – identificação e modelagem de equipamentos de maior complexidade									X	X
Ciclo Piloto – Controle e atualização dos modelos desenvolvidos neste ciclo	X	X								
Ciclo I – Controle e atualização dos modelos desenvolvidos nestes ciclo e no anterior			X	X						



Ciclo II – Controle e atualização dos modelos desenvolvidos nestes ciclo e nos anteriores					X	X				
Ciclo III – Controle e atualização dos modelos desenvolvidos nestes ciclo e nos anteriores							X	X		
Ciclo IV – Controle e atualização dos modelos desenvolvidos neste ciclo e nos anteriores									X	X
Treinamento I				X						
Treinamento II						X				
Treinamento III								X		
Treinamento IV										X

5.4.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Proposta de metodologia desenvolvida	OE1	Emissão da versão	Apresentação e aprovação de proposta de metodologia de engenharia de sistemas					
Metodologia ajustada e adaptada	OE3	Emissão da versão		Ajustes e adequações na metodologia de engenharia de sistemas baseada em modelos	Ajustes e adequações na metodologia de engenharia de sistemas baseada em modelos	Ajustes e adequações na metodologia de engenharia de sistemas baseada em modelos	Ajustes e adequações na metodologia de engenharia de sistemas baseada em modelos	Ajustes e adequações na metodologia de engenharia de sistemas baseada em modelos



Metodologia final aprovada	OE4	Emissão da versão					Emissão e aprovação da versão final da metodologia de engenharia de sistemas baseada em modelos
Modelagens piloto de equipamentos	OE2	Número de modelagens de equipamentos realizadas	Duas modelagens piloto de equipamentos realizadas				
Modelagens de equipamentos de maior complexidade*	OE4	Número de modelagens de equipamentos realizadas		Duas modelagens adicionais de equipamentos realizadas	Duas modelagens adicionais de equipamentos realizadas	Duas modelagens adicionais de equipamentos realizadas	Duas modelagens adicionais de equipamentos realizadas
Relatórios de controle dos modelos dos equipamentos	OE2, OE3, OE4	Nº de Relatórios emitidos	Emissão de relatórios de controle dos dois equipamentos modelados	Emissão de relatórios de controle dos quatro equipamentos modelados	Emissão de relatórios de controle dos seis equipamentos modelados	Relatório de controle dos oito equipamentos modelados	Relatório de controle dos dez equipamentos modelados.
Treinamento interno na CGCEA sobre o método desenvolvido	OE5	Treinamentos realizados		Realização de treinamento para a comunidade CGCEA	Realização de treinamento para a comunidade CGCEA	Realização de treinamento para a comunidade CGCEA	Realização de treinamento para a comunidade CGCEA
* ao final do ciclo do projeto é objetivo ter ao menos 10 equipamentos modelados e controlados de acordo com a metodologia desenvolvida, incluindo os dois pilotos. Serão trabalhados, ao menos, dois modelos de equipamentos científicos a cada ano.							

5.4.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Aprovação de proposta de metodologia de engenharia de sistemas para desenvolvimento de equipamentos científicos	OE1	Proposta de metodologia aprovada para evolução e ajustes para a CGCEA	1				



Versão atualizada de metodologia de engenharia de sistemas para desenvolvimento de equipamentos científicos	OE3	Versão de metodologia atualizada		1	1	1	1
Incorporação de metodologia de engenharia de sistemas para desenvolvimento de equipamentos científicos	OE4	Metodologia de engenharia de sistemas implantada na CGCEA					1
Modelagens piloto de equipamentos realizadas	OE2	Pilotos realizados	2				
Modelagens de equipamentos realizadas (novos modelos)*	OE4	Equipamentos modelados		2	2	2	2
Controle e atualização dos modelos desenvolvidos	OE2, OE3, OE4	Nº de modelos controlados	2	4	6	8	10
Realização de treinamento interno na CGCEA sobre o método desenvolvido	OE5	Treinamentos realizados		1	1	1	1
* ao final do ciclo do projeto é objetivo ter ao menos 10 equipamentos modelados e controlados de acordo com a metodologia desenvolvida, incluindo os dois pilotos. Serão trabalhados, ao menos, dois modelos de equipamentos científicos a cada ano.							

5.4.8 - Recursos Solicitados

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



5.4.8.1 - Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00	0	0	
	B	4.160,00	60	1	249.600,00
	C	3.380,00	0	0	
	D	2.860,00	0	0	
	E	1.950,00	0	0	
	F	900,00	0	0	
PCI-E	1	6.500,00	0	0	
	2	4.550,00	0	0	
Total (R\$)					249.600,00

Equipe do Projeto

Renato Henrique Ferreira Branco

Clezio Marcos de Nardin

Referências Bibliográficas

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

[2] Hoffmann, L. T, *et al.* A Engenharia de Sistemas Espaciais da Missão EQUARS. *VII Simpósio Brasileiro de Geofísica Espacial e Aeronomia*. CRS/COCRE/INPE, UFSM – Santa Maria / RS. 2018.

[3] Vieira, L., De Gonzalez, A., Lago, A., Wrasse, C., Echer, E., Guarnieri, F., . . . Kabata, W. (2014). Preliminary design of the INPE's Solar Vector Magnetograph. *Proceedings of the International Astronomical Union*, 10(S305), 195-199. doi:10.1017/S1743921315004767

[4] Berni, L., Vieira, L., Savonov, G., Lago, A., Mendes, O., Silva, M., . . . Cardoso, F. (2016). Preliminary Design of the Brazilian's National Institute for Space Research Broadband Radiometer for Solar Observations. *Proceedings of the International Astronomical Union*, 12(S328), 224-226. doi:10.1017/S1743921317003866



- [5] Denardini, C. M., Chen, S. S., Resende, L. C. A., Moro, J., Bilibio, A. V., Fagundes, P. R., et al. (2018). The Embrace Magnetometer Network for South America: Network description and its qualification. *Radio Science*, 53, 288–302. <https://doi.org/10.1002/2017RS006477>
- [6] NASA Systems Engineering Handbook. NASA/SP-2016-6105 Rev 2, NASA: 2016.
- [7] INCOSE. *Systems Engineering Handbook - A Guide For System Life Cycle Processes and Activities* (version 3). International Council on Systems Engineering – INCOSE: 2006.
- [8] Blanchard, B. S. *Systems Engineering Management*. 4 ed. John Wiley & Sons: 2008.
- [9] Larson, W. J., Kirkpatrick, D., Sellers, J. J., Thomas, L. D., Verma, D. *Applied Space Systems Engineering*. McGraw-Hill: 2009.
- [10] Weikiens, T. *SYSMOD – The Systems Modeling Toolbox*. 2 ed. MBSE4U: 2016.
- [11] Delligatti, L. *SysML Distilled – A Brief Guide to the Systems Modeling Language*. Addison-Wesley / Pearson: 2014.



Projeto 5: PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM CIÊNCIAS ESPACIAIS E ATMOSFÉRICAS

Subprojeto 5.5: Concepção de arquiteturas de controle de satélites científicos

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

5.5.1 – Introdução

O projeto contribuirá para a elaboração de concepções de arquiteturas de controle de satélites científicos, tomando como base os requisitos para a Missão EQUARS. Para tanto, as necessidades operacionais dos instrumentos científicos da missão devem ser analisadas e transformadas em requisitos de apontamento e orientação da plataforma orbital, a fim de permitir a definição das características do conjunto de sensores e atuadores que serão embarcados para controle da órbita e da atitude do satélite. Os desempenhos das diversas concepções serão comparados por meio de análises de apontamento da plataforma orbital e, para a melhor solução, os requisitos do subsistema devem ser especificados. Por fim, um protótipo do software aplicativo de controle de atitude será desenvolvido, com enfoques na análise da missão e nos modos de operação de controle de atitude do satélite.

O projeto da Missão EQUARS encontra-se na fase de definição das arquiteturas do segmento espacial, na qual diferentes concepções de sistema e subsistemas são exploradas, a fim de se encontrar a solução com melhor compromisso de utilidade, viabilidade técnica e programática. A arquitetura de controle é uma das concepções fundamentais para a configuração do satélite, uma vez que define o grau de autonomia e complexidade que a plataforma terá a fim de cumprir a Missão científica com sucesso. Para tanto, o desenvolvimento do trabalho deve se basear em metodologias modernas de simulação de sistemas espaciais, a fim de demonstrar a viabilidade da arquitetura de controle proposta.

5.5.2 - Objetivos

O Objetivo Geral (OG) deste projeto é aumentar a capacitação institucional em desenvolvimento de software demandado pela Missão EQUARS, consistindo de desenvolvimento de instrumentação e provisão de recursos de forma a potencialização e a realização de pesquisas em Aeronômica, Geofísica Espacial, Astrofísica e Clima Espacial. Tais ações contribuem para esta e outras pesquisas em curso na instituição e, com isso, objetiva-se gerar e divulgar conhecimento científico nessas respectivas áreas para a sociedade.



Objetivo Específico 1: Desenvolver experimentos, modelos físicos e modelos computacionais e elaborar os artefatos de engenharia de sistemas e gestão de projetos para a Missão EQUARS e, possivelmente, outras missões de satélites científicos. As atividades específicas para a realização deste objetivo específicos são as seguintes:

- Elaboração da concepção da arquitetura de controle de atitude do satélite EQUARS e análises de apontamento.
- Elaboração de requisitos e projeto do subsistema de controle de atitude do satélite EQUARS.
- Desenvolvimento do software aplicativo de controle de atitude.

5.5.3 - Insumos

5.5.3.1 – Custeio

N/A

5.5.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
5.5.1	Formação em Engenharia Mecânica, Mecatrônica ou de Sistemas ou áreas afins, com 7 (sete) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação após a obtenção do diploma	Desenvolvimento de análises de missão, propulsão ou sistemas de controle de atitude de satélites.	1	D-B	36	1

	de nível superior, ou com título de doutor, ou ainda, com grau de mestre há, no mínimo, 4 (quatro) anos.						
--	--	--	--	--	--	--	--

5.5.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Concepção da Arquitetura de Controle de Atitude	1	Nº de Relatórios emitidos	Elaboração da concepção da arquitetura de controle de atitude do satélite EQUARS e análises de apontamento.	Elaboração de requisitos e projeto do subsistema de controle de atitude do satélite EQUARS.	Desenvolvimento do software aplicativo de controle de atitude.	N/A	N/A

5.5.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre									
	2019		2020		2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Elaboração da concepção da arquitetura de controle de atitude do satélite EQUARS e análises de apontamento.	X	X								



Elaboração de requisitos e projeto do subsistema de controle de atitude do satélite EQUARS.			X	X						
Desenvolvimento do software aplicativo de controle de atitude.					X	X				

5.5.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Projeto da arquitetura de controle de atitude	1	* Nº de relatórios emitidos	Projeto preliminar	Projeto detalhado	Projeto atualizado	-	-

5.5.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Contribuição para o desenvolvimento de projetos de instrumentação científica em plataformas espaciais e no solo em Ciências Espaciais (Meta 5.2 do Plano Diretor do INPE)	1	* Nº de relatórios emitidos	1	1	1	0	0



5.5.7.1 - Custeio:

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

5.5.7.2 - Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00	0	0	
	B	4.160,00	36	1	149.760,00
	C	3.380,00	0	0	
	D	2.860,00	0	0	
	E	1.950,00	0	0	
	F	900,00	0	0	
PCI-E	1	6.500,00	0	0	
	2	4.550,00	0	0	
Total (R\$)					149.760,00

Equipe do Projeto

Ulisses Thadeu Vieira Guedes

Rafael Anderson Martins Lopes

Referências Bibliográficas

[1] Wertz, J. R.; Spacecraft attitude determination and control, 1978.

[2] Vallado, D. A.; Fundamentals of astrodynamics and applications, 2013.



[3] Fernandes, S. S.; Zanardi, M. C. F. P. S; Fundamentos de astronáutica e suas aplicações, 2018.

[4] Space Project Management: Satellite attitude and orbit control system requirements. European Cooperation for Space Standardization, 2013.



Projeto 5 : PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM CIÊNCIAS ESPACIAIS E ATMOSFÉRICAS

Subprojeto 5.6: Projeto EQUARS – Atividades EGSE do Instrumento GROM e Desenvolvimento de Software

5.6.1 - Introdução

No momento o INPE tem duas frentes importantes a serem desenvolvidas para o estudo da ionosfera e alta atmosfera utilizando-se instrumentos de rádio-ocultação embarcados em satélites. A primeira refere-se ao instrumento GROM, uma das cargas úteis do futuro satélite científico do INPE. A segunda linha de investimento na área diz respeito à colaboração entre o INPE, através do seu programa de Clima Espacial (EMBRACE), e a UCAR (*University Corporation for Atmospheric Research*) que tem uma antena de recepção de dados da constelação COSMIC no território nacional e apresenta um espelho do CDAAC (*Cosmic Data Analysis and Archive Center*) americano, o CDAAC/BR, no Brasil. Este projeto pretende desenvolver essas duas frentes realizando a avaliação e as ações necessárias para se atualizar o instrumento GROM junto ao fabricante, se necessário, assim como realizar estudos sobre o funcionamento e geração de dados brutos do mesmo, preparando-o para a fase de integração e testes. Concomitantemente este projeto pretende realizar a redução dos dados brutos de rádio-ocultação no CDAAC/BR para a constelação COSMIC, nos moldes do que é realizado no CDAAC americano, visando criar uma metodologia que irá gerar dados reduzidos de rádio-ocultação da constelação COSMIC no EMBRACE e preparando o programa de Clima Espacial para também reduzir os futuros dados gerados pelo instrumento GROM do satélite científico brasileiro.

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

5.6.2 - Objetivo Geral

O Objetivo Geral deste projeto é realizar atividades EGSE do Instrumento GROM (monitor de rádio-ocultação por GPS) a ser embarcado no satélite científico do INPE, assim como atuar no desenvolvimento de componentes de software para processamento de dados de rádio-ocultação (RO).

Objetivos Específicos:

1. Avaliação do instrumento GROM em relação à aquisição e geração de dados;
2. Realização da interação com o fabricante do receptor para averiguar o nível de atualização funcional a ser realizada, tornando o receptor compatível com o atual protocolo de comunicação do sistema GNSS;



3. Estudo das características de aquisição e produção de dados brutos do equipamento;
4. Realização de estudos dos tipos de processamento de dados brutos: modo radio-ocultação e o modo cintilação se aplicável;
5. Estudo dos atributos funcionais do instrumento (EGSE), preparando-o para atividades de integração e testes;
6. Preparação dos dados brutos do COSMIC e GROM como parâmetros de entrada do software de redução de dados do CDAAC/BR ('Data Analysis and Archive Center', versão Brasil) atualmente disponível no EMBRACE-INPE;
7. Sistematização da redução de dados de rádio-ocultação (COSMIC e GROM);
8. Obtenção de produtos a partir do método radio-ocultação para pesquisa e Clima Espacial.

5.6.3 - Insumos

5.6.3.1 – Custeio

Não se aplica.

5.6.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
5.6.1	Formação em Engenharia Elétrica, Ciência da Computação, Física ou áreas afins, com 7 (sete) anos de experiência em projetos científicos,	Conhecimento em desenvolvimento de softwares	1 a 8	D-B	60	1



	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.					
--	---	--	--	--	--	--

5.6.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Levantamento do instrumento GROM	1	Levantamento da situação do Equipamento GROM com respeito à necessidade de atualizações	Verificação do instrumento e interação com o fabricante do receptor de rádio-ocultação, para estabelecer o nível de upgrade funcional a ser realizado, tornando o receptor compatível com o atual protocolo de comunicação do sistema GNSS					



Atualização do GROM	2	Envio do mesmo para o fabricante no exterior para realizar a atualização	Envio do equipamento para o fabricante para atualizações				
Caracterização do GROM	3	Relatório das características de aquisição e geração de dados brutos de Rádio Ocultação do GROM	Avaliação do instrumento GROM (GPS de rádio ocultação) em relação à aquisição e geração de dados brutos				
Estudo do processamento de dados do GROM	4	Sistematização do processamento necessário para a redução dos dados brutos do GROM		Estudos dos tipos de processamento de dados brutos: modo radio-ocultação e o modo cintilação se aplicável			



Descrição do GROM atualizado	5	Relatório descritivo dos atributos do EGSE após a atualização		Familiaridade com os atributos funcionais do instrumento (EGSE), preparando-o para atividades de integração e testes			
Análise dos dados de RO do COSMIC e GROM	6	Estudo da adequação dos sistemas do COSMIC e GROM para a produção de dados compatíveis com a metodologia de redução de dados de rádio-ocultação do CDAAC			Preparação dos dados brutos do COSMIC e GROM como parâmetros de entrada do software de redução de dados do CDAAC/BR ('Data Analysis and Archive Center', versão Brasil) no EMBRA CE-INPE		



Obtenção de dados da constelação COSMIC e obtenção (ou simulação) dos dados do GROM no formato compatível com a redução realizada através da rotina aplicada à constelação COSMIC	7	Relatório da sistematização de dados concluída				Sistemização da redução de dados brutos de rádio-ocultação.	
Produção de dados reduzidos de RO adequados para uso em pesquisa e Clima Espacial	8	Adequação dos dados reduzidos para facilitar seu uso em pesquisa e em produtos do Clima Espacial					Obtenção de produtos a partir do método radio-ocultação, para pesquisa em clima espacial.

5.6.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre									
	2019		2020		2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Levantamento do instrumento GROM	■	■								
Atualização do GROM		■								
Caracterização do GROM		■								
Estudo do processamento de dados do GROM			■	■						
Descrição do GROM atualizado			■	■						
Análise dos dados de RO do COSMIC e GROM					■	■				
Sistematização da redução compartilhada de dados de RO do GROM e do COSMIC							■	■		
Produção de dados reduzidos de RO adequados para uso em pesquisa e Clima Espacial									■	■

5.6.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Relatório de atualização do GROM	1	Relatório	Avaliação da necessidade de atualização do instrumento GROMo					



Instrumento GROM atualizado	2	Documento de acompanhamento do processo	Acompanhamento da atualização realizada pelo fabricante e no exterior				
Relatório com as características dos dados de entrada e saída do instrumento GROM	3	Relatório descritivo	Estudo sobre o funcionamento de aquisição e geração de dados brutos de Rádio Ocultação do GROM				
Relatório de sistematização dos passos necessários para a redução dos dados de saída do GROM	4	Relatório de sistematização e Software de processamento		Processamento de redução dos dados brutos do GROM			
Relatório dos atributos do EGSE do GROM atualizado	5	Relatório descritivo		Estudo descritivo dos atributos do EGSE após a atualização			



<p>Obtenção do método de processamento de dados de RO comum ao GROM e ao COSMIC</p>	<p>6</p>	<p>Relatório descritivo</p>			<p>Estudo da adequação dos sistemas do COSMIC e GROM para a produção de dados compatíveis com a metodologia de redução de dados de rádio-ocultação do CDAAC</p>	
<p>Conjunto de dados reduzidos a partir da aquisição (ou simulação) de dados brutos de RO</p>	<p>7</p>	<p>Testes de software de processamento de RO e Software de processamento</p>			<p>Obtenção de dados da constelação COSMIC e obtenção (ou simulação) dos dados do GROM no formato compatível com a redução realizada através da rotina aplicada à constelação COSMIC</p>	



Metodologia de geração de dados de RO preparados para serem utilizados em pesquisa e no programa de Clima Espacial	8	Software de processamento de dados de RO com adequação às necessidades de uso por cientistas e operadores de Clima Espacial, e Relatório descritivo de utilização					Adequação dos dados reduzidos para facilitar seu uso em pesquisa e em produtos do Clima Espacial
--	---	---	--	--	--	--	--

5.6.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Conhecimento das necessidades de atualização do GROM	1	Relatório final	Capacidade de decisão para o tipo de atualização do GROM					
Instrumento GROM em condições para ser embarcado no satélite científico	2	Documentação da atualização com as novas características do equipamento GROM	Entendimento das alterações realizadas no instrumento					
Conhecimento das características dos dados de entrada e saída do instrumento GROM	3	Relatório	Familiaridade com o formato de dados brutos do instrumento					



Capacidade de redução dos dados de saída do GROM	4	1 relatório e 1 software		Capacidade de manipulação dos dados brutos de RO			
Conhecimento dos atributos do EGSE do GROM	5	Relatório		Conhecimento dos atributos atualizados do equipamento			
Uniformização do método de processamento de dados de RO (GROM e COSMIC)	6	Relatório		Entendimento dos pontos em comum entre os sistemas COSMIC e GROM para o processamento de dados de RO			
Capacidade de aquisição (ou simulação) e redução de dados de RO (GROM e COSMIC)	7	1 relatórios de testes e 1 software				Capacidade de redução de dados de RO	
Capacidade de geração de produtos de interesse científico e para o programa de Clima Espacial a partir de dados de RO	8	1 relatório de testes e 1 software					Capacidade de produção de resultados científicos e para divulgação baseados em RO



5.6.8 - Recursos Solicitados

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

5.6.8.1 - Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantida de	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00	60	1	249.600,00
	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\$)					249.600,00

Equipe do Projeto

Fábio Becker Guedes
Delano Gobbi
Cristiano Max Wrasse
Joaquim Eduardo Rezende Costa

Referências Bibliográficas

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



- [2] Hoffmann, L. T, *et al.* A Engenharia de Sistemas Espaciais da Missão EQUARS. *VII Simpósio Brasileiro de Geofísica Espacial e Aeronomia*. CRS/COCRE/INPE, UFSM – Santa Maria / RS. 2018.
- [3] NASA Systems Engineering Handbook. NASA/SP-2016-6105 Rev 2, NASA: 2016.
- [4] INCOSE. *Systems Engineering Handbook - A Guide For System Life Cycle Processes and Activities* (version 3). International Council on Systems Engineering – INCOSE: 2006.
- [5] Blanchard, B. S. *Systems Engineering Management*. 4 ed. John Wiley & Sons: 2008.
- [6] Larson, W. J., Kirkpatrick, D., Sellers, J. J., Thomas, L. D., Verma, D. *Applied Space Systems Engineering*. McGraw-Hill: 2009.
- [7] Weilkens, T. *SYSMOD – The Systems Modeling Toolbox*. 2 ed. MBSE4U: 2016.
- [8] Delligatti, L. *SysML Distilled – A Brief Guide to the Systems Modeling Language*. Addison-Wesley / Pearson: 2014.



Projeto 5: PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM CIÊNCIAS ESPACIAIS E ATMOSFÉRICAS

Subprojeto 5.7: Modelagem de Campos Eletromagnéticos e de estimativa de correntes geomagneticamente induzidas

5.7.1 – Introdução

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

Durante tempestades geomagnéticas mais severas, efeitos significativos são observados tanto no espaço próximo como na superfície da Terra. Nesse último caso, ressaltam-se os efeitos gerados pelas correntes geomagneticamente induzidas (GIC) em sistemas tecnológicos de grande extensão conectados ao solo, tais como linhas de transmissão de energia elétrica e dutos usados para transporte de óleo e gás combustível. Um dos focos atuais das atividades de pesquisa básica no grupo de Geomagnetismo do INPE concentra-se na possibilidade de previsão da ocorrência e intensidade dessas correntes para os mais diferentes locais do território brasileiro [6-7]. Devido à impossibilidade prática de sua medição em todos os pontos de contato dos sistemas aterrados, a alternativa adotada é a de derivar o campo geoeletrico horizontal em qualquer local de interesse a partir de medidas de variações do campo geomagnético na superfície [1-7]. O objetivo final é definir, através de modelos, as áreas no país mais susceptíveis a GIC de maior amplitude, além de se determinar os possíveis efeitos deletérios causados por essas correntes em sistemas tecnológicos em contato com o solo. Presentemente, o INPE opera uma expressiva rede de magnetômetros cobrindo uma extensa área do território nacional e, nos últimos anos, o grupo de Geomagnetismo vem desenvolvendo códigos computacionais que ampliam a capacidade de cálculo do campo geoeletrico e de estimativa das GIC em regiões onde não se dispõem de medidas das variações geomagnéticas. Esses códigos foram desenvolvidos em sua totalidade no ambiente acadêmico para operar com um conjunto fixo de instrumentos e, portanto, encontram-se disponíveis para serem adaptados para atender ao ambiente operacional do programa de Clima Espacial (EMBRACE) do INPE. Com esse objetivo é requerido um profissional com nível superior (enquadramento na modalidade PCI-DB) e formação em áreas de Geofísica, Física ou Engenharia, com ênfase na parte computacional e experiência com FORTRAN, LINUX e PYTHON, para adaptar os códigos desenvolvidos no ambiente acadêmico para a linguagem utilizada nos centros de clima espacial e desenvolver novos códigos a serem usados tanto para utilização dos diferentes arranjos de magnetômetros disponíveis como para implementação da interface necessária para acesso em tempo real aos dados desses instrumentos. Ferramentas computacionais que ampliem a capacidade de instrumentos de medidas geomagnéticas em solo são importantes para garantir que regiões de acesso restrito possam ser monitoradas de forma efetiva. O uso de técnicas de interpolação de campo geomagnético e de estimativa de correntes geomagneticamente induzidas tem se mostrado uma ferramenta de alto valor agregado para o monitoramento e previsão de fenômenos relacionados ao clima espacial.



Atualmente, o INPE dispõe de um conjunto de instrumentos suficiente para implementar cálculos de interpolação, bem como dos códigos computacionais necessários para tal aplicação. Esta solicitação objetiva unir as duas capacidades a fim de poder avaliar efeitos que possam representar ameaça à resiliência de infraestruturas tecnológicas de grande porte instaladas na superfície da Terra. A solicitação atende a dois objetivos estratégicos do atual plano diretor do INPE, sobre pesquisa básica (OE5) e o programa de Clima Espacial (OE9).

5.7.2 - Objetivo Geral

O objetivo geral do projeto consiste em desenvolver interface de programação para implementação de modelos numéricos dedicados a estimativa de correntes geomagneticamente induzidas, bem como otimizar modelos já existentes para melhoria de desempenho e resultados.

Objetivo Específico 1: Definir, através de modelos (SECs, LP, Condutividade-3D), as áreas no país mais susceptíveis a GIC de maior amplitude,

Objetivo Específico 2: Determinar os possíveis efeitos deletérios causados por essas correntes em sistemas tecnológicos em contato com o solo.

Objetivo Específico 3: Adaptar e aprimorar códigos computacionais desenvolvidos em no ambiente acadêmico para operar com um conjunto fixo de instrumentos para atender ao ambiente operacional do programa de Clima Espacial (EMBRACE) do INPE

Objetivo Específico 4: Implementar interface necessária para acesso em tempo real aos dados de instrumentos de solo e cálculo de grandezas físicas

5.7.3 - Insumos

5.7.3.1 – Custeio

Não há.



5.7.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
5.7.1	Formação em Física, Engenharias, Geociências 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.	Desenvolvimento computacional, com experiência em linguagens FORTRAN, LINUX e PYTHON.	1, 2, 3 e 4	D-B	60	1

5.7.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Utilizar modelos desenvolvidos por pesquisas de doutorado para calcular campo geomagnético em áreas onde não tem dados	1	Indicador 1: Tabela com novos pontos de estimativa de campo magnético	Elaboração do interface computacional para uso com programa Fortran 90 previamente desenvolvido.					
Utilizar modelos desenvolvidos por pesquisas de mestrado e dados de sondagem do solo para calcular campo geoeletrico em regiões pré-determinadas	1	Indicador 2: Tabela com novos pontos de estimativa de campo geoeletrico	Elaboração do interface computacional para uso com programa previamente desenvolvido em Matlab e Fortran 90					
Utilizar resultados das atividades anteriores para calcular intensidades de GIC em regiões específicas	1	Indicador 3: Tabela com estimativa de corrente geomagneticamente induzidas		Aprimoramento dos programas desenvolvidos				
Utilizar resultados da atividades anteriores e técnicas específicas para estimativa de danos em transformadores sujeitos a GIC	2	Indicador 4: Tabela com estimativa de aumento de temperatura gradual em transformadores, em função da intensidade de GIC			Construção de ferramenta computacional para análise estatística			

Adaptar os códigos utilizados nas atividades anteriores	3	Indicador 5: Incorporação automática dos dados disponíveis aos códigos existentes			Obtenção de interface para incorporação de dados		
Desenvolver interface para os códigos utilizados nas atividades anteriores	1, 4	Indicador 6: Interface disponível em ambiente computacional				Automação de cálculos de geofísica	
Aprimorar os códigos utilizados nas atividades anteriores para aumentar a capacidade de processamento	1, 4	Indicador 7: Interface disponível em ambiente computacional para programa aprimorado					Obtenção de solução computacional com alta capacidade

5.7.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre										
	2019		2020		2021		2022		2023		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
Utilizar modelos desenvolvidos por pesquisas de doutorado para calcular campo geomagnético em áreas onde não tem dados	X	X	X								
Utilizar modelos desenvolvidos por pesquisas de mestrado e dados de sondagem do solo para calcular campo geoeletrico em regiões pré-determinadas		X	X	X							
Utilizar resultados das atividades 1 e 2 para calcular intensidades de GIC em regiões específicas			X	X							
Utilizar resultados das atividades 3 e técnicas específicas para estimativa de danos em transformadores sujeitos a GIC			X	X	X						
Adaptar os códigos utilizados nas atividades 1 e 2				X	X						



Desenvolver interface para os códigos utilizados nas atividades 1, 2 e 5				X	X	X	X	X		
Aprimorar os códigos utilizados nas atividades 1, 2 e 5 para aumentar a capacidade de processamento							X	X	X	X

5.7.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Interface computacional para uso em geofísica espacial - Fase I	1	Tabela com novos pontos de estimativa de campo magnético	Apresentação da interface computacional para uso com Fortran 90.					
Interface computacional para uso em geofísica espacial - Fase II	1	Tabela com novos pontos de estimativa de campo geoeletrico	Apresentação da interface computacional para uso com Matlab e Fortran 90					
Interface computacional para uso em geofísica espacial - Fase III	1	Tabela com estimativa de corrente geomagneticamente induzidas e Tabela com estimativa de aumento de temperatura gradual em transformadores, em função da intensidade de GIC		Apresentar uma solução de otimização de desempenho para os programas desenvolvidos	Incorporação de dados e de códigos para cálculo de correntes geomagneticamente induzidas			

Interface computacional para uso em geofísica espacial - Fase IV	3, 4	Interface disponível em ambiente computacional para uso em grande escala e				Apresentar solução numérica para automatizar cálculos de geofísica	Apresentar solução computacional com alta capacidade de processamento
--	------	--	--	--	--	--	---

5.7.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Resultado 1: Ampliação do mapeamento de campo magnético na região do Brasil	1	Aumento do número de pontos de estimativa de campo magnético em território Brasileiro	Estimativa de campo geomagnético entre pontos distantes cerca de 300 km					
Resultado 2: Ampliação do cálculo de campo geoeletrico na região do Brasil	1	Aumento do número de pontos de estimativa de campo geoeletrico em território Brasileiro		Estimativa de campo geoeletrico na região nordeste	Estimativa de campo geoeletrico nas regiões sudeste e sul			
Resultado 3: Determinação do valor relativo de GIC em diferentes localidades	1	Estimativa de correntes geomagneticamente induzidas			Comparativo de GIC na região nordeste	Comparativo de GIC na região sudeste e sul		
Resultado 4: Determinação dos valores relativos de GIC de forma automatizada	2, 3	Incorporação automática dos dados disponíveis aos códigos existentes em interface disponível em ambiente computacional,				Comparativo automatizado de GIC na região nordeste	Comparativo automatizado de GIC na região sudeste e sul	



5.7.8 - Recursos Solicitados

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

5.7.8.1 - Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00	60	1	249.600,00
	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\$)					249.600,00

Equipe do Projeto

Livia Ribeiro Alves

Antonio Lopes Padilha

Andrea Cristina Lima Santos Matos

Marcelo Banik de Pádua



Referências Bibliográficas

- [1] Amm, O. Ionospheric elementary current systems in spherical coordinates and their application. *J. Geomagn. Geoelectr.*, 49, 949–955, 1997, DOI: 10.5636/jgg.49.947.
- [2] Amm, O., and A. Viljanen. Ionospheric disturbance magnetic field continuation from the ground to ionosphere using spherical elementary current systems. *Earth, Planets and Space*, 51, 431–440, 1999, DOI: 10.1186/BF03352247.
- [3] Barbosa, C.S., G.A. Hartmann, and K.J. Pinheiro. Numerical modeling of geomagnetically induced currents in a Brazilian transmission line. *Adv. Space Res.*, 55 (4), 1168–1179, 2015, DOI: 10.1016/j.asr.2014.11.008.
- [4] Boteler, D. Methodology for simulation of geomagnetically induced currents in power systems. *J. Space Weather Space Clim.*, 4, A21, 2014, DOI: 10.1051/swsc/2014018.
- [5] Boteler, D.H., and R.J. Pirjola. The complex-image method for calculating the magnetic and electric fields produced at the surface of the Earth by the auroral electrojet. *Geophys. J. Int.*, 132, 31–40, 1998, DOI: 10.1046/j.1365-246x.1998.00388.x.
- [6] DIOGO, E. M. Modelagem de Correntes Geomagneticamente Induzidas: Comparação de Efeitos em Diferentes Latitudes. versão: 2019-01-17. 184 p. IBI: <8JMKD3MGP3W34R/3S6F62S>. Tese (Doutorado em Geofísica Espacial/Ciências do Ambiente Solar-Terrestre) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 2018. Disponível em: <<http://urlib.net/rep/8JMKD3MGP3W34R/3S6F62S>>. Acesso em: 12 fev. 2019.
- [7] ESPINOSA SARMIENTO, K. V. Estimativa da amplitude de correntes geomagneticamente induzidas em diferentes locais no Brasil durante tempestades magnéticas do ano de 2015. 2018. 132 p. IBI: <8JMKD3MGP3W34R/3QQJTK5>. (sid.inpe.br/mtc-m21c/2018/03.29.20.56-TDI). Dissertação (Mestrado em Geofísica Espacial/Ciências do Ambiente Solar-Terrestre) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 2018. Disponível em: <<http://urlib.net/rep/8JMKD3MGP3W34R/3QQJTK5>>.



Projeto 5: PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM CIÊNCIAS ESPACIAIS E ATMOSFÉRICAS

Subprojeto 5.8: Desenvolvimento e projeto de componentes críticos para o Telescópio Solar do INPE.

5.8.1 – Introdução

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

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), em seu Objetivo Estratégico 5, do Plano Diretor 2016-2019 [1], prevê a realização de geração de conhecimento científico por meio de pesquisa básica e de tecnologias com desenvolvimento industrial na área de Ciências Espaciais e Atmosféricas. As pesquisas e os desenvolvimentos nesta área têm por objetivo entender fenômenos físicos e químicos que ocorrem nas áreas de Aeronomia, Astrofísica e Geofísica Espacial. No Plano de Trabalho celebrado entre o INPE e a Agência Espacial Brasileira (AEB), referente à Ação Orçamentária 20VB-PO 0009-2018 [2], constam metas quantitativas de realização de pesquisa científica, desenvolvimento instrumental e adequação de infraestrutura nas áreas de Geofísica Espacial, Aeronomia e Astrofísica. Em particular, este plano de trabalho prevê a produção de pelo menos 50 unidades de publicação científica em 2018, o recebimento de pelo menos 1000 citações de trabalhos científicos produzidos pela área nos últimos 10 anos, a formação de pelo menos 12 alunos de pós-graduação em 2018 e o desenvolvimento, lançamento ou adequação de 4 instrumentos científicos desenvolvidos da área, a saber o instrumento Protomirax, Detector Schenberg, SPARC4 e Telescópio Solar. Este Plano de Trabalho é consonante com as metas existentes no Plano Diretor do INPE e servem para orientar os esforços científicos da área de Ciências Espaciais e Atmosféricas do instituto. Também ligado a esta área há no Plano Direto do INPE o Objetivo Estratégico 9, referente ao Estudo em Monitoramento Brasileiro do Clima Espacial (EMBRACE), que prevê monitorar o geoespaço e realizar boletins e previsões úteis para a comunidade espacial tecnológica, industrial e acadêmica. Da mesma forma, o EMBRACE tem celebrado um Plano de Trabalho com a AEB para execução da Ação Orçamentária 20VB-PO 0008, o qual prevê a instalação e manutenção de sistemas de coleta de dados, que prevê 6 instrumentos para 2018, bem como a divulgação de prognósticos do Clima Espacial, emitindo 200 boletins, 100 relatórios de coleta de dados e realização de 3 reuniões para atendimento de requisitos regionais e globais.

Nesta área de Ciências Espaciais e Atmosféricas, destaca-se o desenvolvimento de instrumentação científica inovadora para a realização de observações heliofísicas e astrofísicas. Esta área do INPE é pioneira no desenvolvimento e utilização de



instrumentação para astronomia espacial, rádio interferometria, geomagnetismo, acoplamento eletrodinâmico atmosférico e espacial e fenômenos espaciais peculiares da região equatorial do planeta. Recentemente, um esforço grande foi dedicado ao estabelecimento de infraestrutura de processamento de dados de alto desempenho para realização de pesquisas competitivas na área de modelagem de fenômenos atmosféricos e espaciais. Também com longa tradição, merecem destaque estudos teóricos e através de análise de dados, de fenômenos físicos universais observados na interação Sol-Terra, em especial ao fenômeno de reconexão magnética.

Em particular, desde 2013, a Coordenação Geral de Ciências Espaciais e Atmosféricas (CGCEA) abriu chamadas de projetos de maior vulto, nas quais um projeto de desenvolvimento de um Telescópio Solar foi avaliado e recomendado, tendo sido financiado. O projeto tem planejamento de curto, médio e longo prazo, estando atualmente na fase de conclusão do protótipo demonstrador de conceito. O projeto foi avaliado por comissões independentes nomeadas pelo Comitê Assessor da CGCEA nos anos de 2013, 2014, 2015, 2016, 2017 e 2018, tendo sido sempre aprovado e financiado parcialmente. Este projeto tem como um de seus objetivos apoiar de forma parcial o projeto de desenvolvimento do Telescópio Solar do INPE, através de um bolsista na área de engenharia.

5.8.2 - Objetivo Geral

O objetivo geral deste projeto é desenvolver e projetar componentes críticos para o Telescópio Solar do INPE. O Projeto Telescópio Solar do INPE tem como finalidade principal desenvolver um instrumento para realização de estimativas da distribuição do campo magnético solar na região da fotosfera com base em observações óticas utilizando um telescópio solar [3] e prevê diversas etapas, de curto, médio e longo prazo. As Etapas de curto e médio prazo são: 1) Desenvolvimento, construção, testes e calibração de um Demonstrador de Conceito (DC), 2) Desenvolvimento, construção, testes e calibração de um Protótipo Intermediário (PI) e 3) Desenvolvimento, construção, testes e calibração de um Protótipo Avançado (PA). No âmbito do Projeto do Telescópio Solar do INPE, o demonstrador de conceito (DC) já foi montado e se encontra pronto para a etapa de testes e calibrações. Uma vez concluídas estas fases, será iniciado o planejamento e ajustes do projeto para as etapas seguintes, que são o Protótipo Intermediário (PI) e o Protótipo Avançado (PA). Além destes, há ainda os objetivos de longo prazo, que incluem: 4) Projeto de um Telescópio Solar embarcado em satélite, denominado “Missão Galileo” – GSST.

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

OE1) Testes e calibrações do Demonstrador de Conceito concluídos;

OE2) Montagem e testes de um protótipo intermediário (PI) de espectro polarímetro solar, a partir do DC, concluído;



OE3) Instalação e operação do PI no campus do INPE;

OE4) Planejamento da instalação e operação de um espectro polarímetro solar em observatório;

OE5) Preparação de documentação de Adoção de Missão para a missão GSST.

5.8.3 - Insumos

5.8.3.1 – Custeio

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Visitas técnicas de membro da equipe de desenvolvimento de instrumentação científica em instituição com a qual o grupo possui colaboração	Passagem	R\$ 4.000,00
Visitas técnicas de membro da equipe de desenvolvimento de instrumentação científica em instituição com a qual o grupo possui colaboração	Diárias	R\$ 10.000,00
Visitas técnicas de especialistas estrangeiros em desenvolvimento de instrumentação científica para realização de observações solares	Passagem	R\$ 4.000,00
Visitas técnicas de especialistas estrangeiros em desenvolvimento de instrumentação científica para realização de observações solares	Diárias	R\$ 2.880,00

5.8.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
5.8.1	Formação em Engenharia Elétrica/Eletrônica, Física, Astrofísica ou áreas afins, com 7 (sete) anos	Com experiência em desenvolvimento de instrumentação científica e	1-5	D-B	24	1



	de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação após a obtenção do diploma de nível superior, ou com título de doutor, ou ainda, com grau de mestre há, no mínimo, 4 (quatro) anos.	experiência em análise de dados experimentais na área de ciências espaciais ou solar, tanto de instrumentos científicos, quanto de engenharia..				
--	---	---	--	--	--	--



5.8.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
1 . Realização de Testes e calibrações do Demonstrador de Conceito	1	Protótipo testado e calibrado.	Realizar testes testes e calibrações no Demonstrador de Conceito do instrumento dentro do Laboratório;					
2 . Montagem e testes de um protótipo intermediário de espectro polarímetro solar, a partir do DC.	2	Protótipo intermediário montado e testado.	Realizar testes observacionais de um Protótipo Intermediário					
3. Instalação e operação do PI no campus do INPE.	3	Protótipo instalado		Instalação de um protótipo intermediário dentro do campus do INPE. Testes e identificação de correções necessárias.				
4. Planejamento da instalação e da operação de um espectro polarímetro solar em observatório	4	Relatório		Iniciar o planejamento da instalação e da operação	Conclusão do planejamento da instalação e da operação de um Protótipo avançado de espectro polarímetro solar em observatório			



5. Preparação de documentação de Adoção de Missão para a missão GSST	5	Documento finalizado		Início dos trabalhos para produção do documento de Adoção de Missão	Documento finalizado		
--	---	----------------------	--	---	----------------------	--	--

5.8.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre										
	2019		2020		2021		2022		2023		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
Desenvolvimento e projeto de componentes críticos para o Telescópio Solar do INPE											
1. Realização de Testes e calibrações do Demonstrador de Conceito											
2 . Montagem e testes de um protótipo intermediário de espectro polarímetro solar, a partir do DC.											
3. Instalação e operação do PI no campus do INPE.											
4. Planejamento da instalação e operação de um espectro polarímetro solar em observatório											
5. Preparação de documentação de Adoção de Missão para a missão GSST											



5.8.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Protótipo ou subsistema de Instrumento científico para observação em Heliofísica ou Astrofísica testado.	1-4	* Nº de relatórios de testes em protótipos * No de Documentos de convênio * No de protótipos desenvolvidos	- Relatório do teste no demonstrador de conceito do espectropolarímetro solar em Laboratório	- Relatório do teste no Protótipo Intermediário instalado no campus do INPE.			



Documento de Projeto de Instrumentação ou Missão científica (projeto de missão, Documento de Adoção de Missão, entre outros) ou Documento de Convênio.	5	* No de Documentos		- Documento de Adoção de Missão do GSST 50% concluído	- Documento de Adoção de Missão do GSST 100% concluído		
Publicação de Artigos em revistas indexadas de Heliofísica ou Astrofísica	1-5	* Nº de artigos submetidos/período.		1 artigo submetido			
Divulgação científica em congressos ou similares	1-5	* Nº de pôsteres apresentados/período. * Nº de apresentações orais	1 apresentação em forma de Pôster ou oral	1 apresentação em forma de Pôster ou oral			



5.8.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Aumento do número de publicações científica para o cumprimento da Meta anual estabelecida para a CGCEA (Meta do Plano de Trabalho INPE-AEB-AO 20VB-PO 0009-2018).	1-5	* percentual do Nº de publicações em relação ao total anual estabelecido para a CGCEA (Total = 50 publicações/ anos)	2%	2%			
Contribuição para a realização de prospecção, concepção e elaboração de requisitos científicos e técnicos de instrumentos científicos para Ciências Espaciais (Meta 5.1 do Plano Diretor do INPE)	5	*No de prospecções, concepções e elaborações realizadas (Meta da CGCEA = 3 por PPA)			1		



Contribuição para o desenvolvimento de projetos de instrumentação científica em plataformas espaciais e no solo em Ciências Espaciais (Meta 5.2 do Plano Diretor do INPE)	1-4	* No de desenvolvimentos de projetos instrumentais			1		
---	-----	--	--	--	---	--	--

5.8.8 - Recursos Solicitados

5.8.8.1 - Custeio:

Custeio	Valor (R\$)
Diárias	R\$ 12.880,00
Passagens	R\$ 8.000,00
Total (R\$)	R\$ 20.880,00

5.8.8.2 - Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00	24	1	R\$ 99.840,00
	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\$ 99.840,00

Equipe do Projeto

Alisson Dal Lago

Luis Eduardo Antunes Vieira

Marlos Rochenbach da Silva

Braulio Albuquerque

Adriany Barbosa

Tardelli R. C. Stekel

Franciele Carlesso

Referências Bibliográficas

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

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

[3] [1] Vieira, L. E., et al. RELATÓRIO ANUAL 2015 - TELESCÓPIO SOLAR EXPERIMENTAL BRASILEIRO. sid.inpe.br/mtc-m21b/2015/12.21.11.31-PRP. 2015



Projeto 5: PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM CIÊNCIAS ESPACIAIS E ATMOSFÉRICAS

Subprojeto 5.9: Concepção de arquiteturas mecânicas de satélites científicos

5.9.1 – Introdução

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

As atividades a serem exercidas pelo bolsista visam à pesquisa e desenvolvimento dentro das atividades relacionadas à Engenharia de Sistemas. O projeto contribuirá para a elaboração de concepções de arquiteturas mecânicas de satélites científicos, tomando como base os requisitos para a Missão EQUARS. Para tanto, maquetes eletrônicas utilizando ferramentas de CAD (*Computer-Aided Design*) deverão ser construídas de maneira a se verificar possíveis configurações de layout dos equipamentos científicos e de suporte a serem embarcados na espaçonave. Além disto, diferentes estudos de arquiteturas mecânicas e uso de mecanismos serão conduzidos. Os desempenhos das diversas concepções serão comparados por meio de análises mecânicas e para a melhor solução os requisitos do subsistema de estruturas serão especificados. Todo o trabalho deverá ser integrado a ferramentas de engenharia de sistemas baseada em modelos.

O projeto contribuirá para o Objetivo Estratégico 1 da Instituição - Dotar o país de capacidade própria no desenvolvimento de ciclo de vida de sistemas espaciais – e a Meta 1.5 - Iniciar o desenvolvimento do Satélite de Pesquisa Atmosférica Equatorial EQUARS, que se encontra na fase de definição das arquiteturas do segmento espacial.

Neste contexto, a arquitetura mecânica é uma das concepções fundamentais para a configuração do satélite, uma vez que define propriedades do sistema com grande impacto na análise de viabilidade da Missão, tais como dimensões, massa e layout do satélite. Além disto, necessidade ou não de mecanismos estruturais para abertura e orientação de painéis solares ou instrumentos científicos também devem ser avaliadas neste projeto.

A proposta procura capacitar a Instituição por meio da inovação do ambiente de desenvolvimento de projetos mecânicos pela identificação e aprimoramento de métodos e ferramentas mais adequados ao processo de engenharia de sistemas.



5.9.2 - 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 Aeronomia, Geofísica Espacial, Astrofísica e Clima Espacial na instituição e, com isso, gerar e divulgar conhecimento científico nessas respectivas áreas para a sociedade.

Objetivo Específico 1: Construção de modelos mecânicos do satélite EQUARS e seus equipamentos e elaboração de análises mecânicas.

Objetivo Específico 2: Elaboração de requisitos e projeto do subsistema de estruturas do satélite EQUARS.

Objetivo Específico 3: Integração dos modelos mecânicos com ferramentas de engenharia de sistemas

5.9.3 - Insumos

5.9.3.1 – Custeio

N/A

5.9.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
5.9.1	Formação em Engenharia Mecânica, Civil ou áreas afins, com 5 (cinco) anos	Projetos de estruturas mecânicas	1, 2 e 3	D-C	24	1



	de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação após a obtenção do diploma de nível superior, ou com grau de mestre.					
--	--	--	--	--	--	--

5.9.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Construção de modelos mecânicos do satélite EQUARS e seus equipamentos e elaboração de análises mecânicas.	1	Nº de modelos e relatório de análises mecânicas produzidas e integradas a ferramentas de engenharia de sistemas	Construção de modelos e relatório de análises mecânicas do satélite EQUARS		-	-	-
Elaboração de requisitos e projeto do subsistema de estruturas do satélite EQUARS.	2	Nº de especificações de requisitos elaboradas a partir dos modelos e análises produzidas		Requisitos elaborados			



Integração dos modelos mecânicos com ferramentas de engenharia de sistemas	3	Modelos e análises mecânicas totalmente integradas à ferramentas de engenharia de sistemas	Integração dos modelos e análises iniciada	Integração dos modelos e análises completa			
--	---	--	--	--	--	--	--

5.9.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre									
	2019		2020		2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Construção de modelos mecânicos do satélite EQUARS e seus equipamentos e elaboração de análises mecânicas.	X	X								
Elaboração de requisitos e projeto do subsistema de estruturas do satélite EQUARS.			X	X						
Integração dos modelos mecânicos com ferramentas de engenharia de sistemas		X	X	X						



5.9.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Projeto e análises de arquitetura mecânica	1	Nº de modelos e relatório de análises mecânicas produzidas e integrados a ferramentas de engenharia de sistemas	Projeto preliminar	Projeto detalhado	-	-	-
Especificações de requisitos mecânicos	2	Nº de especificações de requisitos elaboradas a partir dos modelos e análises produzidas	Especificações preliminares	Especificações finais			
Produtos mecânicos integrados à ferramentas de engenharia de sistemas	3	Modelos e análises mecânicas totalmente integradas à ferramentas de engenharia de sistemas	Ferramentas de engenharia de sistemas utilizadas preliminarmente	Ferramentas de engenharia de sistemas utilizadas totalmente			



5.9.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Contribuição para o desenvolvimento de projetos e análises de arquitetura mecânica	1	Nº de modelos e relatório de análises mecânicas produzidas e integradas a ferramentas de engenharia de sistemas	1	1	0	0	0
Contribuição para o aperfeiçoamento das especificações de requisitos	2	Nº de especificações de requisitos elaboradas a partir dos modelos e análises produzidas					
Contribuição para o desenvolvimento da engenharia de sistemas	3	Modelos e análises mecânicas totalmente integradas à ferramentas de engenharia de sistemas					

5.9.8 - Recursos Solicitados

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



5.9.8.1 - Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00	0	0	0,00
	B	4.160,00	0	0	0,00
	C	3.380,00	24	1	81.120,00
	D	2.860,00	0	0	0,00
	E	1.950,00	0	0	0,00
	F	900,00	0	0	0,00
PCI-E	1	6.500,00	0	0	0,00
	2	4.550,00	0	0	0,00
Total (R\$)					81.120,00

Equipe do Projeto

Marcio Silva Alves Branco

Leandro Toss Hoffmann

Referências Bibliográficas

[1] Space Project Management: Structural general requirements. European Cooperation for Space Standardization, 2008.

[2] Larson, W. J.; Space mission analysis and design, 2017.



Projeto 5: PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM CIÊNCIAS ESPACIAIS E ATMOSFÉRICAS

Subprojeto 5.10: Assimilação, Processamento e Disseminação de Dados de Plataformas Orbitais

5.10.1 – Introdução

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

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

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

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

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

5.10.2 - Objetivo Geral

O Objetivo Geral deste projeto é aumentar a capacitação institucional em desenvolvimento de software e produtos de Clima Espacial na instituição e, com isso, gerar e divulgar conhecimento científico na área de Clima Espacial para a sociedade em geral.

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



Objetivo Específico:

Implantação de um Banco de Dados, Processamento, Assimilação e Divulgação de dados científicos relacionados ao Clima Espacial.

Para alcançar os resultados devem ser abordados os seguintes itens:

OE1: Definição de requisitos de sistemas, ferramentas e tecnologias a serem utilizadas;

OE2: Desenvolvimento de aplicações utilizando linguagem de programação;

OE3 Implementação de testes unitários e de testes de usabilidade;

OE4: Implementação de banco de dados;

OE5: Desenvolvimento de documentação e tutoriais;

5.10.3 – Insumos

5.10.3.1 – Custeio

Não se aplica

5.10.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
5.10.1	Formação em Computação ou áreas afins, com 7 (sete) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação após a	Desejável possuir conhecimento em: linguagem de programação; webservice; frameworks de desenvolvimento; servidores Jboss; banco de dados; versionamento de código; desenvolvimento de código baseado em testes;	22	D-B	60	1



	obtenção do diploma de nível superior, ou com título de doutor, ou ainda, com grau de mestre há, no mínimo, 4 (quatro) anos.	metodologia ágil..				
--	--	--------------------	--	--	--	--

5.10.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Definir requisitos do sistema com cientista responsável pelo projeto. Estudar sobre melhores tecnologias e ferramentas para solucionar o que foi demandado.	OE1	Emissão de relatório.	Descrição de requisitos do sistema. Relatório de tecnologia e ferramenta que será utilizada.					
Desenvolver código conforme requisitos, tecnologia e ferramentas apresentados no OE1.	OE2	Código desenvolvido.	Desenvolver código para interface e controle de hardware.	Desenvolver código com interface gráfica para controle e monitoramento de sensores.	Desenvolver código para coleta e distribuição de dados.	Desenvolver código para análise, visualização e disseminação de dados científicos.	Desenvolver código para produtos e/ou índices para prestação de serviços de clima espacial.	
Desenvolvimento de testes unitários e testes de usabilidade no código	OE3	Testes implementados.	Desenvolver código de testes para interface e controle de hardware	Desenvolver código de testes para interface gráfica de controle e monitoramento de sensores.	Desenvolver código de testes para coleta e distribuição de dados.	Desenvolver código de testes para análise, visualização e disseminação de dados científicos.	Desenvolver código de testes para produtos e/ou índices para prestação de serviços de clima espacial	
Implementar banco de dados	OE4	Banco de dados operacional.			Implementar banco de dados para coleta e distribuição de dados brutos com bases, esquemas, tabelas, dados, etc.	Implementar banco de dados para coleta e distribuição de dados processados com bases, esquemas, tabelas, dados, etc.	Implementar otimização dos bancos de dados.	



Criar documentação do código e ambiente de desenvolvimento. Criar tutoriais de utilização da aplicação desenvolvida para usuários.	OE5	Emissão de documentação e tutoriais.	Criar documentação e tutoriais para usuários referentes aos códigos de interface e controle de hardware.	Criar documentação e tutoriais para usuários referentes aos códigos de interface gráfica para controle e monitoramento de sensores.	Criar documentação e tutoriais para usuários referentes aos códigos de coleta e distribuição de dados.	Criar documentação e tutoriais para usuários referentes aos códigos de análise, visualização e disseminação de dados científicos.	Criar documentação e tutoriais para usuários referentes aos bancos de dados e dos produtos de clima espacial.
--	-----	--------------------------------------	--	---	--	---	---

5.10.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre									
	2019		2020		2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Definir requisitos do sistema com cientista responsável pelo projeto. Estudar sobre melhores tecnologias e ferramentas para solucionar o que foi demandado.										
Desenvolver código conforme requisitos, tecnologia e ferramentas apresentados no OE1.										
Desenvolvimento de testes unitários e testes de usabilidade no código										
Implementar banco de dados										
Criar documentação do código e ambiente de desenvolvimento. Criar tutoriais de utilização da aplicação desenvolvida para usuários.										



5.10.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Softwares e sistemas	OE1, OE2,	Relatórios emitidos e Software desenvolvidos	Relatório de requisitos do sistema e ferramentas a serem utilizadas. Códigos para interface e controle de hardware desenvolvidos.	Código com interface gráfica para controle e monitoramento de sensores desenvolvidos.	Código para coleta e distribuição de dados desenvolvidos.	Código para análise, visualização e disseminação de dados científicos desenvolvidos.	Código para produtos e/ou índices para prestação de serviços de clima espacial desenvolvidos.
Softwares e testes	OE3	Testes de softwares realizados	Código de testes e testes para interface e controle de hardware desenvolvidos e testados.	Código de testes e testes para interface gráfica de controle e monitoramento de sensores desenvolvidos e testados.	Código de testes e testes para coleta e distribuição de dados desenvolvidos e testados.	Código de testes e testes para análise, visualização e disseminação de dados científicos desenvolvidos e testados.	Código de testes e testes para produtos e/ou índices de clima espacial desenvolvidos e testados.
Bancos de dados operacionais e otimizados	OE4	Bancos de dados operacionais.			Banco de dados brutos operacional.	Banco de dados processados operacional.	Bancos de dados brutos e processados operacionais e otimizados.
Relatórios e tutoriais.	OE5	Relatórios com a descrição dos códigos e tutoriais emitidos	Relatório e tutoriais para usuários dos códigos de interface e controle de hardware emitidos.	Relatório e tutoriais para usuários dos códigos de interface gráfica para controle e monitoramento de sensores emitidos.	Relatório e tutoriais para usuários dos códigos de coleta e distribuição de dados emitidos.	Relatório e tutoriais para usuários dos códigos de análise, visualização e disseminação de dados científicos emitidos.	Relatório e tutoriais para usuários dos bancos de dados e dos produtos de clima espacial emitidos.



5.10.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Relatório detalhado de cada requisito do sistema. Relatório com estatísticas de performance de tecnologia e ferramentas utilizadas.	OE1	Descrição de requisitos do sistema. Relatório de tecnologia e ferramenta que será utilizada.	Descrição de requisitos do sistema. Relatório de tecnologia e ferramenta que será utilizada.					
Código fonte.	OE2	Código desenvolvido.	Código fonte para interface e controle de hardware.	Código fonte com interface gráfica para controle e monitoramento de sensores.	Código fonte para coleta e distribuição de dados.	Código fonte para análise, visualização e disseminação de dados científicos.	Código fonte para produtos e/ou índices para prestação de serviços de clima espacial.	
Código fonte com cobertura de testes unitários e de testes de usabilidade, para melhoria na manutenção e navegação de usuários.	OE3	Testes implementados.	Código fonte de testes para interface e controle de hardware	Código fonte de testes para interface gráfica de controle e monitoramento de sensores.	Código fonte de testes para coleta e distribuição de dados.	Código fonte de testes para análise, visualização e disseminação de dados científicos.	Código fonte de testes para produtos e/ou índices para prestação de serviços de clima espacial	
Banco de dados operacional contendo todos os scripts de criação de base dados, tabelas e esquemas. Diagrama demonstrando os relacionamentos entre as tabelas.	OE4	Banco de dados operacional			Banco de dados operacional para coleta e distribuição de dados brutos com bases, esquemas, tabelas, dados, etc.	Banco de dados operacional para coleta e distribuição de dados processados com bases, esquemas, tabelas, dados, etc.	Otimização operacional dos bancos de dados.	
Entrega de documentação detalhada sobre aplicação desenvolvida, contendo configurações, acessos, tecnologia, ferramentas. Entrega de tutorias para usuários de como utilizar a aplicação desenvolvida.	OE5	Emissão de documentação e tutorias	Relatório da documentação e tutoriais para usuários referentes aos códigos de interface e controle de hardware.	Relatório da documentação e tutoriais para usuários referentes aos códigos de interface gráfica para controle e monitoramento de sensores.	Relatório da documentação e tutoriais para usuários referentes aos códigos de coleta e distribuição de dados.	Relatório da documentação e tutoriais para usuários referentes aos códigos de análise, visualização e disseminação de dados científicos.	Relatório da documentação e tutoriais para usuários referentes aos bancos de dados e dos produtos de clima espacial.	



5.10.8 - Recursos Solicitados

5.10.8.1 - Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00	60	1	R\$ 249.600,00
	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\$ 249.600,00

Equipe do Projeto

Joaquim Eduardo Rezende Costa, Marcelo Banik de Pádua, Cristiano Max Wrasse, Ivan Márcio Barbosa

Referências Bibliográficas

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

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



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

Subprojeto 6.1: Desenvolvimento do sistema de controle de atitude e supervisão de bordo (ACDH) - Desenvolvimento de softwares para o AOCS do ACDH nacional.

6.1.1 – Introdução

A capacitação no subsistema de Controle de Atitude e Órbita e Supervisão de Bordo, é estratégica para o país. Atualmente poucos países detêm a tecnologia de projeto de ACDH. O **ACDH** apresenta-se dividido em duas partes: uma relativa ao controle de atitude e órbita (**AOCS** – “Attitude and Orbit Control System”) e outra relativa ao processamento dos dados a bordo e gerenciamento do satélite (**OBDH** – “On Board Data Handling”). O projeto tem como objetivo dotar o Brasil da tecnologia estratégica de controle orbital do satélite, essencial para um programa espacial autônomo.

Este subprojeto consta no Projeto 6 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE.

6.1.2 - Objetivo Geral

O objetivo geral é desenvolvimento do subsistema AOCS (parte do ACDH) para satélites, cuja tecnologia é estratégica e ainda não está desenvolvida no Brasil. Esta tecnologia é essencial para uma missão espacial utilizando satélites estabilizados em 3 eixos.

Objetivo Específico 1: Desenvolvimento do sistema de controle de atitude e órbita (AOCS/ACDH).

Descrição:

Este projeto trata do desenvolvimento de softwares para o sistema de controle de atitude e órbita (AOCS) integrante do ACDH nacional para uso nos futuros satélites. Este objetivo pode ser dividido em duas partes. Inicialmente, é necessário o desenvolvimento dos algoritmos embarcados necessários para a operação do AOCS, envolvendo propagação orbital, leis de controle nos diversos modos de operação, filtros para estimação de atitude e órbita, sistema de detecção, isolamento e recuperação de falhas (FDIR), entre outros. Após a construção do sistema embarcado e sua validação em simuladores existentes, deve-se também desenvolver softwares que integrarão o sistema de suporte elétrico em solo (EGSE). A construção do EGSE é de extrema importância porque ele é utilizado tanto para realizar os testes dos



equipamentos em nível de subsistema durante a adaptação para a missão como para testes sistêmicos durante a integração do satélite. Para isso, deve-se realizar a modelagem e construção de todos os algoritmos necessários para simular o ambiente espacial com relação à propagação orbital, propagação da atitude, dinâmica dos sensores e atuadores e perturbações desejadas. Além disso, também é necessário criar as interfaces compatíveis com os equipamentos relacionados ao AOCS que se comunicará com o computador de bordo.

Para atingir o OE1 serão realizadas as seguintes atividades:

1. Desenvolver o software embarcado do subsistema de controle de atitude e órbita (AOCS).
2. Construção do sistema de suporte elétrico em solo (EGSE) para o AOCS.

6.1.3 - Insumos

6.1.3.1 – Custeio

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Visita Técnica	Diárias	1600
Visita Técnica	Passagens	1800

6.1.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
6.1.1	Formação em Engenharia ou Tecnólogo em Elétrica/Eletrônica/ Mecânica/ Química/Física/ Computação/ Mecatrônica/Materiais ou áreas afins, com 7 (sete) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de	Experiência em projetos e com conhecimento em teoria de controle. Desejável conhecimento de linguagens de programação C/C++, Matlab, Julia	1	D-B	60	1



	<p>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.</p>	<p>e/ou similares.</p>				
--	---	------------------------	--	--	--	--

6.1.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
1 - Desenvolver o software embarcado do subsistema de controle de atitude e órbita (AOCS).	1	<p>N°. de Artigos</p> <p>N°. de Relatórios Técnicos</p> <p>Valor executado de bolsas para a fase</p> <p>N°. de documentos</p>	<p>Realizar projeto e testes dos algoritmos a serem programados no computador de bordo</p>	<p>Programar e testar solução escolhida em ambiente de teste existente</p>	<p>Produzir o modelo de engenharia</p>	<p>Validação do modelo de engenharia</p>	
2 - Construção do sistema de suporte elétrico em solo (EGSE) para o AOCS.	1	<p>N.o de Artigos</p> <p>N.o de Relatórios Técnicos</p> <p>Valor executado de bolsas para a fase</p> <p>N.o de documentos</p> <p>N.o de Esquemas elétricos</p>		<p>Realizar a modelagem do ambiente espacial para o EGSE.</p>	<p>Programar os algoritmos do EGSE.</p>	<p>Criar as interfaces de comunicação do EGSE.</p>	<p>Validação do EGSE utilizando a resposta obtida nos testes com o modelo de engenharia</p>



6.1.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre									
	2019		2020		2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1. - Desenvolver um sistema de controle (AOCS) para satélites estabilizados em três eixos										
1.1 – Projeto dos algoritmos a serem implementados no computador de bordo.	X	X								
1.2 – Programação dos algoritmos no computador de bordo.			X	X						
1.3 – Validação dos algoritmos no computador de bordo em ambiente de teste existente.					X	X				
2.- Construção do sistema de suporte elétrico em solo (EGSE) para o AOCS										
2.1 – Modelagem dos algoritmos para simulação do ambiente espacial a fim de se construir o EGSE.						X	X			
2.2 – Programação dos algoritmos e das interfaces de comunicação no EGSE.							X	X		
2.3 – Testar o EGSE utilizando os resultados com o teste do modelo de engenharia.									X	X

6.1.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas (%)				
			2019	2020	2021	2022	2023
1 – Modelo do computador de bordo com o software do AOCS	1	Documentação de projeto Relatórios de testes	20	20	20	20	20
2 – Equipamento de suporte e teste em solo (EGSE) para o AOCS	1	Software Operacional Relatórios de testes Documentação de projeto	10	20	20	30	20

6.1.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas (%)				
			2019	2020	2021	2022	2023
1- Capacitação tecnológica	1	Novo projeto de ACDH	20	20	20	20	20
2- Independência tecnológica	1	Domínio do ciclo completo de projeto de AOCS/ACDH para satélite	20	20	20	20	20
3- Produção Intelectual	1	Numero de artigos aceitos: 2 Relatórios Técnicos realizados: 5	20	20	20	20	20



6.1.8 - Recursos Solicitados

Custeio	Valor (R\$)
Diárias	1600,00
Passagens	1800,00
Total (R\$)	3400,00

6.1.8.1 - Bolsas:

PCI	Categoria / Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00	60	1	249.600,00
	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\$)					249.600,00

Equipe do Projeto

Ronaldo Arias

Fabio Armelin

Ronan Chagas

Mario Selingardi

Fabricio Kucinskis

Ulisses Thadeu Vieira Guedes



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

Paulo Giacomo Milani

Rafael Anderson Lopes

Silvio Manea

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.



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

Subtítulo 6.2: Desenvolvimento do sistema de controle de atitude e supervisão de bordo (ACDH) - Adaptação do Software de Supervisão de Bordo (COMAV) para o ACDH nacional

6.2.1 – Introdução

Satélites que necessitam de estabilização em três eixos possuem um sistema ACDH que tem a função de manter esta estabilidade. O ACDH apresenta-se dividido em duas partes: uma relativa ao controle de atitude e órbita (AOCS – “Attitude and Orbit Control System”) e outra relativa ao processamento dos dados a bordo e gerenciamento do satélite (OBDH – “On Board Data Handling”). O OBDH possui um computador de bordo com a função de realizar a supervisão de bordo do satélite. Este computador é uma tecnologia necessária para a independência tecnológica do país na área espacial.

Este subprojeto consta no Projeto 6 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE.

6.2.2 - Objetivo Geral

O objetivo geral é o desenvolvimento da adaptação do software de supervisão de bordo realizado para o Computador Avançado (COMAV) projetado para a PMM e utiliza-lo para fazer parte do ACDH nacional.

Objetivo Específico 1: Desenvolver um sistema de Supervisão de Bordo para satélites estabilizados em três eixos. – Adaptação do Software de Supervisão de Bordo do COMAV e infraestrutura para aplicativos de controle.

Descrição:

As atividades previstas para esta bolsa fazem parte da tarefa de adaptação do software de Supervisão de Bordo, desenvolvido no projeto COMAV/SIA, para o computador de bordo do ACDH Nacional para satélites estabilizados em três eixos.

Para atingir o OE1 serão realizadas as seguintes atividades:

1. Consolidação do conhecimento e produtos de software de Supervisão de Bordo já disponíveis no INPE;



2. Adaptação do software de Supervisão de Bordo desenvolvido no projeto COMAV/SIA para o ACDH Nacional;
3. Teste do SW de Supervisão de Bordo do ACDH nacional.

6.2.3 - Insumos

6.2.3.1 – Custeio

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Visita Técnica	diárias	1600
Visita Técnica	passagens	1800

6.2.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria /nível	Meses	Quantidade
6.2.1	Profissional com diploma de nível superior em Engenharia Elétrica/Eletrônica/Computação, Análise de Sistemas/Ciência da Computação ou áreas afins e experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação.	Experiência em projetos de software	1	D-D	60	1



6.2.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
1- •Consolidação do conhecimento e produtos de software de Supervisão de Bordo já disponíveis no INPE	1	N.o de Artigos N.o de Relatórios Técnicos Valor executado de bolsas para a fase N.o de documentos	Identificação dos produtos de software disponíveis e ferramentas e ambientes de desenvolvimento	.				
2- Adaptação do software de Supervisão de Bordo desenvolvido no projeto COMAV/SIA para o ACDH Nacional	1	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		Análise da Adaptação e/ou complementação do software existente para o ACDH.	Adaptação e/ou complementação do software existente para o ACDH.	.		
3 - Teste do SW de Supervisão de Bordo do ACDH nacional	1	N.o de Relatórios técnicos				Aplicação de testes ao SW de supervisão de bordo do ACDH.	Testes dinâmicos do SW de supervisão de bordo do ACDH.	

6.2.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre									
	2019		2020		2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Desenvolver um sistema de controle (ACDH) para satélites estabilizados em três eixos										
1. - Consolidação do conhecimento e produtos de software de Supervisão de Bordo já disponíveis no INPE	x	x								
1.1 – Análises do SW para a adaptação			x	x						
2. - Desenvolvimento da adaptação do SW de Supervisão de Bordo já existente no INPE para o ACDH nacional					x	x				
2.1 – Aplicações de testes ao SW							x	x		
3. Testes dinâmicos do SW de Supervisão de Bordo para o ACDH nacional									x	x

6.2.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas(%)				
			2019	2020	2021	2022	2023
SW de Supervisão de Bordo para o ACDH, com a infraestrutura necessária para a integração com aplicativos de AOCS.	1	Software aplicativo de Supervisão de Bordo instalado no computador e documentação associada (documentação de requisitos, projeto e testes)	10	20	20	30	20



6.2.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas(%)				
			2019	2020	2021	2022	2023
1- Capacitação tecnológica	1	Novo projeto de AOCS	20	20	20	20	20
2- Independência tecnológica	1	Domínio do ciclo completo de SW de Supervisão de Bordo para o ACDH para satélite	20	20	20	30	10
3- Produção Intelectual	1	Numero de artigos aceitos: 2 Relatórios Técnicos realizados: 5	20	20	20	20	20

6.2.8 - Recursos Solicitados

Custeio	Valor (R\$)
Diárias	1.600,00
Passagens	1.800,00
Total (R\$)	3.400,00

6.2.8.1 - 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	60	1	171.600,00
	E	1.950,00			
	F	900,00			



PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					171600,00

Equipe do Projeto

Ronaldo Arias

Fabio Armelin

Ronan Chagas

Mario Selingardi

Fabricio Kucinskis

Marcio Afonso Arimura Fialho

Silvio Manea

Referências Bibliográficas

[1] Fink D.G. – Electronics Engineers´Handbook –McGraw-Hill

[2] Wertz, J. R; Spacecraft Attitude Determination and Control, D. Reidel Publishing ,
Dordrecht, Holand, 1978.

[3] Wertz, J. R; Larson, W..J.; Space Mission Analysis and Design, Kluwer Academic Publishers,
Dordrecht, Holand, 1991



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

Subprojeto 6.3: Desenvolvimento do sistema de controle de atitude e supervisão de bordo (ACDH) - Adaptação de hardware do EGSE (Electrical Ground Support Equipment) para o sistema de Supervisão de Bordo do ACDH nacional

6.3.1 – Introdução

O ACDH (Attitude Control Data Handler) é um sistema complexo que permite a estabilização do satélite em três eixos, o que é fundamental para missões de imageamento. O ACDH apresenta-se dividido em duas partes: uma relativa ao controle de atitude e órbita (AOCS – “Attitude and Orbit Control System”) e outra relativa ao processamento dos dados a bordo e gerenciamento do satélite (OBDH – “On Board Data Handling”). Cada parte do ACDH necessita de um EGSE que permita realizar testes, simulando o satélite, validando assim os algoritmos e o hardware do sistema.

Este subprojeto consta no Projeto 6 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE.

6.3.2 - Objetivo Geral

O objetivo geral é o desenvolvimento da adaptação do hardware do EGSE para a supervisão de bordo do ACDH aproveitando o conhecimento e desenvolvimentos feitos para projetos anteriores.

Objetivo Específico 1: Desenvolver um sistema de Controle de Atitude, Órbita e Supervisão de Bordo (OBDH) para satélites estabilizados em três eixos.- Hardware do EGSE do Computador de Bordo

Descrição:

As atividades previstas para esta bolsa fazem parte da tarefa de adaptação do hardware do EGSE (Electrical Ground Support Equipment) do Modelo de Engenharia do Computador de Bordo desenvolvido do projeto COMAV/SIA para o Sistema de Supervisão de Bordo do subsistema ACDH Nacional para satélites estabilizados em três eixos.

Para atingir o OE1 serão realizadas as seguintes atividades:



1. Identificação dos requisitos do EGSE do ACDH Nacional;
2. Identificação dos recursos do EGSE do computador de bordo do projeto COMAV/SIA disponíveis no INPE e estudo de rede de comunicação rápida tipo SpaceWire como alternativa à rede MIL-STD-1553 do COMAV
3. Participar do desenvolvimento do novo hardware para o EGSE do Computador de Bordo Avançado (COMAV)

6.3.3 - Insumos

6.3.3.1 – Custeio

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Visita Técnica	diárias	1600
Visita Técnica	passagens	1800

6.3.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
6.3.1	Formação em Engenharia Elétrica, Eletrônica, Computação, Mecatrônica, Tecnólogo em Computação, Eletrônica ou áreas afins, com 5 (cinco) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação após a obtenção do diploma de	Experiência em projetos digitais. Desejável conhecimento em Processadores e FPGAs.	1	D-C	60	1



	nível superior, ou com grau de mestre.					
--	--	--	--	--	--	--

6.3.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
1- Identificação dos requisitos do EGSE do ACDH Nacional	1	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	EGSE do ACDH Nacional					
2- Identificação dos recursos do EGSE do computador de bordo do projeto COMAV/SIA disponíveis no INPE /Estudo de rede de comunicação rápida tipo SpaceWire como alternativa à rede MIL-STD-1553	1	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	Avaliação dos protocolos	Identificação dos recursos do EGSE do computador de bordo do projeto COMAV/SIA				



3 - Participar da adaptação do EGSE do computador de bordo do projeto COMAV/SIA para o computador de bordo do ACDH Nacional	1	N.o de Relatórios Técnicos Valor executado de bolsas para a fase N.o de documentos N.o de Esquemas elétricos		Adaptação do EGSE/ Testes comparativos de barramentos	Adaptação do EGSE	Adaptação do EGSE	Operacionalização do EGSE
---	---	---	--	---	-------------------	-------------------	---------------------------

6.3.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre									
	2019		2020		2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Desenvolver a adaptação do EGSE do projeto COMAV/SIA para o ACDH										
1 - Identificação dos requisitos do EGSE do ACDH Nacional	x	x								
2 - Identificação dos recursos do EGSE do computador de bordo do projeto COMAV/SIA disponíveis no INPE			x	x						
3 - Participar da adaptação do EGSE do computador de bordo do projeto COMAV/SIA para o computador de bordo do ACDH Nacional					x	x				
3.1 – Verificação da adaptação do EGSE							x	x		
3.2 – Validação da Adaptação do EGSE									x	x



6.3.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas(%)				
			2019	2020	2021	2022	2023
1- EGSE do ACDH Nacional	1	EGSE do computador do ACDH operacional Documentação de projeto Relatórios de testes Esquemas Elétricos	20	20	20	20	20

6.3.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas(%)				
			2019	2020	2021	2022	2023
1- Capacitação tecnológica	1	Projeto do EGSE do ACDH	20	20	20	20	20
2- Independência tecnológica	1	Domínio do ciclo completo de projeto de sistemas de teste de ACDH para satélite	20	20	20	30	10
3- Produção Intelectual	1	Numero de artigos aceitos: 2 Relatórios Técnicos realizados: 5	20	20	20	20	20

6.3.8 - Recursos Solicitados

Custeio	Valor (R\$)
Diárias	1.600,00
Passagens	1.800,00
Total (R\$)	3.400,00



6.3.8.1 - Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00			
	C	3.380,00	60	1	202800,00
	D	2.860,00			
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					202800,00

Equipe do Projeto

Ronaldo Arias

Fabio Armelin

Ronan Chagas

Mario Selingardi

Fabricio Kucinskis

Marcio Afonso Arimura Fialho

Silvio Manea

Referências Bibliográficas

[1] Fink D.G. – Electronics Engineers’ Handbook –McGraw-Hill

[2] Wertz, J. R; Spacecraft Attitude Determination and Control, D. Reidel Publishing ,
Dordrecht, Holand, 1978.

[3] Wertz, J. R; Larson, W.J.; Space Mission Analysis and Design, Kluwer Academic Publishers,
Dordrecht, Holand, 1991



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

Subprojeto 6.4: Desenvolvimento de Antenas para Sistema Radar de Abertura Sintética (SAR)

6.4.1 – Introdução

O Radar Abertura Sintética (SAR) embarcado em satélites é capaz de cobrir toda a superfície terrestre e fornece uma resolução espacial mais fina do que é possível com radares de feixe de varredura convencionais.

O SAR opera na região das micro-ondas de radio, esta região permite que o imageamento SAR tenha os seguintes atributos:

- Independência de fonte solar (sensor ativo) com versatilidade de imageamentos diurno/noturno,
- É pouco afetado pela atmosfera (micro-ondas penetram nuvens, e em certa extensão, até chuvas),
- É o único sensor remoto que permite penetrabilidade nos alvos,
- É independentemente de abertura física da antena (isto permite ao SAR criar imagens de alta resolução com relativamente pequenas antenas físicas)

Um dos subsistemas considerado como o coração do sistema é a antena SAR.

Este subprojeto consta no Projeto 6 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE.

6.4.2 - Objetivo Geral

O objetivo geral é o domínio da tecnologia de antena SAR para satélites radares, onde o desenvolvimento de uma antena SAR para satélites de órbita baixa é fundamental para o avanço tecnológico e independência tecnológica do país.

Objetivo Específico 1: Desenvolvimento de Antenas para Sistema Radar de Abertura Sintética (SAR)

Descrição:

A antena deverá ser desenvolvida com tecnologia microstrip, refletor ou guia de onda, com grande estabilidade mecânica, térmica e do centro de fase, nas diversas polarizações.

Para atingir o OE1 serão realizadas as seguintes atividades:



1. Estudo de topologias de antenas SAR
2. Desenvolvimento de protótipo de Antenas para Sistema Radar de Abertura Sintética (SAR)

6.4.3 - Insumos

6.4.3.1 – Custeio

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Visita técnica	Diárias	1.600,00
Visita técnica	Passagens	1.800,00

6.4.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
6.4.1	Formação em Engenharia ou Tecnólogo em Elétrica, Eletrônica, Mecatrônica ou áreas afins, com 5 (cinco) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação após a obtenção do diploma de nível superior, ou com grau de mestre.	Experiência em projetos de eletrônica. Desejável conhecimento em antenas.	1	D-C	60	1

6.4.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
1- Estudo de topologia de redes de Antena SAR	1	N.o de Artigos N.o de Relatórios Técnicos Valor executado de bolsas para a fase N.o de documentos	Definição do sistema de antena a ser desenvolvidos					
2. Desenvolvimento de protótipo de Antena SAR	1	N.o de Artigos N.o de Relatórios Técnicos Valor executado de bolsas para a fase N.o de documento N.o de Esquemas Elétricos		Análises, planejamento e projeto de antena a ser desenvolvido	Construção da antena conceito	Testes da antena conceito	Testes ambientais do modelo conceito para validação do projeto	

6.4.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre									
	2019		2020		2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1- Estudo das topologias de rede de Antena SAR	x	x								
1.1 – Simulação de Antena SAR			x	x						
2. Desenvolvimento do protótipo da rede escolhida Antena SAR					x	x				
2.1 – Construção da antena conceito						x	x			



2.2 – Testes da antena conceito								X	X		
2.3 – Testes ambientais										X	X

6.4.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas(%)				
			2019	2020	2021	2022	2023
1. Topologia de Rede de Antena SAR consolidada	1	1- Documentação de projeto 2- Relatórios de simulações 3- Relatórios da topologia escolhida	50	50			
2. Modelo funcional da rede escolhida.	1	Modelo operacional Relatórios de testes Documentação de processos Documentação de procedimentos		20	20	30	30

6.4.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas (%)				
			2019	2020	2021	2022	2023
1- Capacitação tecnológica	1	Projeto de Antena SAR disponível.	20	20	20	20	20
2- Independência tecnológica	1	Domínio do ciclo completo de projeto de antena SAR	20	20	20	30	10
3- Produção Intelectual	1	Numero de artigos aceitos: 2 Relatórios Técnicos realizados: 5	20	20	20	20	20

6.4.8 - Recursos Solicitados

Custeio	Valor (R\$)
Diárias	1.600,00
Passagens	1.800,00



Total (R\$)	3.400,00
-------------	----------

6.4.8.1 - Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00			
	C	3.380,00	60	1	202800
	D	2.860,00			
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					202800,00

Equipe do Projeto

Mario Selingardi

Carlos Alberto Iennaco Miranda

Carlos Alberto Bento Goncalves

Filipe de Simone Cividanes

Ivan Laurindo Tosetto Junior

Jose Antônio Rodrigues

Jognes Panasiewicz Junior

Luciano Barros Cardoso da Silva

Rodolfo Antonio da Silva Araujo

Sergio Roberto Scocato Teixeira Junior

Mateus Carlos Ferraz de Aguiar

Silvio Manea



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.



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

Subprojeto 6.5: Desenvolvimento de Eletrônica de Radiofrequência para Sistema Radar de Abertura Sintética

6.5.1 – Introdução

O radar SAR utiliza uma antena pequena e através de processamento digital consegue sintetizar uma grande antena obtendo assim a mesma resolução de uma antena radar convencional. Fornece também uma resolução espacial mais fina do que é possível com radares de feixe de varredura convencionais. Para satélites Radar a eletrônica da antena SAR é uma eletrônica de alto desempenho e resistente ao ambiente espacial. Esta eletrônica necessita ser desenvolvida e é parte fundamental do esforço em obter independência tecnológica na área de radares em satélites.

Este subprojeto consta no Projeto 6 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE.

6.5.2 - Objetivo Geral

O objetivo geral é o desenvolvimento da eletrônica da antena de abertura sintética. A eletrônica de radiofrequência de uma antena é a parte que garante uma alta eficiência de funcionamento da mesma. O desenvolvimento deste subsistema é parte do projeto de um sistema SAR embarcado.

Objetivo Específico 1: Desenvolvimento de Eletrônica de Radiofrequência para Sistema Radar de Abertura Sintética.

Descrição: A eletrônica de um SAR exige alta capacidade de processamento e o desenvolvimento de Transmissor/Receptor que incluem circuitos em estado sólido, digitais, com alta estabilidade térmica, linearidade de fase e de baixo ruído, altamente reconfigurável.

Para atingir o OE1 serão realizadas as seguintes atividades:

1. Definição do front-end da Antena SAR
2. Desenvolvimento da eletrônica de front-end das antenas para o para Sistema Radar de Abertura Sintética



6.5.3 - Insumos

6.5.3.1 – Custeio

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Visita técnica	Diárias	1.280,00
Visita técnica	Passagens	1.600,00

6.5.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
6.5.1	Formação em Engenharia ou Tecnólogo em Elétrica, Eletrônica, Mecatrônica ou áreas afins, com 5 (cinco) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação após a obtenção do diploma de nível superior, ou com grau de mestre.	Experiência em projetos eletrônicos. Desejável conhecimento de eletrônica analógica de radiofrequência.	1	D-C	60	1

6.5.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
1- •Definição do front-end da Antena SAR	1	N.o de Artigos N.o de Relatórios Técnicos Valor executado de bolsas para a fase N.o de documentos	Definição do front-end das antenas e os sistemas a serem desenvolvidos.	Análises, planejamento e projeto de eletrônica de front-end.				
2- •Desenvolvimento da eletrônica de front-end das antenas para o para Sistema Radar de Abertura Sintética	1	N.o de Artigos N.o de Relatórios Técnicos Valor executado de bolsas para a fase N.o de documentos			Fabricação da eletrônica front-end.	Construção dos Modelos de engenharia	Testes dos modelos de Engenharia para validação do projeto	

6.5.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre									
	2019		2020		2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1. Satélite Radar – SAR – Concepção do front-end	x	x								
1.1 – Projeto da Eletrônica de Front-end			x	x						
2 Desenvolvimento da eletrônica de radiofrequência (Front-end)					x	x				
2.1 – Fabricação da Eletrônica de Front-end							x	x		
2.2 – Testes da Eletrônica de Front-end									x	x



6.5.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas (%)				
			2019	2020	2021	2022	2023
1. Eletrônica de Radiofrequência para SAR do Satélite Radar	1	1- Documentação de Requisitos de Missão 2- Documentação de Sistema da Missão	50	50			
2. Modelo de engenharia	1	1- Documentação de processos 2- Documentação de procedimentos 3- Relatórios de testes 4- N.o de esquemas elétricos			30	40	30

6.5.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas (%)				
			2019	2020	2021	2022	2023
1- Capacitação tecnológica	1	Novos projetos de antenas SAR			30	30	40
2- Independência tecnológica	1	Domínio do ciclo completo de projeto de eletrônica front-end SAR	20	20	20	30	10
3- Produção Intelectual	1	Numero de artigos aceitos: 2 Relatórios Técnicos realizados: 5	20	20	20	20	20



6.5.8 - Recursos Solicitados

Custeio	Valor (R\$)
Diárias	1.280,00
Passagens	1.600,00
Total (R\$)	2.880,00

6.5.8.1 - Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00			
	C	3.380,00	60	1	202.800,00
	D	2.860,00			
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					202.800,00

Equipe do Projeto

Mario Selingardi

Carlos Alberto Iennaco Miranda

Carlos Alberto Bento Goncalves

Filipe de Simone Cividanes

Ivan Laurindo Tosetto Junior

Jose Antônio Rodrigues

Jognes Panasiewicz Junior

Luciano Barros Cardoso da Silva

Rodolfo Antonio da Silva Araujo

Mateus Carlos Ferraz de Aguiar

Sergio Roberto Scocato Teixeira Junior



Silvio Manea

Referências Bibliográficas

[1] Fink D.G. – Electronics Engineers´ Handbook –McGraw-Hill

[2] Wertz, J. R; Spacecraft Attitude Determination and Control, D. Reidel Publishing ,
Dordrecht, Holand, 1978.

[3] Wertz, J. R; Larson, W..J.; Space Mission Analysis and Design, Kluwer Academic Publishers,
Dordrecht, Holand, 1991



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

Subprojeto 6.6: Projeto Óptico para uma Câmera de Correção Atmosférica

6.6.1 – Introdução

Câmeras a bordo de satélites sofrem influência da atmosfera ao captar a radiação refletida pela Terra para geração de imagens.

Para corrigir a influência da atmosfera na imagem gerada é necessário implementar algoritmos, cujos parâmetros são obtidos a partir de medidas de bandas espectrais específicas para esse fim.

Para aquisição de tais bandas pode ser usada uma câmera com sensor multiespectral e com um sistema óptico otimizado para atender a todos os requisitos de desempenho.

O domínio da tecnologia de projetos ópticos é de fundamental importância, sendo considerada uma área estratégica dominada por poucos países.

Este subprojeto consta no Projeto 6 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE.

6.6.2 - Objetivo Geral

Os sensores multiespectrais possuem suas bandas posicionadas justamente nas janelas atmosféricas, as quais apresentam pouca absorção atmosférica. O objetivo geral é o desenvolvimento do ciclo completo do projeto óptico a ser utilizado em uma câmera de correção atmosférica a ser embarcada em satélite.

Objetivo Específico 1: Projeto Óptico para uma Câmera de Correção Atmosférica.

Descrição: O objetivo é desenvolver o projeto óptico de uma câmera para correção da absorção atmosférica, com três bandas espectrais no visível e infravermelho próximo, para estudos de aerossóis e vapor d'água (e, opcionalmente, uma banda no SWIR – Short Wave Infrared, para nuvens do tipo Cirrus), com campo de visão correspondente ao do instrumento imageador carga útil de uma determinada missão.

Para atingir o OE1 serão realizadas as seguintes atividades:

1. Pesquisa aplicada e testes de novas configurações de óptica.



2. Projeto de uma óptica para câmera de correção atmosférica.
3. Concepção para fabricação do modelo funcional.

6.6.3 - Insumos

6.6.3.1 – Custeio

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Visita técnica	Diárias	1.280,00
Visita técnica	Passagens	1.600,00

6.6.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
6.6.1	Formação em Engenharia, Tecnólogo em Elétrica, Eletrônica, Mecânica, Física, Mecatrônica, Materiais 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.	Desejável experiência em projetos ópticos de câmeras.	1	D-A	60	1



6.6.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
1- Pesquisa aplicada e testes de novas configurações de óptica.	1	N.o de Artigos N.o de Relatórios Técnicos Valor executado de bolsas para a fase N.o de documentos	Estudo de sistema óptico para câmera de correção atmosférica.	Estudo de sistema óptico para câmera de correção atmosférica			
2- Projeto de uma óptica para câmera de correção atmosférica	1	N.o de Artigos N.o de Relatórios Técnicos Valor executado de bolsas para a fase N.o de documentos N.o de desenhos mecânicos	.		Projeto da óptica para câmera de correção atmosférica.	Verificação e validação do projeto	
3- Concepção para fabricação do modelo funcional	1	N.o de Artigos N.o de Relatórios Técnicos Valor executado de bolsas para a fase N.o de documentos N.o de desenhos mecânicos			.		Desenvolvimento do pacote de trabalho para a fabricação do modelo funcional e acompanhamento.

6.6.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre									
	2019		2020		2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1- Pesquisa aplicada e testes de novas configurações de óptica.	x	x								
1.1 – Definição de projeto óptico			x	x						
2- Projeto de uma óptica para câmera de correção atmosférica					x	x				
2.1 - Verificação e validação do projeto							x	x		
3- Concepção para fabricação do modelo funcional									x	x

6.6.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas (%)				
			2019	2020	2021	2022	2023
Projeto de Óptica para câmera de correção atmosférica	1,	Modelo funcional do Canhão Ótico Relatórios de testes Documentação de projeto	10	20	20	30	20

6.6.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas (%)				
			2019	2020	2021	2022	2023
1- Capacitação tecnológica	1	Novos projetos			20	40	40
3- Independência tecnológica	1	Domínio do ciclo completo de projeto de óptica para câmera de correção atmosférica	20	20	20	30	10



5- Produção Intelectual	1	Numero de artigos aceitos: 2 Relatórios Técnicos realizados: 5	2	20	20	20	20
-------------------------	---	---	---	----	----	----	----

6.6.8 - Recursos Solicitados

Custeio	Valor (R\$)
Diárias	1.280,00
Passagens	1.600,00
Total (R\$)	2.880,00

6.6.8.1 - Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00	60	1	312.000,00
	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\$)					312.000,00

Equipe do Projeto

Mario Selingardi

Jose Dias de Matos

Antônio Lopes Filho

Bráulio Fonseca Carneiro de Albuquerque



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

Marco Antônio Pizarro

Marcio Fialho

Silvio Manea

Referências Bibliográficas

[1] Fink D.G. – Electronics Engineers' Handbook –McGraw-Hill

[2] Wertz, J. R; Spacecraft Attitude Determination and Control, D. Reidel Publishing ,
Dordrecht, Holand, 1978.

[3] Wertz, J. R; Larson, W..J.; Space Mission Analysis and Design, Kluwer Academic Publishers,
Dordrecht, Holand, 1991



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

Subprojeto 6.7: Implementação do Projeto Térmico de Satélites baseados na PMM

6.7.1 – Introdução

Vários dispositivos e técnicas para controle térmico de satélites foram desenvolvidos/aperfeiçoados ao longo dos últimos anos pelo INPE, em temas como resistência térmica de contato, mantas térmicas super-isolantes (MLIs), tubos de calor, venezianas térmicas, capacitores térmicos e programa para análise térmica de satélite. A implementação deste conhecimento em um projeto de satélites leva ao domínio, no Brasil, de uma área essencial para o projeto e construção de satélites.

Este subprojeto consta no Projeto 6 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE.

6.7.2 - Objetivo Geral

O objetivo geral é o desenvolvimento do projeto térmico da PMM e que poderá ser derivado para as diversas missões a serem realizadas utilizando a PMM. A plataforma PMM (Plataforma Multi Missão) foi prevista para ser um satélite de construção rápida, pois o módulo de serviço já está pronto e disponível para diversas missões (cargas uteis diferentes).

Objetivo Específico 1: Implementação do Projeto Térmico de Satélites baseados na PMM.

Descrição: O projeto térmico de satélites baseados na PMM consiste em pesquisa e desenvolvimento de dispositivos para controle térmico de satélites, análise numérica, implementação física do modelo desenvolvido e teste do mesmo.

As atividades de pesquisa e desenvolvimento englobam estudos relativos a diversos elementos de controle térmico de satélites, tais como isolantes de múltiplas camadas (MLI), materiais para preenchimento de interface térmica, revestimentos térmicos (tintas, fitas e OSR - Optical Solar Reflectors), etc.

As atividades de implementação física do modelo envolverão toda a fabricação e aplicação/instalação dos dispositivos de controle térmico no satélite.

A realização de testes, como o teste de balanço térmico e teste vácuo térmico, sobre o(s) elemento(s) desenvolvido(s) ou o sistema completo deverá ocorrer tanto em níveis de qualificação como de aceitação.



Paralelamente as estas atividades trabalha-se com análise numérica, como ferramenta de auxílio, para a execução do projeto.

Para atingir o OE1 serão realizadas as seguintes atividades:

1. Pesquisa e desenvolvimento de projeto Térmico para plataforma PMM
2. Construção do modelo desenvolvido
3. Testes do modelo desenvolvido

6.7.3 - Insumos

6.7.3.1 – Custeio

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Visita técnica nacional	Diárias	1.280,00
Visita técnica nacional	Passagens	1.600,00

6.7.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria /nível	Meses	Quantidade
6.7.1	Formação em Engenharia ou Tecnólogo em Elétrica, Eletrônica, Mecânica, Química, Computação, Mecatrônica, Materiais ou áreas afins, com 5 (cinco) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação após a	Desejável experiência em projetos térmicos, inglês avançado e conhecimento de ferramentas de análise térmica.	3	D-C	60	1



	obtenção do diploma de nível superior, ou com grau de mestre.					
--	---	--	--	--	--	--

6.7.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
1- Desenvolvimento de projeto térmico para satélites baseados na PMM	1	N.o de Artigos N.o de Relatórios Técnicos Valor executado de bolsas para a fase N.o de documentos N.o de desenhos mecânicos	Realizar projeto térmico de um satélite.	Desenvolver o modelo conceito para os testes de validação da solução			



2- Construção do modelo térmico	1	N.o de Artigos N.o de Relatórios Técnicos Valor executado de bolsas para a fase N.o de documentos N.o de desenhos mecânicos	.		Construir projeto térmico de um satélite.	Produzir o modelo térmico de Engenharia.	.
3- Testes do modelo desenvolvido	1	N.o de Artigos N.o de Relatórios Técnicos Valor executado de bolsas para a fase N.o de documentos N.o de desenhos mecânicos	.			Testar projeto térmico de um satélite.	Testes ambientais e validar o modelo térmico de engenharia.

6.7.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre									
	2019		2020		2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Pesquisa e desenvolvimento em Controle Térmico de Satélites										
1.. Pesquisa e desenvolvimento de projeto Térmico para plataforma PMM	X	X								
1.1 Definição de modelo térmico PMM			X	X						



2. Construção do modelo desenvolvido					X	X				
2.1 Testes de subconjuntos							X	X		
3. Testes do modelo desenvolvido									X	X

6.7.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas(%)				
			2019	2020	2021	2022	2023
Modelo Térmico do satélite	1	Modelo Térmico funcional Relatórios de testes Documentação de projeto	20	30	30	10	10
Protótipo do Modelo Térmico Construído	1	Protótipo do Modelo Operacional Relatórios de testes Documentação de projeto	20	30	30	10	10

6.7.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas (%)				
			2019	2020	2021	2022	2023
1- Capacitação tecnológica	1	Novos projetos	20	20	20	20	20
2- Independência tecnológica	1	Domínio do ciclo completo de projeto de satélite	20	20	20	30	10
3- Produção Intelectual	11	Numero de artigos aceitos: 2 Relatórios Técnicos realizados: 5	20	20	20	20	20



6.7.8 - Recursos Solicitados

Custeio	Valor (R\$)
Diárias	1.600,00
Passagens	1.800,00
Total (R\$)	3.400,00

6.7.8.1 - Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00			
	C	3.380,00	60	1	202800,00
	D	2.860,00			
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					202800,00

Equipe do Projeto

Marcelo Petry Rodrigues

Douglas Felipe da Silva

Gino Genaro

Rafael Lopes Costa

Valeri Vlassov Vladimirovich

Silvio Manea



Referências Bibliográficas

- [1] Fink D.G. – Electronics Engineers’ Handbook –McGraw-Hill
- [2] Wertz, J. R; Spacecraft Attitude Determination and Control, D. Reidel Publishing , Dordrecht, Holand, 1978.
- [3] Wertz, J. R; Larson, W..J.; Space Mission Analysis and Design, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Holand, 1991



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

Subprojeto 6.8: Barramento de Dados de Alta Velocidade Embarcado para Satélites LEO e GEO

6.8.1 – Introdução

O desenvolvimento de novas missões utilizando câmeras de alta resolução e satélites radares geram um volume de dados muito alto inviabilizando o download para serem processados em terra. Este processamento deve ser feito a bordo necessitando de sistemas de alta velocidade (processadores, memórias, barramentos e conversores).

A Agência Espacial Europeia – ESA desenvolveu o barramento de dados com o protocolo SpaceWire, visando a construção de sistemas de manuseio de dados de alto desempenho a bordo (redução de dados a bordo), ajudar a reduzir os custos de integração do sistema e diminuir a necessidade de uma banda passante grande na transferência de dados do satélite para o centro de controle na Terra.

Os instrumentos, unidades de processamento, dispositivos de memória de massa e sistemas de telemetria de downlink que utilizam interfaces SpaceWire desenvolvidos para uma missão, podem ser prontamente usados em outra.

Este subprojeto consta no Projeto 6 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE.

6.8.2 - Objetivo Geral

O objetivo geral é o desenvolvimento de um barramento de alta velocidade para satélites com a função de permitir o fluxo de grande quantidade de dados, gerados por cargas úteis (subsistemas e equipamentos) de vários tipos de missões, podendo assim ser processados a bordo reduzindo a necessidade de download de dados brutos e reduzindo assim a necessidade de enlaces de grande velocidade. Esta tecnologia visa dotar o país de capacidade própria no desenvolvimento de sistemas espaciais com alta geração de dados.

Objetivo Específico 1: Desenvolver um Barramento de Dados de Alta Velocidade Embarcado para Satélites LEO e GEO do sistema de controle (ACDH) para satélites estabilizados em três eixos. Para atingir o OE1 serão realizadas as seguintes atividades:

1. Desenvolvimento de software SpaceWire para o Computador de bordo avançado
2. Desenvolvimento de hardware SpaceWire para o Computador de bordo avançado



Descrição: O projeto tem como foco o desenvolvimento de um protótipo de barramento SpaceWire para ser uma alternativa ao barramento MIL-STD 1553, considerado lento para sistemas de alto desempenho tais como processamento de imagens a bordo, e também devido aos embargos tecnológicos já sofridos pelo Brasil.

6.8.3 - Insumos

6.8.3.1 – Custeio

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Visita técnica nacional	Diárias	1.280,00
Visita técnica nacional	Passagens	1.600,00
Visita técnica a ESA	Diárias	20.000,00
Visita técnica a ESA	Passagens	8.000,00

6.8.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
6.8.1	Formação em Engenharia ou 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	Experiência em projetos eletrônicos, inglês avançado e desejável experiência em linguagem VHDL e em Hardware digital e FPGA	1	D-B	60	1

	há, no mínimo, 4 (quatro) anos.					
--	---------------------------------	--	--	--	--	--

6.8.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
1- Desenvolver software do Barramento de alta velocidade SpaceWire em satélite.	1	N.o de Artigos N.o de Relatórios Técnicos Valor executado de bolsas para a fase N.o de documentos	Realizar projeto e testes dos algoritmos a serem implementados	Escrever o software para o barramento.	Iniciar os testes do software embarcado	Verificação e validação do software funcional.	Testes ambientais e validação do software no hardware do modelo de engenharia.
2- Desenvolver hardware do Barramento de alta velocidade SpaceWire em satélite.	1	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	Realizar projeto e testes do hardware necessário para o barramento	Montar o hardware	Iniciar os testes do software embarcado e do hardware associado	Produzir o modelo de engenharia para validar o projeto	Testes ambientais e validação do modelo de engenharia.



6.8.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre									
	2019		2020		2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Desenvolver software para Barramento de alta velocidade SpaceWire em satélite.										
1.1 Concepção e projeto – Software e Hardware Bus SpW	x	x								
1.2 Concepção e projeto Barramento de Dados de Alta Velocidade		x	x							
1.3 Software de Controle e Operação do Hardware				x	x					
Desenvolver hardware para Barramento de alta velocidade SpaceWire em satélite.										
2.1 Integração do Hardware						x	x			
2.2 Validação e Testes dos algoritmos e controles do Modelo integrado								x	x	
2.3 Validação e testes do subsistema									x	x

6.8.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas (%)				
			2019	2020	2021	2022	2023
1. Software de barramento de dados	1	Software Operacional Documentação de projeto Relatórios de testes	20	20	20	20	20



2. Hardware funcional de barramento SpaceWire	1	Hardware Operacional Relatórios de testes Documentação de projeto	10	20	20	30	20
---	---	---	----	----	----	----	----

6.8.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas (%)				
			2019	2020	2021	2022	2023
1- Capacitação tecnológica	1	Novos projetos	20	20	20	20	20
2- Independência tecnológica	1	Domínio do ciclo completo de projeto de barramento de alta velocidade de satélite	20	20	20	30	10
3- Produção Intelectual	1	Numero de artigos aceitos: 2 Relatórios Técnicos realizados: 5	20	20	20	20	20

6.8.8 - Recursos Solicitados

Custeio	Valor (R\$)
Diárias	21.280,00
Passagens	9.600,00
Total (R\$)	30.880,00



6.8.8.1 - Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00	60	1	249.600,00
	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\$)					249600,00

Equipe do Projeto

Silvio Manea

Marcio Fialho

Fabio Armelin

Ronaldo Arias

Mario Selingardi

Antonio Lopes Filho

Referências Bibliográficas

[1] Wertz, J. R; Spacecraft Attitude Determination and Control, D. Reidel Publishing , Dordrecht, Holand, 1978.

[2] Wertz, J. R; Larson, W..J.; Space Mission Analysis and Design, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Holand, 1991.

[3] Parker S., SpaceWire User's Guide – Star-Dundee



Projeto 7: Centros Regionais do INPE

Subprojeto 7.1: Projeto de Detecção de Degradação e Exploração Florestal em tempo quase real - DETER-B

7.1.1 – Introdução

O Centro Regional da Amazônia possui entre suas missões, o monitoramento por satélite da Amazônia Brasileira e o Projeto DETER-B está alinhado ao Projeto 7 – Centros Regionais do INPE do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, que tem como meta realizar pesquisa e desenvolvimento tecnológico para: realizar a modernização do Sistema Brasileiro de Coleta de Dados Ambientais (SBCDA) por satélites; Engenharia Espacial para nanossatélites; Computação Científica, Clima Espacial, Previsão do Tempo e Sensoriamento Remoto para as regiões da caatinga, pampas, amazônica e Antártida.

O Projeto DETER-B surgiu a partir observação na alteração do padrão de desmatamento na Amazônia. Atualmente, a maior parte dos polígonos de desmatamento mapeado pelo PRODES possui área unitária menor que 25 hectares. O projeto DETER-A, surgido em 2004, utiliza imagem do sensor MODIS com 250 metros de resolução espacial e não é capaz de detectar com detalhe este padrão de desmatamento. Desenvolvido no Centro Regional da Amazônia, o projeto DETER-B veio para preencher esta demanda, uma vez que identifica e mapeia, em tempo quase real, desmatamentos e demais alterações na cobertura florestal com área mínima próxima a 1 ha.

São utilizadas imagens dos sensores WFI, do satélite CBERS-4 (Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres) e AWiFS, do satélite IRS (*Indian Remote Sensing Satellite*), com 64 e 56 metros de resolução espacial, respectivamente. Os dados são enviados diariamente ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e existe um acordo de cooperação técnica assinado entre MCTIC/INPE e MMA/IBAMA (ACT N°24/2014) que expõe a importância e necessidade da geração deste tipo de informação para a fiscalização de ilegalidades. A identificação do padrão de alteração da cobertura florestal é feita por interpretação visual com base em cinco elementos principais (cor, tonalidade, textura, forma e contexto) e utiliza a técnica de Modelo Linear de Mistura Espectral (MLME), conjuntamente com sua imagem multiespectral em composição colorida para mapear as seguintes classes: desmatamento, degradação, mineração, cicatriz de incêndio e corte seletivo.

O desenvolvimento deste projeto PCI permitirá melhorias metodológicas e manutenção do compromissos institucionais, principalmente vinculados aos objetivos de evitar o desmatamento ilegal na região amazônica.



7.1.2 - Objetivo Geral

Projeto de Detecção de Alertas de Degradação e Exploração Florestal em tempo quase real - DETER-B

Objetivo Específico 1:

- Realização de extensa pesquisa bibliográfica sobre automatização de procedimentos metodológicos para geração de dados do projeto DETER-B e projetos similares;

Objetivo Específico 2:

- Capacitação em aplicativos, metodologias e sistemas de automatização de detecção de classes do projeto DETER-B;

Objetivo Específico 3:

- Execução de testes e validação dos resultados de metodologias automatizadas de detecção de classes para implementação no projeto DETER-B.

7.1.3 - Insumos

7.1.3.1 – Custeio

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Trabalho de campo	30 Diárias	9.600,00
Eventos, capacitação	Passagens	7.000,00



7.1.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
7.1.1	Formação em Engenharia Cartográfica, Agronomia, Geografia, Geologia, Oceanografia, Biologia, Engenharia Ambiental, Ecologia, Engenharia Florestal 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 em geociências, geotecnologias, ciências ambientais e florestais	1, 2 e 3	D-C	60	1



7.1.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Pesquisar e Estabelecer rotinas de processamento de dados do DETER-B no monitoramento da cobertura florestal	1	Rotinas pesquisadas	Definição de 1 (uma) rotina consolidada cientificamente					
Testar a metodologia de monitoramento da cobertura florestal	1, 2, 3	Número de testes realizados para consolidação da metodologia		Realização de 1 teste para Amz Legal				
Desenvolver o Banco de dados (imagens e vetores) para a detecção de classes degradação e exploração florestal em áreas-piloto na Amazônia Brasileira	2, 3	Banco de Dados desenvolvido			Desenvolver 1 banco de dados para processamento de dados			
Testar o Banco de Dados (imagens e vetores) para a detecção de classes do Projeto DETER-B	2, 3	Banco de Dados testado				Realização de 1 (um) teste de metodologia para Amz Legal		
Avaliar a estatística de ocorrência das classes do Projeto DETER-B para as cenas mapeadas	2, 3	Estatística de ocorrência avaliada					Realização de 1 (uma) validação estatística dos resultados de mapeamento de ocorrência das classes do projeto DETER-B	

7.1.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre										
	2019		2020		2021		2022		2023		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
Pesquisar e Estabelecer rotinas de processamento de dados do DETER-B no monitoramento da cobertura florestal	■	■									
Testar a metodologia de monitoramento da cobertura florestal			■	■							
Desenvolver o Banco de dados (imagens e vetores) para a detecção de classes degradação e exploração florestal em áreas-piloto na Amazônia Brasileira					■	■					
Testar o Banco de Dados (imagens e vetores) para a detecção de classes do Projeto DETER-B							■	■			
Avaliar a estatística de ocorrência das classes do Projeto DETER-B para as cenas mapeadas									■	■	

7.1.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Pesquisa sobre Metodologia automatizada para detecção de classes DETER-B	1, 2, 3	Relatório técnico-científico	1					
Desenvolvimento metodológico para detecção de classes DETER-B de forma mais automatizada	1, 2, 3	Artigo científico		1				
Mapas das áreas de degradação na Amazônia Legal Brasileira	1, 2, 3	Número de mapas disponibilizados às instituições de fiscalização			9	9	9	



7.1.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Revisão bibliográfica de metodologia de mapeamento de classes DETER-B de forma automatizada	1, 2, 3	Relatório técnico-científico	1				
Definição de metodologia automatizada para detecção de classes DETER-B	1, 2, 3	Artigos científicos		1		1	
Geração de Mapas das classes do projeto DETER-B	1, 2, 3	Validação dos dados gerados por instituições de fiscalização			9		9

7.1.8 - Recursos Solicitados

Custeio	Valor (R\$)
30 Diárias	9.600,00
Passagens	7.000,00
Total (R\$)	16.600,00

7.1.8.1 - Bolsas:

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



	C	3.380,00	60	1	202.800,00
	D	2.860,00			
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					202.800,00

Equipe do Projeto

Dra. Alessandra Rodrigues Gomes

Dr. Claudio Aparecido de Almeida

Dr. Igor da Silva Narvaes

MSc. Luis Eduardo Pinheiro Maurano

Dr. Marcos Adami

Referências Bibliográficas

DINIZ, C.G. ; SOUZA, A.A.A. ; SANTOS, D.C. ; DIAS, M.c. ; LUZ, N.C. ; MORAES, D.R.V. ; MAIA, J.S. ; **GOMES, A.R.** ; NARVAES, I. S. ; VALERIANO, D.M. ; MAURANO, L.E.P. ; 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, v. 8, p. 3619-3628, 2015.

Escada, M. I. S.; Maurano, L. E; Rennó, C. Dom; Amaral, S.; Valeriano, D. M., 2011. Avaliação de dados dos Sistemas de Alerta da Amazônia: DETER e SAD. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15. (SBSR), Curitiba. Anais.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2008. Monitoramento da cobertura florestal da Amazônia por satélites. Sistemas PRODES, DETER, DEGRAD e QUEIMADAS. Disponível em: http://www.obt.inpe.br/prodes/Relatorio_Prodes2008.pdf>



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

Shimada, M. ALOS Handbook. In: . Earth Observation Research Center, JAXA - Japan Aerospace Exploration Agency, 2007. Disponível em: <<http://eroc.jaxa.jp/ALOS/doc/>>.



Projeto 7: Centros Regionais do INPE

Subprojeto 7.2: Projeto de Monitoramento de uso e cobertura da Terra de áreas desflorestadas da Amazônia Legal Brasileira - TerraClass

7.2.1 – Introdução

O Centro Regional da Amazônia possui entre suas missões, o monitoramento por satélite da Amazônia Brasileira e o Projeto TerraClass está alinhado ao Projeto 7 – Centros Regionais do INPE do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, que tem como meta realizar pesquisa e desenvolvimento tecnológico para: realizar a modernização do Sistema Brasileiro de Coleta de Dados Ambientais (SBCDA) por satélites; Engenharia Espacial para nanossatélites; Computação Científica, Clima Espacial, Previsão do Tempo e Sensoriamento Remoto para as regiões da caatinga, pampas, amazônica e Antártida.

O Projeto TerraClass é desenvolvido e executado pelo Centro Regional da Amazônia (CRA) em parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Este projeto é responsável por qualificar o desflorestamento na Amazônia Legal Brasileira e fornecer subsídios ao entendimento das formas de uso e cobertura da terra na Amazônia. A base de dados utilizada pelo TerraClass são áreas de desmatamento mapeadas e publicadas pelo Projeto PRODES - Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite, que o INPE realiza desde 1988. O PRODES faz o mapeamento das áreas, mas é o TerraClass que investiga os motivos e aponta as possíveis causas da derrubada de árvores. As classes mapeadas pelo Projeto são: desflorestamento no ano, corpos d'água, mineração, cultura agrícola perene, semiperene e temporária, pastagem cultivada arbustiva e herbácea, não-observado, outros, silvicultura, área urbanizada, vegetação natural florestal primária e secundária e não floresta.

Os produtos gerados pelo projeto TerraClass oferecem subsídios para a definição de ações governamentais referentes ao desenvolvimento da produção agrícola nacional com bases sustentáveis, à preservação da biodiversidade nacional e à manutenção da qualidade dos serviços ambientais. Em 2015 foi publicada a portaria MMA nº 365 de 27 de novembro de 2015, do Ministério do Meio Ambiente, criando o Programa de Monitoramento Ambiental dos Biomas Brasileiros (PMABB), que tem por objetivo expandir as ações de mapeamento e monitoramento para os demais biomas brasileiros.

O monitoramento das áreas de "não-florestas", hoje não mapeadas pelo projeto TerraClass, demonstra a importância deste projeto PCI. Torna-se necessário mapear áreas da Amazônia não atendidas até o momento, manter compromissos interinstitucionais, além de possibilitar a geração de dados para melhor entendimento da dinâmica de uso e cobertura da região amazônica em áreas não florestais.



7.2.2 - Objetivo Geral

Projeto de Monitoramento de uso e cobertura da terra em áreas desflorestadas da Amazônia Legal Brasileira - TerraClass

Objetivo Específico 1: Identificar áreas não-florestais (NF) no Bioma Amazônico e estabelecer áreas-piloto para realização de testes;

Objetivo Específico 2: Realização de pesquisa bibliográfica para definir e validar metodologia de mapeamento de uso e cobertura da terra das áreas de NF no Bioma Amazônia;

Objetivo Específico 3: Aplicação de metodologia para mapeamento de uso e cobertura da terra para áreas de NF no Bioma Amazônia para os anos de 1991, 2000, 2004, 2008, 2010, 2012 e 2014 (anos disponíveis do Projeto TerraClass).

7.2.3 - Insumos

7.2.3.1 – Custeio

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Trabalho de campo	30 Diárias	9.600,00
Eventos, reuniões técnico-científicas	Passagens	7.000,00

7.2.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
7.2.1	Formação em Engenharia Cartográfica, Agronomia,	Experiência em geociências, geotecnologia	1, 2 e 3	D-C	60	1



	Geografia, Geologia, Oceanografia, Biologia, Engenharia Ambiental, Ecologia, Engenharia Florestal 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.	s, ciências ambientais e florestais				
--	---	-------------------------------------	--	--	--	--

7.2.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Identificar áreas de Não-Floresta (NF)	1	Relatórios	Geração do primeiro conjunto de Relatórios	Geração do segundo conjunto de Relatórios			
Validação dos testes metodológicos	2	Testes validados			Primeiro conjunto de testes validados	Segundo conjunto de testes validados	
Aplicação da metodologia para o Projeto TerraClass	3	Mapas gerados disponibilizados				Publicações com os mapas gerados	Publicações com os mapas gerados



7.2.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre									
	2019		2020		2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Identificar áreas de Não-Floresta (NF)										
Validação dos testes metodológicos										
Aplicação da metodologia para o Projeto TerraClass										

7.2.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas *				
			2019	2020	2021	2022	2023
Áreas NF identificadas	1	Relatórios gerados	9	9			
Testes metodológicos validados	2	Testes verificados e validados			9	9	
Mapas do TerraClass	3	Mapas gerados disponibilizados				9	9

* números que consideram os 9 Estados da Amazônia Legal: Amazonas, Amapá, Acre, Mato Grosso, Maranhão, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins. Considera-se, como produtos, relatórios por Estado da Amazônia Legal Brasileira.

7.2.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Relatórios disponibilizados	1	Citações	1	1			
Testes metodológicos validados	2	Artigos			1	1	



Aplicação da metodologia para anos Projeto TerraClass	3	Mapas TerraClass				3**	4**
---	---	------------------	--	--	--	-----	-----

** - Considerando números de anos já mapeados pelo Projeto TerraClass (1991-2000-2004-2008-2010-2012-2014)

7.2.8 - Recursos Solicitados

Custeio	Valor (R\$)
30 Diárias	9.600,00
Passagens	7.000,00
Total (R\$)	16.600,00

7.2.8.1 - Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00			
	C	3.380,00	60	1	202.800,00
	D	2.860,00			
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					202.800,00



Equipe do Projeto

Dra. Alessandra Rodrigues Gomes

Dr. Claudio Aparecido de Almeida

Dr. Igor da Silva Narvaes

MSc. Luis Eduardo Pinheiro Maurano

Dr. Marcos Adami

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, C.A. ; COUTINHO, A.C. ; ESQUERDO, J.C.D.M. ; ADAMI, M. ; VENTURIERI, A. ; DINIZ, C. G. ; DESSAY, N. ; DURIEUX, L.; 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 (online), v. 46, p. 291-302, 2016.

ALMEIDA, C.A. ; SILVA, M. ; LOBO, F.L. ; PINHEIRO, T.F. ; [GOMES, A. R.](#) ; Costa, L.C. ; Escada, M.I.S. . TerraClass: classificação dos padrões de uso e cobertura da terra da Amazônia Legal. In: Thaise Emilio, Flavio Luizão. (Org.). Cenários para a Amazônia: clima, biodiversidade e uso da terra. 1ed.Manaus: Editora INPA, 2014, v. , p. 137-147.

BARROS, M. N. R. ; PINHEIRO, A. F. ; OLIVEIRA, A. H. M. ; LIMA, I. V. ; PINHO, B. C. P. ; SANTOS, L. B. ; COELHO, A. S. ; SADECK, L.W.R. ; GOMES, A. R. ; NARVAES, I. S. ; ADAMI, M. . Validação dos dados TerraClass para o município de Paragominas. In: XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 2017, Santos/SP. Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 2017.

DINIZ, C.G. ; GUIMARÃES, U S ; SADECK, L.W.R. ; [GOMES, A. R.](#) ; ALMEIDA, C.A. . Monitoramento de florestas tropicais utilizando sistema TerraAmazon - Estudo de caso: Costa Oeste do Gabão, África Central. In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2011, Curitiba. Anais XV SBSR, 2011. p. 2788-2795.

GOMES, A. R.; DINIZ, C.G. ; ALMEIDA, C.A. . Amazon Regional Center (INPE/CRA) action for Brazilian Amazon Forest: TerraClass and Capacity Building Projects. In: G.Gerold, H F Jungkunst, K M Wantzen, R Schönenberg, R S S Amorim, E G Couto, B Madari, S Hohnwald. (Org.). Interdisciplinary Analysis and Modelling of Carbon-Optimized Land Management Strategies for Southern Amazonia. 1ed.Göttingen: Universitätsverlag Göttingen, 2013, v. 1, p. 101-107.

OLIVEIRA, A. H. M. ; ADAMI, M. ; GOMES, A. R. ; AMARAL, S. ; MARTORANO, L. G. ; NARVAES, I. S. ; BARROS, M. N. R. ; MACIEL, M. N. M. . Vulnerabilidade e integridade de padrões de uso e cobertura da terra na Área de Endemismo Tapajós entre 2004 a 2012. In: XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 2017, Santos/SP. Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 2017.



Projeto 7: Centros Regionais do INPE

Subprojeto 7.3: Moduladores e Demoduladores Completamente Digitais para Transponder TT&C

7.3.1 – Introdução

Os três Centros Regionais do INPE – Sul, Nordeste e Amazônia – são unidades de pesquisa, desenvolvimento e inovação com nichos específicos de atuação. Possuem vínculos com núcleos de liderança de importantes setores do INPE e exploram as especificidades e desafios das regiões do país nas quais estão situados. Este subprojeto consta no Projeto 7 – Centros Regionais do INPE do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE, que tem como meta realizar pesquisa e desenvolvimento tecnológico para: realizar a modernização do Sistema Brasileiro de Coleta de Dados Ambientais (SBCDA) por satélites; Engenharia Espacial para nanossatélites; Computação Científica, Clima Espacial, Previsão do Tempo e Sensoriamento Remoto para as regiões da caatinga, pampas, amazônica e Antártida.

O subsistema de telecomunicações de serviço é essencial para todos os satélites (incluindo os nanossatélites), não importa qual a aplicação, e tem como objetivo desempenhar as funções de telemetria, rastreamento e telecomando [1]. Na arquitetura Cubesat [2], o transponder TT&C (do inglês, *Telemetry, Tracking and Command*) é o módulo funcional a bordo do nanossatélite que executa estes serviços, sendo especificamente responsável pela transmissão dos sinais de telemetria através do enlace de descida, retransmissão dos sinais de rastreamento e recepção/demodulação dos sinais de telecomando oriundos do enlace de subida.

Os avanços nas técnicas de processamento digital de sinais (PDS) e microeletrônica, aliados à demanda por soluções mais flexíveis para a instrumentação dos nanossatélites, têm motivado o desenvolvimento de uma nova geração de transponders TT&C baseado na tecnologia SDR (do inglês, *Software Defined Radio*) [3].

Propõe-se neste projeto o desenvolvimento de modulador OQPSK (do inglês, *Offset Quadrature Phase Shift Keying*) [4] e demoduladores BPSK (do inglês, *Binary Phase Shift Keying*), implementados com estruturas baseadas em PDS, como parte de um novo transponder TT&C para utilização nos novos nanossatélites do Sistema Brasileiro de Coleta de Dados Ambientais (SBCDA). A solução proposta, aproveitando a flexibilidade permitida pela implementação completamente digital, vai atender às recomendações do *Consultative Committee for Space Data System (CCSDS)* [5], tanto para telecomando com modulação em subportadora (baixa velocidade de transmissão de dado), como também para telecomando/telemetrias com modulação de portadora suprimida (alta velocidade).

Como resultado deste projeto, espera-se a conclusão de protótipos de moduladores e demoduladores com arquitetura SDR e implementados em FPGA (do inglês, *Field Programmable Gate Array*) [6, 7] para um transponder TT&C destinado a nanossatélites.



7.3.2 - Objetivo Geral

Atividade de Integração e Testes de Subsystema Nanossatélites – P&D em Moduladores e Demoduladores Completamente Digitais para Transponder TT&C.

Objetivo Específico 1: Desenvolvimento de modulador OQPSK para telemetria de alta velocidade;

Objetivo Específico 2: Pesquisa e desenvolvimento de demodulador PM/BPSK para telecomando de baixa velocidade;

Objetivo Específico 3: Pesquisa e desenvolvimento de demodulador BPSK/SC (com portadora suprimida) para telecomando de alta velocidade;

7.3.3 - Insumos

7.3.3.1 – Custeio

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

7.3.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
7.3.1	Formação em Engenharia de Telecomunicações, Eletrônica ou áreas afins,	Experiência em dispositivos eletrônicos	1, 2, e 3	D-B	60	1



	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.					
--	---	--	--	--	--	--

7.3.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
1.1) Conceber arquitetura do modulador OQPSK	1	Modulador OQPSK concebido	Concepção do modulador OQPSK					
1.2) Implementar os modelos Simulink e System Generator	1	Modelos Simulink e System Generator do modulador OQPSK implementados	Implementação dos modelos Simulink e System Generator					
1.3) Implementar o modulador OQPSK em FPGA	1	Modulador OQPSK implementado	Implementação do modulador OQPSK em FPGA					
1.4) Avaliar e testar o modulador OQPSK	1	Modulador OQPSK testado	Testes do modulador OQPSK					



2.1) Pesquisar técnicas de sincronização de símbolos para demodulação PM/BPSK	2	Sincronizador de símbolos concebido	Concepção do sincronizador de símbolos				
2.2) Pesquisar técnicas de sincronização de portadora para demodulação PM/BPSK	2	Sincronizadores de portadora concebidos		Concepção dos sincronizadores de portadora			
2.3) Implementar os modelos Simulink e System Generator do demodulador PM/BPSK	2	Modelos Simulink e System Generator do demodulador PM/BPSK implementados		Implementação dos modelos Simulink e System Generator do demodulador PM/BPSK			
2.4) Implementar o demodulador PM/BPSK em FPGA	2	Demodulador PM/BPSK implementado			Implementação do demodulador PM/BPSK em FPGA		
2.5) Avaliar e testar demodulador PM/BPSK	2	Demodulador PM/BPSK testado			Testes do demodulador PM/BPSK		
3.1) Conceber arquitetura do demodulador BPSK/SC	3	Demodulador BPSK/SC concebido				Concepção do sincronizador de símbolo	
3.2) Implementar os modelos Simulink e System Generator do demodulador BPSK/SC	3	Modelos Simulink e System Generator do demodulador BPSK/SC completados				Implementação dos modelos Simulink e System Generator do demodulador BPSK/SC	
3.3) Implementar o demodulador BPSK/SC em FPGA	3	Demodulador BPSK/SC implementado					Implementação do demodulador BPSK/SC em FPGA
3.4) Avaliar e testar demodulador BPSK/SC	3	Demodulador BPSK/SC testado					Testes do demodulador BPSK/SC

7.3.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre										
	2019		2020		2021		2022		2023		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
1.1) Conceber arquitetura do modulador OQPSK	█										
1.2) Implementar os modelos Simulink e System Generator	█										
1.3) Implementar o modulador OQPSK em FPGA	█	█									
1.4) Avaliar e testar o modulador OQPSK		█									
2.1) Pesquisar técnicas de sincronização de símbolos para demodulação PM/BPSK		█	█								
2.2) Pesquisar técnicas de sincronização de portadora para demodulação PM/BPSK			█	█							
2.3) Implementar os modelos Simulink e System Generator do demodulador PM/BPSK			█	█							
2.4) Implementar o demodulador PM/BPSK em FPGA				█	█	█					
2.5) Avaliar e testar demodulador PM/BPSK						█					
3.1) Conceber arquitetura do demodulador BPSK/SC							█				
3.2) Implementar os modelos Simulink e System Generator do demodulador BPSK/SC							█	█			
3.3) Implementar o demodulador BPSK/CS em FPGA								█	█	█	
3.4) Avaliar e testar demodulador BPSK/SC											█



7.3.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Modulador OQPSK	1	Modulador OQPSK testado	Completado o desenvolvimento do modulador OQPSK					
Demodulador PM/BPSK	2	Demodulador PM/BPSK testado		Completado o modelo Simulink do demodulador PM/BPSK	Completado o desenvolvimento do demodulador PM/BPSK			
Demodulador BPSK/SC	3	Demodulador BPSK/SC testado				Completado o modelo Simulink do demodulador BPSK/SC	Completado o desenvolvimento do demodulador BPSK/SC	

7.3.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Desenvolvimento de novo modulador OQPSK	1	Relatório e publicações sobre o desenvolvimento	Protótipo de modulador OQPSK completado					
Desenvolvimento de novo demodulador PM/BPSK	2	Relatório e publicações sobre o desenvolvimento		Modelo Simulink do demodulador PM/BPSK concluído	Protótipo de demodulador PM/BPSK completado			
Desenvolvimento de novo demodulador BPSK/SC	3	Relatório e publicações sobre o desenvolvimento				Modelo Simulink do demodulador PM/BPSK concluído	Protótipo de demodulador PM/BPSK completado	



7.3.8 - Recursos Solicitados

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

7.3.8.1 - Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00	60	1	249.600,00
	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\$)					249.600,00

Equipe do Projeto

- 1) Antonio Macílio Pereira de Lucena
- 2) Francisco de Assis Tavares Ferreira da Silva
- 3) Adeildo Sombra da Silva



Referências Bibliográficas

- [1] Pereira de Lucena, Antonio Macilio, et al. "Fully digital BPSK demodulator for satellite suppressed carrier telecommand system." *International Journal of Satellite Communications and Networking* 35.4 (2017): 359-374.
- [2] Puig-Suari, Jordi, Clark Turner, and William Ahlgren. "Development of the standard CubeSat deployer and a CubeSat class PicoSatellite." *Aerospace Conference, 2001, IEEE Proceedings..* Vol. 1. IEEE, 2001.
- [3] Maheshwarappa, Mamatha R., and Christopher P. Bridges. "Software defined radios for small satellites." *Adaptive Hardware and Systems (AHS), 2014 NASA/ESA Conference on.* IEEE, 2014.
- [4] da Silva, A. S.; Lucena, Antonio Macilio Pereira de; Mota, J. C. M.. "Demodulador OQPSK-Implementação Completamente Digital para Aplicações Espaciais". 1. ed. Novas edições Acadêmicas, 2014. v. 1. 104p.
- [5] CCSDS Recommendations for space data system standards. *Radio Frequency and Modulation Systems -PART 1: Earth stations and Spacecraft*, CCSDS 401.0-b-1tc1. BLUE BOOK, July 2011.
- [6] Brown, Stephen D., et al. "Field-programmable gate arrays". Vol. 180. Springer Science & Business Media, 2012.
- [7] Lucena, Antonio Macilio Pereira de; Oliveira, P. D. L. ; Rios, C. S. N. ; Almeida Filho, M. P. ; Silva, F. A. T. F. . "Flexible FPGA-based BPSK Signal Generator for Space Applications". *International Journal of Circuits, Systems and Signal Processing*, v. 8, p. 160-165, 2014.



Projeto 7: Centros Regionais do INPE

Subprojeto 7.4: Sistemas de Comunicação e Controle para Nanossatélites

7.4.1 – Introdução

Os três Centros Regionais do INPE – Sul, Nordeste e Amazônia – são unidades de pesquisa, desenvolvimento e inovação com nichos específicos de atuação. Possuem vínculos com núcleos de liderança de importantes setores do INPE e exploram as especificidades e desafios das regiões do país nas quais estão situados. Este subprojeto consta no Projeto 7 – Centros Regionais do INPE do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE, que tem como meta realizar pesquisa e desenvolvimento tecnológico para: realizar a modernização do Sistema Brasileiro de Coleta de Dados Ambientais (SBCDA) por satélites; Engenharia Espacial para nanossatélites; Computação Científica, Clima Espacial, Previsão do Tempo e Sensoriamento Remoto para as regiões da caatinga, pampas, amazônica e Antártida.

O Projeto de Pesquisa - Sistemas de Comunicação e Controle para Nanossatélites, deve produzir um extensivo banco de dados relativo: (i) - às atividades de operações de rastreamento, controle e monitoramento do NANOSATC-BR1, (NCBR1) e NANOSATC-BR2, (NCBR2) com Estação Terrena de Rastreamento e Controle de satélites, instalada no CRS/COCRE/INPE-MCTIC, em Santa Maria, RS - ET(INPE-CRS); (ii) - comportamento geral dos satélites NCBR1 e NCBR2 em diversas condições, considerando variações internas e externas ao satélite observadas durante as operações de rastreamento e (iii) - à teoria geral de sistemas de transmissão e controle para a área aeroespacial, com ênfase no desenvolvimento de Cubesats. É esperado que sejam geradas propostas de melhorias aos sistemas de transmissão e controle dos satélites do Programa NANOSATC-BR, Desenvolvimento de CubeSats, Parceria e Convênio: UFSM - INPE/MCTIC, aumentando a confiança de funcionamento de seus dispositivos e sua segurança, com o objetivo de melhorar o desempenho das próximas missões do Programa

7.4.2 - Objetivo Geral

Integração e Testes de Subsistema Nanossatélites – P&D para Assimilação de Dados para Sistemas de Comunicação e Controle para Nanossatélites

Objetivo Específico 1: Falhas Causadas pelo Clima Espacial em CubeSats – Estratégias de Proteção.



7.4.3 - Insumos

7.4.3.1 – Custeio

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

7.4.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
7.4.1	Profissional com diploma de nível superior em Física, Matemática, Engenharias ou áreas afins e experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação	Experiências em dispositivos em eletrônicos e telecomunicações	15	D-D	60	1

7.4.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Pesquisar os conceitos sobre o Clima Espacial e seus efeitos em sistemas em órbita	1	Conceitos sobre o Clima Espacial pesquisados	Pesquisas sobre os conceitos sobre o Clima Espacial e seus efeitos em sistemas em órbita				
Comparar o comportamento dos subsistemas de energia do NANOSATC-BR1 com o Modelo de Engenharia	1	Subsistemas comparados		Comparação do comportamento dos subsistemas de energia do NANOSATC-BR1 com o Modelo de Engenharia			
Pesquisar as causas de falhas no NCBR1 durante período de intensa atividade solar	1	Causas de falhas no NCBR1 pesquisadas			Pesquisas sobre as causas de falhas no NCBR1 durante período de intensa atividade solar		
Desenvolver estratégias de gerenciamento a fim de contornar os efeitos do Clima Espacial em sistemas de energia de Nanossatélites	1	Estratégias de gerenciamento desenvolvidas				Desenvolvimento de 15 estratégias de gerenciamento a fim de contornar os efeitos do Clima Espacial em sistemas de energia de Nanossatélites	
Testar e verificar as estratégias de gerenciamento a fim de contornar os efeitos do Clima Espacial em sistemas de energia de Nanossatélites	1	Estratégias de gerenciamento testadas e verificadas					Teste e verificação das estratégias de gerenciamento a fim de contornar os efeitos do Clima Espacial em sistemas de energia de Nanossatélites

7.4.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre										
	2019		2020		2021		2022		2023		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
Pesquisar os conceitos sobre o Clima Espacial e seus efeitos em sistemas em órbita	■	■									
Comparar o comportamento dos subsistemas de energia do NANOSATC-BR1 com o Modelo de Engenharia			■	■							
Pesquisar as causas de falhas no NCBR1 durante período de intensa atividade solar					■	■					
Desenvolver estratégias de gerenciamento a fim de contornar os efeitos do Clima Espacial em sistemas de energia de Nanossatélites							■	■			
Testar e verificar as estratégias de gerenciamento a fim de contornar os efeitos do Clima Espacial em sistemas de energia de Nanossatélites									■	■	

7.4.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Estratégias de gerenciamento do segmento solo para minimizar os efeitos do Clima Espacial em sistemas de energia de Nanossatélites.	1	Divulgar e publicar em artigos as estratégias definidas.	Conceitos revisados sobre o Clima Espacial e seus efeitos em sistemas em órbita.	Integração do Subsistemas de energia do NANOSATC-BR1	Causas de falhas no NCBR1 investigadas durante período de intensa atividade solar.	Estratégias de gerenciamento a fim de contornar os efeitos do Clima Espacial em sistemas de energia de Nanossatélites desenvolvida.	Estratégias de gerenciamento de a fim de contornar os efeitos do Clima Espacial em sistemas de energia de Nanossatélites testadas.



7.4.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Documentar as estratégias de gerenciamento de sistemas de segmento solo aplicadas ao rastreo de Cubesats a fim de contornar os efeitos do Clima Espacial em sistemas de energia de Nanossatélites.	1	Publicação de artigos com os resultados do AIT de nanossatélites.	Conceitos sobre o Clima Espacial e seus efeitos em sistemas em órbita.	Subsistemas de energia do NANOSATC-BR1 analisado.	Causas de falhas no NCBR1 mitigadas durante período de intensa atividade solar.	Estratégias de gerenciamento implementadas.	Estratégias de gerenciamento publicadas.

7.4.8 - Recursos Solicitados

7.4.8.1 - Custeio:

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

7.4.8.2 - Bolsas:

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



	C	3.380,00			
	D	2.860,00	60	1	171.600,00
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					171.600,00

Equipe do Projeto

- 01) Dr. Nelson Jorge Schuch;
- 02) Dr. Eng. Otávio Santos Cupertino Durão;
- 03) Dr. Natanael Rodrigues Gomes;
- 04) Ms. Marcelo Essado.

Referências Bibliográficas

- [1] NANOSATC-BR. Projeto NANOSATC-BR, Desenvolvimento de Cubesats. Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais. Santa Maria - RS, Junho 2010.
- [2] ISIS - Innovative Solutions in Space - User manual VHF/UHF transceiver.
- [3] ISIS - Innovative Solutions in Space - Ground Stations User manual.
- [4] NANOSATC-BR user manual and datasheets.
- [5] WERTZ, J.R. Spacecraft Attitude Determination and Control, 3ª edição, 1978.
- [6] SIDI, M. J. Spacecraft Dynamics and Control, 4ª edição, 1997.



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

Subprojeto 8.1: Metodologia para análise de produtos com IoT embarcada

8.1.1 – Introdução

Este subprojeto consta no Projeto 08 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE.

Recentemente a Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel) estabeleceu requisitos mínimos para realização de ensaios em produtos como tecnologia embarcada que sejam compatíveis com o protocolo IPv6 (*Internet Protocol version 6*). Embora o LIT seja capacitado para realizar ensaios em produtos com IPv6, a Internet das Coisas (*Internet of Things*) ou IoT quando aplicada aos enlaces de estações de terminal de acesso e satélites ainda é objeto a ser estudado. Para atender a demanda de avaliação e conformidade com a tecnologia, os novos requisitos devem ser avaliados a fim de desenvolver uma metodologia de ensaios e análise de resultados. Prevendo o rápido alcance da tecnologia, o LIT deverá se capacitar na área supracitada de modo a prover contribuições para a sociedade no médio prazo.

Este subprojeto consta no Projeto 8 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE.

8.1.2 - Objetivo Geral

Desenvolver uma metodologia para análise e verificação de conformidades dos dispositivos que usem tecnologia IoT. Para atingir esse pretende-se desenvolver e estabelecer competências na tecnologia aplicadas aos sistemas de comunicação terrestres e satelitais de acordo com as principais normas técnicas.

Objetivos Específicos:

- 1) Desenvolver procedimento para análise do sinal de rádio frequência em IoT:** pesquisar as tecnologias utilizadas pelos sistemas IoT nas seguintes áreas: análise de EVM (*Error Vector Magnitude*), análise de potência, espúrios, largura de banda e canalização.
- 2) Desenvolver procedimento para análise do protocolo IPv6 em IoT:** estabelecer os requisitos de garantia de compatibilidade com o protocolo de comunicação IPv6.

Espera-se obter, ao término do projeto, uma metodologia completa para análise de conformidades de produtos com tecnologia IoT embarcada.



8.1.3 - Insumos

8.1.3.1 – Custeio

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

8.1.3.2 – Bolsas

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 da Computação, Engenharia Eletrônica, Engenharia de Telecomunicações ou áreas afins e experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação.	Conhecimento de inglês intermediário	1	D-D	24	1



8.1.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Pesquisar tecnologias IoT para sistemas embarcados	(1)	Relatório técnico	Survey sobre IoT até agosto de 2019					
Pesquisar e desenvolver setup de medidas de RF para IoT.	(1)	Relatório técnico	Definir parâmetros para o setup até outubro/2019					
Realizar ensaios e análise de RF em IoT	(1)	Procedimento de ensaio	Produzir template para os ensaios de RF até dezembro/2019					
Definição de requisitos para a garantia da compatibilidade com IPv6	(2)	Manual para análise de resultados		Definir parâmetros para análise até junho de 2020				
Analisar a integração entre IPv6 e IoT;	(2)	Manual para análise de resultados		Definir formato de relatórios até dezembro de 2020				

8.1.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre									
	2019		2020		2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Pesquisar tecnologias IoT para sistemas embarcados										
Pesquisar e desenvolver setup de medidas para IoT										
Realizar ensaios e análise de RF em IoT										
Definição de requisitos para a garantia da compatibilidade com IPv6										
Analisar a integração entre IPv6 e IoT										

8.1.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas (%)				
			2019	2020	2021	2022	2023
Documentação sobre IoT	(1)	Número de documentos	Relatório técnico até agosto de 2019				
Procedimento de Ensaios	(1)	Número de procedimentos	Resultados quantitativo e qualitativo até outubro de 2019				



Relatório de resultados de RF	(1)	Quantidade de amostras sob ensaio	Relatório de ensaio finalizado até dezembro de 2019				
Manual de análise de resultados	(2)	Quantidade de itens de ensaios avaliados		Guia técnico publicado até junho de 2020			
Relatório de resultados IPv6/IoT	(2)	Metodologia para setup e avaliação desenvolvida		Relatório técnico até dezembro de 2019			

8.1.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas (%)				
			2019	2020	2021	2022	2023
Contribuir na qualificação profissional	(1)	Relatório técnico	Publicação de relatório técnico até dezembro de 2019				
Capacitação tecnológica	(2)	Metodologia para análise de produtos com tecnologia IoT embarcada		Submissão de artigo até novembro 2020			



8.1.8 - Recursos Solicitados

8.1.8.1 - Custeio:

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

8.1.8.2 - Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00			
	C	3.380,00			
	D	2.860,00	24	1	68.640,00
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					68.640,00

Equipe do Projeto

Edésio Hernane Paulicena

Horácio Hiroiti Sawame

Bibliografia

[1] 3rd Generation Partnership Project (3GPP). Disponível em:

<http://www.3gpp.org/>. Acessado em 07/02/2019



- [2] LTE - Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) - User Equipment (UE) conformance specification - Radio transmission and reception - Part 1: Conformance testing - (3GPP TS 36.521-1 version 14.4.0 Release 14). Disponível em: https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/136500_136599/13652101/14.04.00_60/ts_13652101v140400p.pdf. Acessado em 07/02/2019.
- [3] Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification, December 1998 (RFC2460). Disponível em: <https://www.rfc-editor.org/info/rfc2460>. Acessado em 07/02/2019.
- [4] LTE - Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) and Evolved Packet Core (EPC) - User Equipment (UE) conformance specification - Part 1: Protocol conformance specification (3GPP TS 36.523-1 version 14.1.0 Release 14). Disponível em: https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/136500_136599/13652301/14.01.00_60/ts_13652301v140100p.pdf. Acessado em 07/02/2019
- [5] Methods for Testing and Specification (MTS) - Internet Protocol Testing (IPT) - IPv6 Core Protocol - Requirements Catalogue. Disponível em:
https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/102500_102599/102514/02.01.01_60/ts_102514v020101p.pdf. Acessado em 07/02/2019.
- [6] C. Perera, C. H. Liu and S. Jayawardena, "The Emerging Internet of Things Marketplace From an Industrial Perspective: A Survey," in *IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing*, vol. 3, no. 4, pp. 585-598, Dec. 2015.
- [7] M. Weyrich and C. Ebert, "Reference Architectures for the Internet of Things," in *IEEE Software*, vol. 33, no. 1, pp. 112-116, Jan.-Feb. 2016. doi: 10.1109/MS.2016.20
- [8] M. Bacco, P. Cassarà, M. Colucci and A. Gotta, "Modeling Reliable M2M/IoT Traffic Over Random Access Satellite Links in Non-Saturated Conditions," in *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, vol. 36, no. 5, pp. 1042-1051, May 2018.
- [9] D. Hanes, G. Salgueiro, P. Grossetete, R. Barton, J. Henry, "IoT Fundamentals: Networking Technologies Protocols and Use Cases for the Internet of Things (First Edition)", *Cisco Press*, pp. 576, 2017.



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

Subprojeto 8.2: Desenvolvimento de método de calibração de medição de temperatura termográfica.

8.2.1 – Introdução

Este subprojeto consta no Projeto 08 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE.

A Área de Metrologia tem como objetivo aprimorar e/ou desenvolver os métodos de calibração dos padrões, equipamentos, medidores e sensores em atendimento as demandas dos testes dos satélites e produtos espaciais do LIT - Laboratório de Integração e Testes do INPE. Atualmente o INPE/LIT mantém seus laboratórios de metrologia acreditados pela Cgcre - Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro e é reconhecido 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 Laboratório de Metrologia Física (MTF) compõe um dos Laboratórios de Metrologia do LIT realizando calibrações na área de Acústica, Vibração, Pressão, Temperatura e Umidade, atendendo o setor espacial brasileiro e as indústrias em geral. A fim de atender a demanda do LIT foi proposto o projeto e desenvolvimento de um método para calibrar câmara termográfica.

As câmaras termográficas medem temperatura sem contato direto com o objeto, apresentando uma imagem da distribuição do calor de um ativo. No LIT as câmaras termográficas são utilizadas em ensaios de termo vácuo para medir a temperatura da superfície de satélites e para avaliar o aquecimento dos componentes elétricos de equipamentos em funcionamento, portanto, a câmara termográfica deve ser calibrada para garantir a qualidade dos resultados e a rastreabilidade da medição ao SI.

Visando atender a necessidade do LIT, este projeto tem como objetivo implementar um método para calibrar câmaras termográficas no Laboratório de Metrologia Física, garantindo assim a confiabilidade das medições envolvidas nos ensaios de termo vácuo em Satélites.

A não realização do projeto implica em enviar a câmara termográfica para ser calibrada em Laboratórios externos, onde é necessária a realização de processos administrativos internos que demandam demasiado tempo, podendo ocasionar indisponibilidade dos mesmos e atrasos nos processos em que são utilizados. Pelo que se sabe até o momento, não há laboratórios Acreditados pela Cgcre no Brasil que realize a calibração desse tipo de equipamento.



8.2.2 - Objetivo Geral

Atender a necessidade do programa espacial brasileiro no que tange ao desenvolvimento de tecnologias nas atividades de integração, montagem e testes de satélites e ampliar o escopo de calibração de Temperatura da Área de Metrologia.

Objetivo Específico 1: Adquirir embasamento teórico referente ao instrumento a ser calibrado, a metodologia, normalização e qualidade.

Objetivo Específico 2: Desenvolver método de calibração de câmara termográfica.

Objetivo Específico 3: Descrever a metodologia de Calibração e Elaborar planilha eletrônica de cálculo de incerteza do processo de calibração.

Objetivo Específico 4: Validar o método de calibração e treinar a equipe.

Objetivo Específico 5: Dotar a equipe do Laboratório em realizar calibração de câmara termográfica.

8.2.3 - Insumos

8.2.3.1 – Custeio

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



8.2.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
8.2.1	Profissional com diploma de nível superior em Engenharia Mecânica ou áreas afins e experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação.	Conhecimento em Metrologia de Temperatura	1; 2; 3; 4; 5	D-D	24	1

8.2.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Revisão Bibliográfica	1	Relatório	Estudo das normas, métodos e literaturas pertinentes.					
Desenvolver Sistema de Calibração	2	Projeto Desenvolvido	Desenvolvimento do sistema de calibração.					
Descrever a metodologia de Calibração e elaborar a Planilha de Cálculo de Incerteza	3	Procedimento de Calibração e Planilha de Cálculo de Incerteza		Elaboração do Procedimento de Calibração e Planilha de Cálculo de Incerteza.				



Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Validação do Método de Calibração e Treinamento da equipe	4	Solicitação de Acreditação		Acreditação do serviço de calibração de câmara termográfica.				
Calibrar Câmara Termográfica	5	Certificado de Calibração		Realização do serviço de calibração.				

8.2.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre									
	2019		2020		2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Revisão Bibliográfica	X									
Desenvolver Sistema de Calibração		X								
Descrever a metodologia de Calibração e elaborar a Planilha de Cálculo de Incerteza			X							
Validação do Método de Calibração e treinamento da equipe				X						
Calibrar Câmara Termográfica				X						

8.2.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Relatório	1	Relatório	Definição do método para calibrar câmara termográfica					
Sistema de Calibração	2	Esboço do Projeto	Desenvolvimento do sistema de calibração de câmara termográfica					
Procedimento de Calibração e Planilha de Cálculo	3	Procedimento de Calibração e Planilha de Cálculo		Aprovação e implementação do Procedimento de calibração e planilha de cálculo.				
Método Validado e equipe treinada	4	Documentos para Solicitar Acreditação		Agendamento da avaliação Cgcre.				
Serviço de Calibração de Câmara Termográfica	5	Certificado de Calibração		Emissão de certificado de calibração com selo RBC.				

8.2.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Revisão Bibliográfica Realizada	1	Relatório	Definição do método de calibração.					



Sistema de Calibração Desenvolvido	2	Sistema de Calibração apto ao uso	Implementação do sistema de calibração.				
Procedimento de Calibração e Planilha de Cálculo de Incerteza elaborados	3	Procedimento de Calibração e Planilha de Cálculo de Incerteza prontos para o uso e disponíveis no Sistema e-Lit		Aprovação e implementação do Procedimento de calibração e planilha de cálculo.			
Método de Calibração Validado e equipe treinada	4	Documentos enviados ao INMETRO para solicitar a Acreditação.		Agendamento da avaliação Cgcre.			
Atender a calibração de câmaras termográficas do programa espacial brasileiro e da sociedade	5	Certificado de Calibração emitido		Atendimento do serviço de calibração de câmara termográfica.			

8.2.8 – Recursos Solicitados

8.2.8.1 - Custeio:

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



8.2.8.2 - Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	D	2.860,00	24	1	68.640,00
Total (R\$)					68.640,00

Equipe do Projeto

- Alberto de Paula Silva
- Angela Akemi Tatekawa Silva
- Ricardo Sutério
- Rodrigo dos Santos Nascimento
- Simone Helena Rodrigues Faria

Referências Bibliográficas

[1] Manual do utilizador: **Flir 600 series. Flir, 2009. 348 p. (Publ. N° 1558561 Rev. a321).**

[2] **GUIA PARA TERMOGRAFIA: Teoria - Aplicação Prática - Dicas.** São Paulo: Testo.

[3] SKF, Grupo. **Termografia:** Detecte pontos de aquecimento, antes que estes causem problemas. 2016. Disponível em: <<https://www.skf.com/br/products/condition-monitoring/basic-condition-monitoring-products/thermal-cameras/thermography/index.html>>. Acesso em: 14 nov. 2018.



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

Subprojeto 8.3: Desenvolvimento de método de calibração de relógio comparador e relógio apalpador.

8.3.1 - Introdução

Este subprojeto consta no Projeto 08 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE.

A Área de Metrologia tem como objetivo aprimorar e/ou desenvolver os métodos de calibração dos padrões, equipamentos, medidores e sensores em atendimento as demandas dos testes dos satélites e produtos espaciais do Laboratório de Integração e Testes - LIT. Atualmente o INPE/LIT mantém seus laboratórios de metrologia acreditados pela Cgcre - Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro e é reconhecido pelo ILAC - *International Laboratory Accreditation Cooperation* nas grandezas: eletricidade, tempo e frequência, telecomunicações, força, torque, massa, pressão (vácuo), vibração, acústica, temperatura e umidade.

O Laboratório de Metrologia Mecânica (MTM) compõe um dos Laboratórios de Metrologia do LIT e realiza calibrações nas áreas de Força e Torque, Dimensional e Massa, atendendo o setor espacial brasileiro e as indústrias em geral. A fim de atender a demanda do LIT foi proposto o projeto e desenvolvimento de um método para calibrar relógio comparador e apalpador.

Os relógios comparadores e apalpadores são instrumentos de precisão de grande sensibilidade utilizados tanto na verificação de medidas, superfícies planas, concentricidade e paralelismo, como para leituras diretas (SENAI, 1996). No LIT tais instrumentos são utilizados nos processos de alinhamento mecânico durante a montagem e integração de satélites, portanto devem ser calibrados para garantir a qualidade e rastreabilidade da medição.

Visando atender a necessidade do LIT, este projeto tem como objetivo implementar um método para calibrar relógio comparador e apalpador no Laboratório de Metrologia Mecânica, garantindo a confiabilidade das medições envolvidas nos processos de alinhamento mecânico de satélites (SILVA; SUTERIO, 2015).

A não realização do projeto implica em enviar os instrumentos para calibração em laboratórios externos, onde é necessária a realização de processos administrativos internos que demandam demasiado tempo, podendo ocasionar indisponibilidade dos mesmos e atrasos nos processos em que são utilizados.



8.3.2 - Objetivo Geral

Atender a necessidade do programa espacial brasileiro no que tange ao desenvolvimento de tecnologias nas atividades de integração, montagem e testes de satélites e ampliar o escopo de calibração Dimensional da Área de Metrologia.

Objetivo Específico 1: Adquirir embasamento teórico referente ao instrumento a ser calibrado, a metodologia, normalização e qualidade.

Objetivo Específico 2: Implantar método de calibração de relógio comparador e apalpador.

Objetivo Específico 3: Desenvolver procedimento de calibração e planilha de cálculo de incerteza do processo de calibração.

Objetivo Específico 4: Criar e testar software para automatizar confecção de Certificado de Calibração, conforme NBR ISO10012.

Objetivo Específico 5: Validar o método desenvolvido em atendimento aos requisitos do sistema de qualidade do LIT e da norma NBR ISO/IEC 17025:2017 - Requisitos Gerais para a Competência de Laboratórios de Ensaio e Calibração e treinar equipe envolvida.

Objetivo Específico 6: Dotar a equipe do Laboratório em realizar calibração de relógio comparador e apalpador.

8.3.3 - Insumos

8.3.3.1 – Custeio

Não aplicável.

8.3.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
8.3.1	Técnico de nível médio com diploma de Escola Técnica em Mecatrônica ou áreas afins, reconhecido pelo MEC, e com experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação.	Conhecimento de Inglês básico	1; 2; 3; 4; 5; 6.	D-E	24	1

8.3.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Revisão Bibliográfica	1	Relatório	Estudo das normas, métodos e literaturas pertinentes.					
Implantar Sistema de Calibração	2	Projeto Mecânico	Desenvolvimento do <i>setup</i> do sistema de calibração.					



Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Descrever a metodologia de Calibração e elaborar a Planilha de Cálculo de Incerteza	3	Procedimento de Calibração e Planilha de Cálculo de Incerteza	Elaboração do Procedimento de Calibração e Planilha de Cálculo de Incerteza.				
Criar software para emissão de certificado de calibração	4	Nº de versão do software	Automação da emissão de certificado.				
Validação do Método de Calibração e do software. Treinamento da equipe	5	Solicitação de Acreditação	Acreditação do serviço de calibração de relógio comparador e apalpador.				
Calibrar Relógio comparador e apalpador	6	Certificado de Calibração	Realização do serviço de calibração.				

8.3.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre									
	2019		2020		2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Revisão Bibliográfica	X									
Implantação Sistema de Calibração		X								
Elaboração do Procedimento de Calibração e Planilha de Cálculo de Incerteza		X								



Desenvolvimento de Software para emissão de certificado de calibração			X						
Validação do Método de Calibração e Treinamento da equipe				X					
Calibrar Relógio comparador e apalpador				X					

8.3.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Relatório	1	Relatório	Definição do método para calibrar relógio comparador e apalpador.					
Sistema de Calibração	2	Montagem do <i>setup</i>	Montagem do <i>setup</i> de calibração de relógio comparador e apalpador.					
Procedimento de Calibração e Planilha de Cálculo	3	Procedimento de Calibração e Planilha de Cálculo	Aprovação e implementação do Procedimento de calibração e planilha de cálculo.					
Software para emissão de certificado	4	Certificado de Calibração		Emissão de certificado de calibração (automatizado)				



Método e software validado	5	Documentos para Solicitar Acreditação		Agendamento da avaliação Cgcre.			
Serviço de Calibração de relógio comparador e apalpador	6	Certificado de Calibração		Emissão de certificado de calibração com selo RBC.			

8.3.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Revisão Bibliográfica Realizada	1	Relatório	Definição do método de calibração.				
Sistema de Calibração Implantado	2	Sistema de Calibração apto ao uso	Implementação do sistema de calibração.				
Procedimento de Calibração e Planilha de Cálculo de Incerteza elaborados	3	Procedimento de Calibração e Planilha de Cálculo de Incerteza prontos para o uso e disponíveis no Sistema e-Lit	Aprovação e implementação do Procedimento de calibração e planilha de cálculo.				
Software para emissão de Certificado de Calibração	4	Software Validado		Certificado de calibração emitido de modo automático.			
Método de Calibração Validado	5	Documentos enviados ao INMETRO para solicitar a Acreditação		Agendamento da avaliação Cgcre.			



Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Atender a calibração de Relógio comparador e apalpador do programa espacial brasileiro e da sociedade	6	Certificado de Calibração emitido		Atendimento do serviço de calibração de relógio comparador e apalpador.				

8.3.8 - Recursos Solicitados

8.3.8.1 - Custeio:

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

8.3.8.2 - Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	E	1.950,00	24	1	46.800,00
Total (R\$)					46.800,00

8.3.9 - Equipe do Projeto

- Alberto de Paula Silva
- Angela Akemi Tatekawa Silva
- Ricardo Sutério
- Rodrigo dos Santos Nascimento
- Simone Helena Rodrigues Faria



Referências Bibliográficas

- [1] ABNT NBR ISO 10012. **Sistemas de gestão de medição – requisitos para os processos de medição e equipamentos de medição**. Rio de Janeiro: ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2004.
- [2] ABNT NBR ISO/IEC 17025. **Requisitos gerais para competência de laboratório de teste e calibração**. Rio de Janeiro: ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2017.
- [3] SENAI – ES. **CPM - Programa de Certificação de Pessoal de Manutenção Metrologia básica**. Espírito Santo: Senai - ES, 1996. 108 p.
- [4] SILVA, A. P.; SUTERIO, R. DFA concepts applied in development of accessories for calibration. **Journal of Physics. Conference Series (Online)**, v. 648, p. 012015-7, 2015. DOI: <10.1088/1742-6596/648/1/012015>. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/648/1/012015>>



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

Subprojeto 8.4: Dimensionamento mecânico de células GTEM para calibração de medidores de campo elétrico.

8.4.1 – Introdução

Este subprojeto consta no Projeto 08 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE.

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 exijam 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, cabe ao INPE capacitar o LIT - Laboratório de Integração e Testes, 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.

O LIT é acreditado pela Coordenação Geral de Acreditação (Cgcre) do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) sob o nº 0022 (calibração) nas áreas de elétrica, física e mecânica. Tal acreditação reconhece sua competência para realizar calibrações desde 1991, além de assegurar a confiabilidade das medições e ensaios realizados.

A Área de Metrologia tem como objetivo aprimorar e/ou desenvolver os métodos de calibração dos padrões, equipamentos, medidores e sensores em atendimento as demandas dos testes dos satélites e produtos espaciais do LIT. Atualmente o INPE/LIT mantém seus laboratórios de metrologia acreditados pela Cgcre - Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro e é reconhecido 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 Laboratório de Metrologia Mecânica (MTM) compõe um dos Laboratórios de Metrologia do LIT e realiza calibrações nas áreas de força e torque, dimensional e massa, atendendo o setor espacial brasileiro e as indústrias em geral. A fim de atender a demanda do LIT foi proposto o projeto de dimensionamento mecânico de células GTEM (*Gigahertz Transverse Eletromagnetic*) para calibração de medidores de campo elétrico.



Para assegurar a confiabilidade metrológica dos testes dos programas institucionais do INPE, há a necessidade de ampliação dos serviços efetivos na área de alta frequência e nível, e o Laboratório de Metrologia Elétrica (MTE) do LIT é peça fundamental no objetivo de se fornecer tais recursos.

A expansão das instalações de ensaios de interferência eletromagnética também cria uma necessidade correspondente de calibração de instrumentação em Alta Frequência, resultando na necessidade de se estender a acreditação da área metrológica do INPE/LIT de forma em que se atenda a demanda dos sistemas espaciais.

Para atender os requisitos de acreditação se faz necessário, entre outros, a criação de uma planilha de cálculo de incerteza onde uma das componentes está relacionada ao dimensionamento mecânico da Câmara GTEM utilizada no processo de calibração dos sensores de campo eletromagnético. O projeto consiste no desenvolvimento de um método adequado para dimensionamento mecânico da câmara GTEM, bem como, a definição dos equipamentos necessários para o dimensionamento além da elaboração de um procedimento de medição.

A não realização do projeto impossibilita o dimensionamento mecânico da câmara GTEM e a declaração de uma das componentes de incerteza do processo de calibração de sensores de campo eletromagnético.

8.4.2 - Objetivo Geral

Atender a necessidade do programa espacial brasileiro no que tange ao desenvolvimento de tecnologias nas atividades de integração, montagem e testes de satélites e melhorar a capacidade de medição em Alta Frequência da Área de Metrologia.

Objetivo Específico 1: Avaliar método de calibração de sensores de campo eletromagnéticos e definir cotas importantes para o processo de calibração.

Objetivo Específico 2: Desenvolvimento de método de medição e definição de equipamentos e meios necessários para dimensionamento mecânico da câmara GTEM.

Objetivo Específico 3: Elaboração de procedimento de operação dos equipamentos e execução do processo de medição.

Objetivo Específico 4: Treinamento da equipe envolvida.

Objetivo Específico 5: Execução do processo de medição da câmara GTEM e elaboração de relatório de medição.



8.4.3 - Insumos

8.4.3.1 – Custeio

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

8.4.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
8.4.1	Técnico de nível médio com diploma de Escola Técnica em Mecânica ou Mecatrônica ou áreas afins, reconhecido pelo MEC, e com experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação.	Conhecimento básico de inglês. Desejável conhecimento em metrologia dimensional.	1; 2; 3; 4; 5	D-E	24	1



8.4.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Avaliar o método de calibração de sensores de campo eletromagnéticos e definição de cotas	1	Relatório	Definição do método de medição dimensional					
Desenvolver Método de Medição	2	Método desenvolvido e/ou equipamentos e meios definidos	Desenvolvimento do sistema de medição					
Descrever a metodologia de medição	3	Procedimento de medição		Elaboração do procedimento de medição				
Treinamento da equipe envolvida	4	Equipe treinada		Equipe capacitada para realizar a medição				
Executar o processo de medição da câmara GTEM	5	Relatório de medição		Elaboração do relatório de medição				

8.4.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre									
	2019		2020		2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Avaliação do método de calibração de sensores de campo eletromagnético e definição de cotas.	X									
Desenvolvimento do método de medição		X								
Descrever a metodologia de medição			X							
Treinamento da equipe envolvida				X						
Executar o processo de medição da câmara GTEM				X						

8.4.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Relatório	1	Relatório	Definição do método para medição dimensional da câmara GTEM					
Desenvolvimento do método de medição	2	Método desenvolvido e/ou equipamentos e meios definidos.	Montagem do sistema de medição					



Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Descrição da metodologia de medição	3	Procedimento de Medição		Aprovação e implementação do procedimento de medição			
Treinamento da equipe envolvida	4	Equipe treinada		Capacitação da equipe envolvida			
Execução do processo de medição da câmara GTEM	5	Relatório de medição		Emissão do relatório de medição dimensional da câmara GTEM			

8.4.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Relatório com a avaliação do método de calibração de sensores de campo eletromagnéticos e definição de cotas	1	Relatório		Definição do método para medição dimensional da câmara GTEM			
Método de medição Desenvolvido	2	Método desenvolvido e/ou equipamentos e meios definidos.		Implementação do sistema de medição			



Procedimento de Medição	3	Procedimento de medição		Implementação do procedimento de medição			
Equipe treinada	5	Equipe apta para executar a medição		Capacitação da equipe envolvida			
Método de Medição implantado	4	Relatório de medição		Emissão do relatório de medição dimensional da câmara GTEM			

8.4.8 – Recursos Solicitados

8.4.8.1 - Custeio:

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

8.4.8.2 - Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	E	1.950,00	24	1	46.800,00
Total (R\$)					46.800,00



Equipe do Projeto

- Alberto de Paula Silva
- Angela Akemi Tatekawa Silva
- Ricardo Sutério
- Rodrigo dos Santos Nascimento
- Simone Helena Rodrigues Faria

Referências Bibliográficas

[1] SILVA, Fabrício. **Análise de variância (ANOVA) de sistemas tridimensionais de medição, (Braço Articulado de Medição, Laser Tracker e Fotogrametria)**. 5 f. Artigo Científico - Curso de Pós-graduação em Engenharia Aeronáutica e Mecânica, ITA – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

[2] Rubiane Heloisa Oliveira, **Implantação de um Sistema de Calibração de Geradores, Medidores e Atenuadores de Radiofrequência**, relatório final de atividade do Programa de Capacitação Institucional, processo individual 380999/2012-9, 2012.



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

Subprojeto 8.5: Desenvolvimento de método de calibração de sensor de potência tipo termistor por calorimetria.

8.5.1 – Introdução

Este subprojeto consta no Projeto 08 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE.

A Área de Metrologia tem como objetivo aprimorar e/ou desenvolver os métodos de calibração dos padrões, equipamentos, medidores e sensores em atendimento as demandas dos testes dos satélites e produtos espaciais do LIT - Laboratório de Integração e Testes do INPE. Atualmente o INPE/LIT mantém seus laboratórios de metrologia acreditados pela Cgcre - Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro e é reconhecido pelo ILAC - *International Laboratory Accreditation Cooperation* nas grandezas: eletricidade, tempo e frequência, alta frequência, força e torque, massa, pressão (vácuo), vibração, acústica, temperatura e umidade.

O Laboratório de Metrologia Elétrica (MTE) é um dos laboratórios da Área de Metrologia do LIT, responsável pela calibração de sensores e equipamentos nas áreas de alta frequência, eletricidade e tempo e frequência. O MTE atende o LIT, os diversos departamentos do INPE, o setor aeroespacial brasileiro, com destaque para o Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial, outras instituições de pesquisa e as indústrias em geral. A fim de atender a demanda da áreas de Metrologia e ensaios de EMI/EMC/Antenas e Telecomunicações do LIT, foi proposto o projeto para desenvolvimento de um método de calibração de sensor de potência tipo termistor por calorimetria.

Os sensores em questão medem a potência de sinais de alta frequência (RF), tendo as mais diversas aplicações técnicas e científicas. No LIT, os sensores de potência são os padrões de referência de toda a rastreabilidade metrológica em RF do laboratório. Assim, os sensores devem ser calibrados periodicamente para garantir a qualidade dos resultados e a rastreabilidade da medição ao SI.

Atualmente, os sensores de referência do LIT são calibrados por comparação em laboratórios pertencentes à Rede Brasileira de Calibração (RBC). Contudo, o nível de incerteza de medição desses laboratórios é bastante alto e variável, prejudicando a qualidade das medições realizadas no INPE.

Nesse contexto, a Área de Metrologia busca implementar a calibração primária dos sensores de potência, por meio de microcalorimetria, a fim de garantir a menor incerteza possível nas calibrações e ensaios de RF no LIT.

A não realização deste projeto, impacta na contratação de calibração no exterior dos sensores de potência tipo termistor existentes no LIT ou na continuidade das variações e elevados valores de incerteza dos laboratórios acreditados com tal competência no país.



Visando atender primeiramente a necessidade do LIT, este projeto tem como objetivo implementar um método para calibrar sensores de potência tipo termistor por calorimetria no MTE, garantindo assim a confiabilidade das medições envolvidas nos ensaios de EMI/EMC/Antenas e Telecomunicações em Satélites ou outros sistemas.

Além de atender à necessidade específica do LIT, esse projeto tem potencial para beneficiar outros usuários do INPE, além de disponibilizar à sociedade uma calibração até então indisponível no país.

8.5.2 - Objetivo Geral

Dotar e disponibilizar ao país a competência na calibração primária de sensores de potência de alta frequência. Atender a necessidade do programa espacial brasileiro e ampliar o escopo de calibração de Alta Frequência da Área de Metrologia.

Objetivo Específico 1: Adquirir embasamento teórico referente ao instrumento a ser calibrado, a metodologia, normalização e qualidade.

Objetivo Específico 2: Identificar os requisitos para o sistema de calibração de sensores de potência.

Objetivo Específico 3: Identificar métodos para a calibração de sensores de potência tipo termistor.

Objetivo Específico 4: Construir microcalorímetro para o sistema de calibração de sensores de potência tipo termistor.

Objetivo Específico 5: Desenvolver procedimento de calibração.

Objetivo Específico 6: Validar procedimento de calibração.

8.5.3 - Insumos



8.5.3.1 – Custeio

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

8.5.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
8.5.1	Técnico de nível médio com diploma de Escola Técnica em Eletrônica, Telecomunicações ou áreas afins, reconhecido pelo MEC, e com experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação.	Desejável experiência em instrumentação.	1; 2; 3; 4; 5; 6	D-E	24	1

8.5.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Revisão bibliográfica	1	Relatório	Compilar informações da literatura					
Identificação de requisitos	2	Relatório	Definir os requisitos					
Identificação de métodos de calibração	3	Relatório	Definir método de calibração					
Construção de microcalorímetro	4	Inclusão de registro de equipamento no Sistema eLIT.	Modelar e construir o microcalorímetro	Validar o calorímetro				
Desenvolvimento do procedimento	5	Procedimento de calibração		Entregar versão do procedimento para validação				
Validação do procedimento	6	Relatório		Publicar procedimento				

8.5.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre									
	2019		2020		2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Revisão bibliográfica	X									
Identificação de requisitos	X									



Identificação de métodos de calibração	X	X								
Construção de microcalorímetro		X	X							
Desenvolvimento do procedimento			X	X						
Validação do procedimento				X						

8.5.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Quadro sinótico dos métodos e sistemas de sensores de potência.	1; 2; 3	Relatórios	Definir requisitos e métodos					
Microcalorímetro	4	Registro no Sistema eLIT		Calibrar sensor de potência				
Tabela com a quantificação teórica das contribuições de incerteza do sistema de calibração sugeridas/requeridas por normas técnicas.	5	Planilha de cálculo	Estimar teoricament e a incerteza da medição	Calcular a incerteza de medição com as contribuições avaliadas				
Procedimento de calibração.	5	Documento elaborado.		Validar o método adotado				
Procedimento de calibração.	6	Procediment o publicado e divulgado.		Calibrar sensores de potência				

8.5.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Revisão bibliográfica	1	Relatório	Compilar informações da literatura					
Requisitos identificados	2	Relatório de análise do sistema de calibração	Definir os requisitos					
Método de calibração definido	3	Relatório de análise do sistema de calibração	Definir método de calibração					
Microcalorímetro em operação	4	Relatório de análise do sistema de calibração		Construir e validar o microcalorímetro				
Procedimento elaborado	5	Procedimento de calibração		Entregar versão do procedimento para validação				
Procedimento validado e publicado	6	Procedimento de calibração		Publicar procedimento				

8.5.8 – Recursos Solicitados



8.5.8.1 - Custeio:

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

8.5.8.2 - Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	E	1.950,00	24	1	46.800,00
Total (R\$)					46.800,00

Equipe do Projeto

Alberto de Paula Silva

Ricardo Suterio

Referências Bibliográficas

- [1] LABORATÓRIO DE INTEGRAÇÃO E TESTES. **Relatório de Atividades 2012**. São José dos Campos, 2013.
- [2] ALBERTAZZI, A. G.; SOUSA, A. R. **Fundamentos de metrologia científica e industrial**. Barueri: Manole, 2008.
- [3] SILVA, A. P. **Abordagem sistêmica de análise metrológica aplicada na calibração de baixa umidade**. Tese de mestrado em Sistemas Aeroespaciais e Mecatrônica – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2014.
- [4] INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. **JCGM 100:2008**: avaliação de dados de medição: guia para a expressão de incerteza de medição. Rio de Janeiro, 2008.
- [5] SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Florianópolis: UFSC, 2005.



- [6] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO/IEC 17025:2017**: requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. Rio de Janeiro, 2017.
- [7] NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY. **Calibrations**: RF, Microwave and Millimeter-Wave Measurements. Boulder, 2015. Disponível em: <<http://nist.gov/calibrations/rf-microwave.cfm>>. Acesso em: 15 set. 2015.
- [8] NATIONAL PHYSICAL LABORATORY. **Comercial Services - Measurement Services**: RF & Microwave Free-Field. Teddington, 2015. Disponível em: <<http://www.npl.co.uk/measurement-services/>>. Acesso em: 15 set. 2015.



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

Subprojeto 8.6: Desenvolvimento de método de calibração de sensores de campo magnético de alta frequência.

8.6.1 – Introdução

Este subprojeto consta no Projeto 08 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE.

A Área de Metrologia tem como objetivo aprimorar e/ou desenvolver os métodos de calibração dos padrões, equipamentos, medidores e sensores em atendimento as demandas dos testes dos satélites e produtos espaciais do LIT - Laboratório de Integração e Testes do INPE. Atualmente o INPE/LIT mantém seus laboratórios de metrologia acreditados pela Cgcre - Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro e é reconhecido pelo ILAC - *International Laboratory Accreditation Cooperation* nas grandezas: eletricidade, tempo e frequência, alta frequência, força e torque, massa, pressão (vácuo), vibração, acústica, temperatura e umidade.

O Laboratório de Metrologia Elétrica (MTE) é um dos laboratórios da Área de Metrologia do LIT, responsável pela calibração de sensores e equipamentos nas áreas de alta frequência, eletricidade e tempo e frequência. O MTE atende o LIT, os diversos departamentos do INPE, o setor aeroespacial brasileiro, com destaque para o Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial, outras instituições de pesquisa e as indústrias em geral. A fim de atender a demanda da área de Integração de Satélites do LIT, foi proposto o projeto para desenvolvimento de um método para calibrar sensores de campo magnético de alta frequência.

Os sensores em questão medem o campo magnético de alta frequência em um determinado ambiente, tendo as mais diversas aplicações, desde as tecnológicas, como é o caso do LIT, até as ambientais, como no monitoramento de campos magnéticos que possam afetar equipamentos e pessoas. No LIT, medições de campo eletromagnético são realizadas nos ensaios de EMI/EMC no interior das câmaras anecóicas blindadas. Assim, os sensores devem ser calibrados periodicamente para garantir a qualidade dos resultados e a rastreabilidade da medição ao SI.

Nesse contexto, a Área de Metrologia busca implementar a calibração de medidores de campo magnético de alta frequência para atender as demandas do LIT.

A não realização deste projeto, impacta na contratação de calibração no exterior dos sensores de campo magnético de alta frequência, uma vez que não há laboratórios acreditados com tal competência no país.

Visando atender primeiramente a necessidade do LIT, este projeto tem como objetivo implementar um método para calibrar medidores de campo magnético de alta frequência no MTE, garantindo assim a confiabilidade das medições envolvidas nos ensaios.



Além de atender à necessidade específica do LIT, esse projeto tem potencial para beneficiar outros usuários do INPE, como a ANATEL, além de disponibilizar à sociedade uma calibração até então indisponível no país.

8.6.2 - Objetivo Geral

Dotar e disponibilizar ao país a competência em calibração de sensores de campo magnético de alta frequência. Atender a necessidade do programa espacial brasileiro e ampliar o escopo de calibração de Eletricidade da Área de Metrologia.

Objetivo Específico 1: Adquirir embasamento teórico referente ao instrumento a ser calibrado, a metodologia, normalização e qualidade.

Objetivo Específico 2: Identificar os requisitos para o sistema de calibração de campo magnético de alta frequência.

Objetivo Específico 3: Identificar métodos para a calibração de medidores de campo magnético de alta frequência.

Objetivo Específico 4: Testar possíveis métodos e sistemas de calibração de medidores de campo magnético de alta frequência.

Objetivo Específico 5: Desenvolver procedimento de calibração.

Objetivo Específico 6: Validar edição revisada do procedimento de calibração.

8.6.3 - Insumos



8.6.3.1 – Custeio

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Não aplicável	Não aplicável	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 com diploma de Escola Técnica em Eletrônica, Telecomunicações ou áreas afins, reconhecido pelo MEC, e com experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação.	Desejável experiência em instrumentação e/ou metrologia.	1; 2; 3; 4; 5; 6	D-E	24	1

8.6.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Revisão bibliográfica	1	Relatório	Compilar informações da literatura					
Identificação de requisitos	2	Relatório	Definir os requisitos					
Identificação de sistemas de calibração	3	Relatórios semestrais	Definir sistema de calibração					
Identificação de métodos de calibração	4	Planos de ação	Definir método de calibração					
Desenvolvimento do procedimento	5	Procedimento de calibração		Entregar versão do procedimento para validação				
Validação do procedimento	6	Relatório		Publicar procedimento				

8.6.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre									
	2019		2020		2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Revisão bibliográfica	X									
Identificação de requisitos	X	X								
Identificação de sistemas de calibração		X								
Identificação de métodos de calibração		X								
Desenvolvimento do procedimento			X	X						
Validação do procedimento				X						

8.6.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Quadro sinótico dos métodos e sistemas de calibração de campo magnético de alta frequência.	1; 2; 3; 4	Relatórios	Definir requisitos e métodos					
Tabela com a quantificação teórica das contribuições de incerteza do sistema de calibração sugeridas/requeridas por normas técnicas.	5	Planilha de cálculo	Estimar teoricamente e a incerteza da medição	Calcular a incerteza de medição com as contribuições avaliadas				
Procedimento de calibração.	5	Documento elaborado.		Validar o método adotado				
Procedimento de calibração.	6	Procedimento publicado e divulgado.		Calibrar sensores de campo magnético de alta frequência				

8.6.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Revisão bibliográfica	1	Relatório	Compilar informações da literatura					



Requisitos identificados	2	Relatório de análise do sistema de calibração	Definir os requisitos				
Sistema de calibração definido	3	Relatório de análise do sistema de calibração	Definir sistema de calibração				
Método de calibração definido	4	Relatório de análise do sistema de calibração	Definir método de calibração				
Procedimento elaborado	5	Procedimento de calibração		Entregar versão do procedimento para validação			
Procedimento validado e publicado	6	Relatório de análise		Publicar procedimento			

8.6.8 – Recursos Solicitados

8.6.8.1 - Custeio:

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

8.6.8.2 - Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	E	1.950,00	24	1	46.800,00
Total (R\$)					46.800,00



Equipe do Projeto

Alberto de Paula Silva

Ricardo Suterio

Referências Bibliográficas

- [1] LABORATÓRIO DE INTEGRAÇÃO E TESTES. **Relatório de Atividades 2012**. São José dos Campos, 2013.
- [2] ALBERTAZZI, A. G.; SOUSA, A. R. **Fundamentos de metrologia científica e industrial**. Barueri: Manole, 2008.
- [3] SILVA, A. P. **Abordagem sistêmica de análise metrológica aplicada na calibração de baixa umidade**. Tese de mestrado em Sistemas Aeroespaciais e Mecatrônica – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2014.
- [4] INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. **JCGM 100:2008**: avaliação de dados de medição: guia para a expressão de incerteza de medição. Rio de Janeiro, 2008.
- [5] SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Florianópolis: UFSC, 2005.
- [6] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO/IEC 17025:2017**: requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. Rio de Janeiro, 2017.



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

Subprojeto 8.7: Desenvolvimento de método de calibração de sensores de campo magnético DC.

8.7.1 – Introdução

Este subprojeto consta no Projeto 08 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE.

A Área de Metrologia tem como objetivo aprimorar e/ou desenvolver os métodos de calibração dos padrões, equipamentos, medidores e sensores em atendimento as demandas dos testes dos satélites e produtos espaciais do LIT - Laboratório de Integração e Testes do INPE. Atualmente o INPE/LIT mantém seus laboratórios de metrologia acreditados pela Cgcre - Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro e é reconhecido pelo ILAC - *International Laboratory Accreditation Cooperation* nas grandezas: eletricidade, tempo e frequência, alta frequência, força e torque, massa, pressão (vácuo), vibração, acústica, temperatura e umidade.

O Laboratório de Metrologia Elétrica (MTE) é um dos laboratórios da Área de Metrologia do LIT, responsável pela calibração de sensores e equipamentos nas áreas de alta frequência, eletricidade e tempo e frequência. O MTE atende o LIT, os diversos departamentos do INPE, o setor aeroespacial brasileiro, com destaque para o Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial, outras instituições de pesquisa e as indústrias em geral. A fim de atender a demanda da área de Integração de Satélites do LIT, foi proposto o projeto para desenvolvimento de um método para calibrar sensores de campo magnético DC.

Os sensores em questão medem o campo magnético DC, tendo as mais diversas aplicações técnicas e científicas. No LIT os sensores de campo magnético DC são utilizados nas atividades de integração de satélites, havendo ainda outras aplicações no INPE. Assim, os sensores devem ser calibrados periodicamente para garantir a qualidade dos resultados e a rastreabilidade da medição ao SI.

Nesse contexto, a Área de Metrologia busca implementar a calibração de medidores de campo magnético DC para atender as demandas da integração de sistemas espaciais.

A não realização deste projeto, impacta na contratação de calibração no exterior dos sensores de campo magnético DC existem no LIT e no INPE, ou que venham a fazer parte de qualquer projeto da instituição, uma vez que não há laboratórios acreditados com tal competência no país.

Visando atender primeiramente a necessidade do LIT, este projeto tem como objetivo implementar um método para calibrar medidores de campo magnético no MTE, garantindo assim a confiabilidade das medições envolvidas nos ensaios de termo vácuo em Satélites.



Além de atender à necessidade específica do LIT, esse projeto tem potencial para beneficiar outros usuários do INPE, além de disponibilizar à sociedade uma calibração até então indisponível no país.

8.7.2 - Objetivo Geral

Dotar e disponibilizar o país a competência em calibração de sensores de campo magnético DC. Atender a necessidade do programa espacial brasileiro e ampliar o escopo de calibração de Eletricidade da Área de Metrologia.

Objetivo Específico 1: Adquirir embasamento teórico referente ao instrumento a ser calibrado, a metodologia, normalização e qualidade.

Objetivo Específico 2: Identificar os requisitos para o sistema de calibração de campo magnético DC.

Objetivo Específico 3: Identificar métodos para a calibração de medidores de campo magnético DC.

Objetivo Específico 4: Testar possíveis métodos e sistemas de calibração de medidores de campo magnético DC.

Objetivo Específico 5: Desenvolver procedimento de calibração.

Objetivo Específico 6: Validar edição revisada do procedimento de calibração.



8.7.3 - Insumos

8.7.3.1 – Custeio

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

8.7.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
8.7.1	Técnico de nível médio com diploma de Escola Técnica em Eletrônica, Telecomunicações ou áreas afins, reconhecido pelo MEC, e com experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação	Desejável conhecimento em instrumentação e/ou metrologia.	1; 2; 3; 4; 5; 6	D-E	24	1

8.7.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Revisão bibliográfica	1	Relatório	Compilar informações da literatura					
Identificação de requisitos	2	Relatório	Definir os requisitos					
Identificação de sistemas de calibração	3	Relatórios semestrais	Definir sistema de calibração					
Identificação de métodos de calibração	4	Planos de ação	Definir método de calibração					
Desenvolvimento do procedimento	5	Procedimento de calibração		Entregar versão do procedimento para validação				
Validação do procedimento	6	Relatório		Publicar procedimento				

8.7.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre									
	2019		2020		2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Revisão bibliográfica	X									
Identificação de requisitos	X	X								
Identificação de sistemas de calibração		X								
Identificação de métodos de calibração		X								



Desenvolvimento do procedimento			X	X						
Validação do procedimento				X						

8.7.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Quadro sinótico dos métodos e sistemas de calibração de campo magnético DC.	1; 2; 3; 4	Relatórios	Definir requisitos e métodos					
Tabela com a quantificação teórica das contribuições de incerteza do sistema de calibração sugeridas/requeridas por normas técnicas.	5	Planilha de cálculo	Estimar teoricament e a incerteza da medição	Calcular a incerteza de medição com as contribuiçõe s avaliadas				
Procedimento de calibração.	5	Documento elaborado.		Validar o método adotado				
Procedimento de calibração.	6	Procediment o publicado e divulgado.		Calibrar sensores de campo magnético DC				



8.7.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Revisão bibliográfica	1	Relatório	Compilar informações da literatura					
Requisitos identificados	2	Relatório de análise do sistema de calibração	Definir os requisitos					
Sistema de calibração definido	3	Relatório de análise do sistema de calibração	Definir sistema de calibração					
Método de calibração definido	4	Relatório de análise do sistema de calibração	Definir método de calibração					
Procedimento elaborado	5	Procedimento de calibração		Entregar versão do procedimento para validação				
Procedimento validado e publicado	6	Relatório de análise		Publicar procedimento				

8.7.8 – Recursos Solicitados

8.7.8.1 - Custeio:

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



8.7.8.2 - Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	E	1.950,00	24	1	46.800,00
Total (R\$)					46.800,00

Equipe do Projeto

Alberto de Paula Silva

Ricardo Suterio

Referências Bibliográficas

- [1] LABORATÓRIO DE INTEGRAÇÃO E TESTES. **Relatório de Atividades 2012**. São José dos Campos, 2013.
- [2] ALBERTAZZI, A. G.; SOUSA, A. R. **Fundamentos de metrologia científica e industrial**. Barueri: Manole, 2008.
- [3] SILVA, A. P. **Abordagem sistêmica de análise metrológica aplicada na calibração de baixa umidade**. Tese de mestrado em Sistemas Aeroespaciais e Mecatrônica – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2014.
- [4] INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. **JCGM 100:2008**: avaliação de dados de medição: guia para a expressão de incerteza de medição. Rio de Janeiro, 2008.
- [5] SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Florianópolis: UFSC, 2005.
- [6] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO/IEC 17025:2017**: requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. Rio de Janeiro, 2017.



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

Subprojeto 8.8: Análise e desenvolvimento do sistema de suprimento de potência para testes espaciais

8.8.1 - Introdução

O 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.

A 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) ”.

Dessa forma, o objetivo geral do projeto PCI-LIT é garantir e manter a capacitação de todas as áreas de atuação do LIT, basicamente atender todos os subgrupos do projeto ora apresentado, nos seguintes temas:

Tema 1: Montagem, Integração e Testes de Sistemas Espaciais

PCI-LIT - 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.;

PCI- LIT - Objetivo Específico (2): Desenvolver equipamentos e setups para testes elétricos e testes ambientais de sistemas e subsistemas;



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

Este subprojeto trata do desenvolvimento do protótipo de um elemento de meio de testes ambientais que contribuirá para reduzir custos e riscos de execução de campanhas de testes. Os seus objetivos específicos são descritos adiante.

Atualmente a distribuição de potências para simulação de cargas térmicas em modelos térmicos de espécimes espaciais de grande porte do INPE é realizada através de dois componentes principais: um conjunto de fontes montadas em racks, e uma placa contendo um divisor resistivo passivo, cuidadosamente projetada para situações extremamente específicas de cargas. O custo estimado de cada fonte de potência daquele tipo é da ordem de U\$ 2,000.00 (portanto, isso representa a mobilização de cerca de U\$200,000.00 em cada teste). Essa estratégia produz os dois seguintes problemas para os testes espaciais nas câmaras de grande porte do LIT: a) A cada teste de novo espécime espacial, o divisor resistivo precisa ser total e cuidadosamente refeito; b) a instalação elétrica do sistema mobiliza cerca de 100kW – quando utiliza efetivamente menos de 10kW (portanto, são mobilizados ativos de U\$ 200,000.00 para disponibilizar o uso de 10kW). Isto resulta do fato de que cada uma das cem fontes alimenta um ramal de divisores resistivos com diferentes tensões (a fim de alcançar o resultado almejado para a distribuição de potência). Os divisores de tensão são artesanalmente calculados e sintonizados para cada teste. Isto exige um número considerável de homens-hora qualificados para escolher os valores precisos de resistores, seu comportamento sob variação de temperaturas, cuidados no processo de solda e montagem e etc., tornando esse processo caro e inflexível. Ajustes durante andamento das campanhas neste caso são virtualmente catastróficos para a qualidade da atividade como um todo.

O objetivo deste projeto é desenvolver o protótipo de um sistema de distribuição e controle de potências microprocessado para realização de testes ambientais espaciais, com as seguintes características:

- Robusto
- Modular
- Flexível
- Escalável
- Compatível com as melhores práticas de segurança para os espécimes espaciais (por exemplo, que possa ser alimentado por fontes de energia de emergência, como no-breaks, geradores ou similares).

A ideia é a de desenvolver placas montadas em gavetas de racks padronizados conectadas a uma rede de computadores. Nas placas estarão contidos os microprocessadores a serem utilizados, os drives de potência e interfaces de comunicação. No rack deverá existir um

barramento de potência a ser concebido, apto a fornecer 10kW (por rack) para módulos de controle de no máximo 50W. Além disso, haverá no rack fontes de potência para funcionamento dos microprocessadores, ventiladores, drives de potência, dispositivos de comunicação como switches e placas de relés.

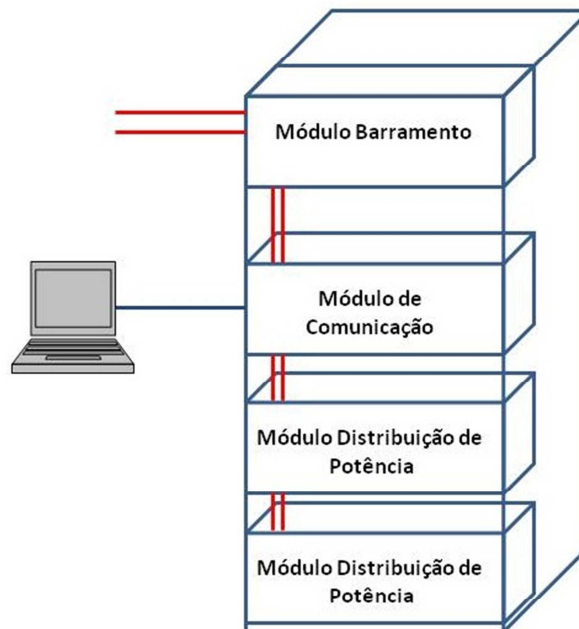


Figura 1 - Rack

A comunicação entre as placas baseadas em microprocessadores e o computador deverá ocorrer preferencialmente por protocolo tcpip. Numa primeira versão as receitas serão administradas pelo sistema supervisor. Numa versão futura, o rack de distribuição poderá operar em modo “stand-alone” sob supervisão de comandos de emergência. Este projeto trata apenas da versão inicial, ou seja, com receitas operadas por sistemas supervisórios.

Diagrama Simplificado – Módulo de Distribuição de Potência

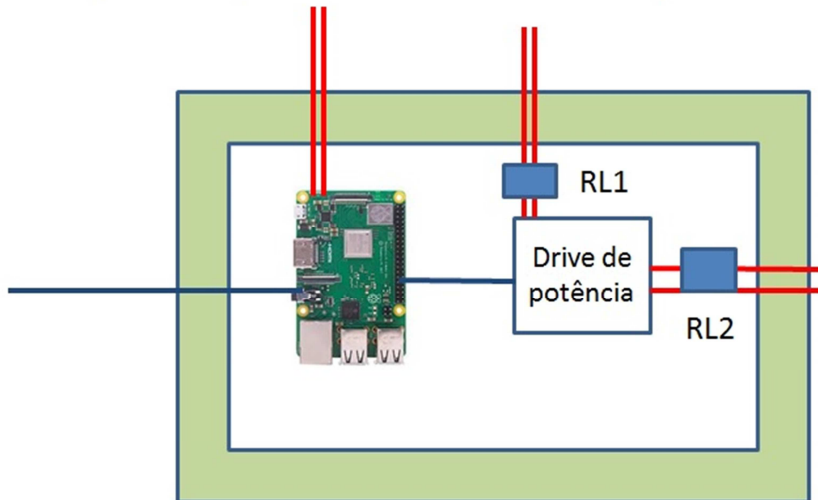


Figura 2 – Diagrama Simplificado – Módulo de Distribuição de Potência

Inicialmente os sinais para cálculo de potência fornecida para a carga virão do sistema supervisorio instalado no computador. Este computador terá acesso a todos os dados de tensão, corrente, temperatura e outros, a partir dos quais estipulará a potência a ser fornecida a um determinado heater. Futuramente, essas funcionalidades deverão migrar para o próprio módulo de distribuição de potência.

Este subprojeto é parte do Projeto 08 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE, sendo elemento do Tema 1: Montagem, Integração e Testes de Sistemas Espaciais, atendendo aos objetivos específicos (1), (2) e (3) (Desenvolvimento de Softwares e Desenvolvimento de Tecnologias para Montagem, Integração e Testes).

8.8.2 - Objetivo Geral

O objetivo geral deste subprojeto é reduzir o custo de desenvolvimento de setups bem como o risco para testes espaciais.

A redução de custo ocorre pela eliminação da recalcitrante necessidade de desenvolvimento de caixas “shunt”.

A redução do risco ocorre porque o sistema escalável poderá ser alimentado por UPSs. Além disso, o sistema possibilitará redundância, que decorrerá da modularidade e poderá ser implantado ou via placas eletrônicas, ou via software supervisorio.

Objetivos específicos deste subprojeto são:



Objetivo O.1 - Reduzir o custo de testes de qualificação térmica de produtos espaciais através da redução do custo de setup de testes;

Objetivo O.2 – Reduzir o risco de testes espaciais de qualificação térmica possibilitando que cargas térmicas simuladas para diversas finalidades possam ser alimentadas por UPSs.

8.8.3 - Insumos

8.8.3.1 – Custeio

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Visita técnica	1000,00	1.000,00

8.8.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
8.8.1	Profissional com diploma de nível superior em Engenharia Eletrônica, Mecatrônica ou áreas afins e experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação.	Experiência em desenvolvimento de sistemas/software /firmware (python, Labview, ARM ou afins), e automação projetos elétricos e eletrônicos	O1-O2	PCI-DD	60	1
8.8.2	Profissional com diploma de nível superior em Engenharia Eletrônica, Mecatrônica ou áreas afins e experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação.	Experiência em execução de projetos eletro-eletrônicos, desenvolvimento de sistemas e software (Python, ARM, Labview ou afins)	O1-O2	PCI-DD	60	1



8.8.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Elaborar Documento definindo requisitos gerais para HW, SW e FW	O.1-O.2	Número de requisitos de SW FW	Documento contendo a análise de requisitos do sistema completa					
Elaborar Documento definindo requisitos gerais para HW, SW e FW	O.1-O.2	Número de requisitos de HW	Documento contendo a análise de requisitos do sistema completa					
Elaborar Documento contendo a arquitetura para o sistema	O.1-O.2	Diagramas apresentando soluções de arquitetura para o projeto.	Documento contendo a arquitetura do sistema completo					
Elaborar documento sucinto e suficiente contendo a análise do firmware a ser implantado no microprocessador.	O.1-O.2	Diagramas, documentos contendo a análise do firmware	Documento apresentando a análise de sistemas do firmware completa					
Elaborar documento sucinto e suficiente contendo a análise do software a ser implantado no computador.	O.1-O.2	Diagramas, documentos contendo a análise do firmware		Documento apresentando a análise de sistemas do software completa				
Elaborar documento descrevendo as interfaces elétricas e mecânicas (se necessário).	O.1-O.2	Diagramas, documentos contendo uma descrição do sistema elaborado.		Relatório completo				
Elaborar um documento descrevendo o fornecimento de potência do rack.	O.1-O.2	Diagramas, documentos contendo a descrição do suprimento de potência do sistema		Projeto sistema de distribuição de potência				



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.	O.1-O.2	Diagramas, documentos contendo todos os itens de um projeto básico.			Documento consolidado completo		
Consolidar uma lista de compras completa para o projeto, contendo todas as peças, equipamentos e acessórios necessários para a montagem de um protótipo. Nesta fase do projeto, o objetivo é construir um protótipo limitado.	O.1-O.2	Diagramas, documentos contendo uma lista de compras completa.			Lista de compras		
Preparar uma lista de cotações de preços para cada um e todos os itens discriminados na lista de compras.	O.1-O.2	Diagramas, documentos contendo cotações para uma lista de compras.				Lista de cotações para compras	
Preparar um documento intitulado "Projeto Básico" com estrutura a ser determinada.	O.1-O.2	Diagramas, documentos para composição de um projeto básico.				Projeto Básico	
Preparar um documento intitulado "Planejamento da Contratação" com estrutura a ser determinada.	O.1-O.2	Diagramas, documentos para composição de um Planejamento da Contratação				Planejamento da Contratação completo	
Preparar documento intitulado "Justificativa", que disporá sobre a necessidade de compra dos itens, tendo em vista este projeto de desenvolvimento e seu arrazoado.	O.1-O.2	Documento elaborado				Relatório completo	



Realizar a aceitação do material entregue. Elaborar documento de processo de montagem.	O.1-O.2	Documento contendo parâmetros de aceitação elaborado.								Relatório completo
Consolidar toda a documentação em um relatório final de projeto.	O.1-O.2	Documento "Relatório Final" elaborado.								Relatório Final do projeto
Montagem do sistema	O.1-O.2	Itens montados								Sistema montado
Teste do Sistema	O.1-O.2	Itens testados								Sistema testado
Aceitação do sistema	O.1-O.2	Itens aceitos								Sistema aceito

8.8.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre									
	2019		2020		2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Elaborar Documento definindo requisitos gerais para HW, SW e FW										
Elaborar Documento contendo a arquitetura para o sistema										
Elaborar documento sucinto e suficiente contendo a análise do firmware a ser implantado no microprocessador.										
Elaborar documento sucinto e suficiente contendo a análise do software a ser implantado no computador.										
Elaborar documento descrevendo as interfaces elétricas e mecânicas (se necessário).										
Elaborar o projeto do barramento de potência interno ao rack.										



Elaborar um documento descrevendo o fornecimento de potência do rack.										
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.										
Consolidar uma lista de compras completa para o projeto, contendo todas as peças, equipamentos e acessórios necessários para a montagem de um protótipo. Nesta fase do projeto, o objetivo é construir um protótipo limitado.										
Preparar uma lista de cotações de preços para cada um e todos os itens discriminados na lista de compras.										
Preparar um documento intitulado "Projeto Básico" com estrutura a ser determinada.										
Preparar um documento intitulado "Planejamento da Contratação" com estrutura a ser determinada.										
Preparar documento intitulado "Justificativa", que disporá sobre a necessidade de compra dos itens, tendo em vista este projeto de desenvolvimento e seu arrazoado.										
Realizar a aceitação do material entregue. Elaborar documento de processo de montagem.										
Consolidar toda a documentação em um relatório final de projeto.										

Montagem do sistema										
Teste do Sistema										
Aceitação do sistema										

8.8.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Documentos necessários para implantação do projeto.	O1-2	Projeto conceitual, anteprojeto, projeto, planejamento de contratação, justificativa, lista de compras e cotações.	Projeto conceitual (100%); Análise de software, arquitetura do sistema (50%)	Documentos: Análise de software, arquitetura do sistema (100%); Planejamento da contratação (50%)	Documentos prontos: Planejamento da contratação (100%); Projeto Básico (50%)	Projeto Básico completo	Elenco de documentos consolidados

8.8.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Redução de custos e riscos de setups de testes que envolvem distribuição de potência para heaters.	O1-3	Comparação entre custo alocado para testes que envolvem distribuição de potência para heaters no sistema atual com o protótipo a ser desenvolvido	Design do projeto pronto	Requisitos para software, hardware e firmware prontos	Documento Planejamento da contratação pronto	Projeto Básico completo, incluindo cotação de peças e serviços.	Redução dos custos em pelo menos 50% e de riscos.



8.8.8 - Recursos Solicitados

Custeio	Valor (R\$)
Diárias	1000,00
Total (R\$)	1000,00

8.8.8.1 - 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	60	2	343.200,00
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					343.200,00

Equipe do Projeto

Heyder Hey

Horácio Hideki Sawame

Rovilson Emílio da Silva

Dênio Lemos Panissi

Referências Bibliográficas

[1] Systems Engineering Models: Theory, Methods, and Applications



por Adedeji B. Badiru | 28 mar 2019

[2] Raspberry Pi - Conceito & Prática por Ricardo Mercês | 19 mar 2014

[3] Internet das Coisas com Esp8266, Arduino e Raspberry Pi, por Sérgio de Oliveira

[4] Programação do Raspberry Pi com Python por Wolfram Donat e Lúcia A. Kinoshita

[5] Arduino Básico, Michael McRoberts

[6] Arduino: 19 Sample Designs, Coding, and Advanced Crash Course Guide in Arduino Programming (English Edition), Zach Webber

[7] Arduino books: 5 Books in 1- Beginner's Guide+ Tips and Tricks+ Simple and effective strategies+ Best practices & Advanced strategies (English Edition), Daniel Jones



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

Subprojeto 8.9: Desenvolvimento de métodos de controle ótimo para testes espaciais.

8.9.1 – Introdução

Este subprojeto consta no Projeto 08 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE.

O 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.

A 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)”.

Dessa forma, o objetivo geral do projeto PCI-LIT é garantir e manter a capacitação de todas as áreas de atuação do LIT, basicamente atender todos os subgrupos do projeto ora apresentado, nos seguintes temas:

Tema 1: Montagem, Integração e Testes de Sistemas Espaciais

PCI-LIT - 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.;



PCI-LIT- Objetivo Específico (2): Desenvolver equipamentos e setups para testes elétricos e testes ambientais de sistemas e subsistemas;

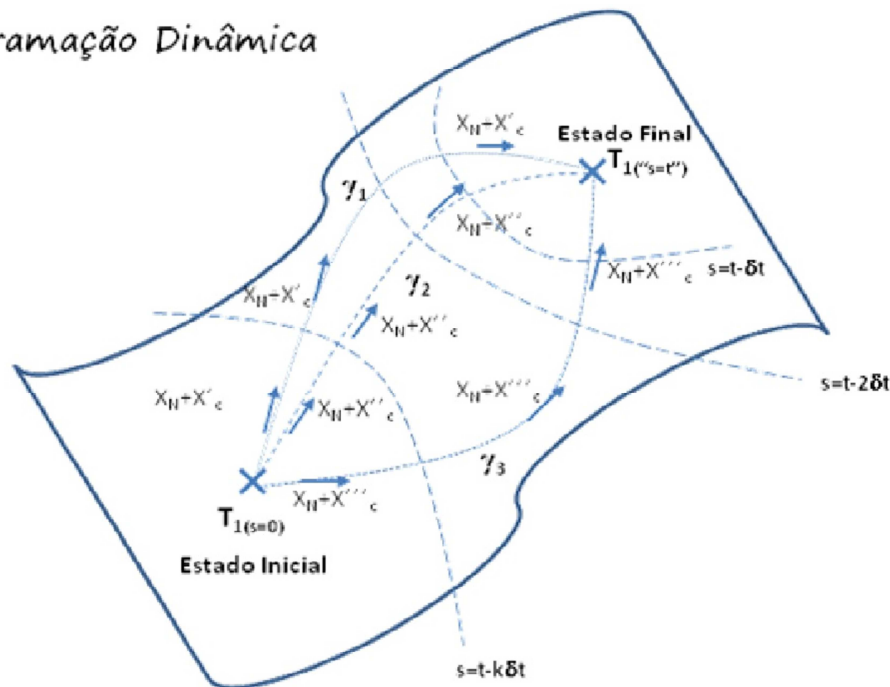
PCI-LIT - Objetivo Específico (3): Desenvolver e qualificar softwares especializados para atividades de planejamento, controle, testes elétricos e testes ambientais de sistemas e subsistemas.

Neste projeto exploraremos uma variedade de técnicas aplicáveis ao controle ótimo de sistemas de testes espaciais. A intenção é a redução de custos destas atividades. O foco de redução deverá ser o volume de nitrogênio líquido utilizado em uma rampa padrão a ser definida (portanto, a redução ocorrerá em modo gasoso de operação da câmara). Numa primeira fase, iremos desenvolver os métodos, os modelos matemáticos e uma bancada de testes, composta de um módulo de aquisição e análise de dados, um módulo de comunicação e supervisão, e um módulo de correção e programação dinâmica como parte de um sistema de controle ótimo. Esses objetos serão parte da bancada de testes. Na fase definida por este projeto, não estão previstas interações com as câmaras de testes espaciais, mas apenas o desempenho de um modelo nesta bancada. Além da implantação em software, estudaremos a aplicabilidade dos seguintes métodos e a pertinência dos seguintes assuntos: Programação dinâmica *standard*; Aplicações da teoria de Grupos de Lie em equações diferenciais em sistemas de controle em Loop aberto; Grupos de Lie em sistemas de controle em Loop fechado; Equação de Hamilton-Jacobi-Bellman; Noções de integrabilidade e de sistemas integráveis – simetrias de Lie-Backlund; Funções Elípticas; Formas Modulares; Funções L de Dirichlet; Métodos Estocásticos utilizando o Cálculo de Itô; Linearizações.

Os métodos listados acima são aplicáveis a outros problemas.

A área de controle ótimo teve grande impulso a partir da década de 1950 com o aparecimento e uso efetivo dos primeiros computadores digitais no Departamento de Defesa dos EUA. Por outro lado, figurou desde o início do século XX como um dos temas importantes na área de sistemas dinâmicos, sugerindo uma série de problemas com pertinência geral. No contexto deste projeto, e no caso da câmara LTC6X8 (por exemplo), pode-se perguntar: Qual série histórica de abertura de válvulas de controle minimiza o custo, S , e é compatível com vínculos e outros requisitos de operação da LTC6X8 (ex.: $U\alpha$, uma trajetória específica em $R^{4 \times 6}$, com coordenadas $u_1, i=1, \dots, 6, u_2, i=1, \dots, 6, u_3, i=1, \dots, 6, u_4, i=1, \dots, 6$)?

Programação Dinâmica



A pergunta sugere uma revisão de métodos de programação dinâmica.

Abordaremos o problema de controle ótimo em termos das simetrias associadas com o sistema de equações diferenciais ordinárias que definem a dinâmica das variáveis de estado. Coloquialmente, um grupo de Lie é um grupo (um conjunto com uma operação bilinear $G \times G \rightarrow G$, satisfazendo alguns axiomas) que ao mesmo tempo é uma variedade - superfície que localmente é homeomórfica a \mathbb{R}^N . Propõe-se estudar o grupo (de Lie), A , de simetrias locais de nosso problema, e suas relações com o controle. Uma vez conhecido o grupo, a sua componente conexa poderá ser associada com uma Álgebra de Lie, A^1 , através de uma operação de exponenciação (a exponenciação do elemento da álgebra leva a um elemento do grupo conexo).

O problema de integrabilidade no caso de loop fechado é mais complicado. Estaremos interessados em estudar (não simetrias de Lie) mas simetrias de Lie-Backlund e álgebras de dimensão infinita. A função u^* deve ser aquela que minimiza um funcional associado com a equação de Hamilton-Jacobi-Bellman.

O funcionamento da Câmara de Testes Espaciais de Grande Porte (LTC6X8), caso de estudo neste projeto, é simples.



Ela pode ser considerada "típica" em termos de funcionamento e arquitetura. É a maior do gênero no hemisfério sul, e sua função é qualificar modelos de engenharia de satélites de grande porte ou dos próprios modelos de voo. Pela LTC6X8 deverão passar - e ser qualificados - todos os satélites de médio e grande porte desenvolvidos no Brasil nos próximos anos, o que inclui satélites da série CBERS, da série Amazônia, e outros. Espera-se a qualificação de dois satélites até 2022. Essa câmara possui dois modos distintos e mutuamente exclusivos de operação, aqui referidos como Modo Líquido e Modo Gasoso. Em Modo Líquido, camisas internas (shrouds, no jargão local) à LTC6X8 são inundadas com nitrogênio líquido, que permanece em estado de ebulição a aproximadamente -196°C . Dessa forma, não há controle sobre a temperatura da camisa, que fica sempre fixa na temperatura de ebulição do nitrogênio. Em Modo Gasoso, unidades de controle térmico, uma para cada uma das seis camisas, vaporizam nitrogênio líquido. Aquecendo ou resfriando o gás interno às camisas, as temperaturas podem ser controladas entre (-180°C) e ($+150^{\circ}\text{C}$). Nestes processos, a pressão interna à câmara é mantida abaixo de 10^{-6}mBar , de forma que trocas de calor internas por convecção entre as camisas são desprezáveis (as trocas são radiativas)

A LTC6X8 possui sete unidades de controle térmico, a saber: TCU1, TCU2, TCU3, TCU4, TCU5, TCU6, responsáveis pelas respectivas camisas, além da TCU7, responsável pelo controle de temperatura de uma placa fria.

Para controlar as temperaturas das camisas, cada uma das TCUs (1-6) vaporiza nitrogênio líquido e aquece o nitrogênio gasoso até a temperatura definida por um setpoint. Cada TCU possui dois loops de controle: Um para temperatura e outro para a massa - de maneira a manter a densidade do gás constante. Por recomendação do fabricante, a densidade é mantida constante num valor pré-determinado para maximizar a troca de calor do gás com a camisa.

O loop de temperatura funciona em modo dual-acting com uma válvula de injeção de nitrogênio líquido, e um aquecedor (heater, de 25kW); De modo simplificado - desprezando efeitos da correção do erro integrado - se a temperatura está abaixo de um setpoint, o sistema de controle aciona o heater, se está acima, aciona a válvula de injeção de nitrogênio líquido (LN_2).

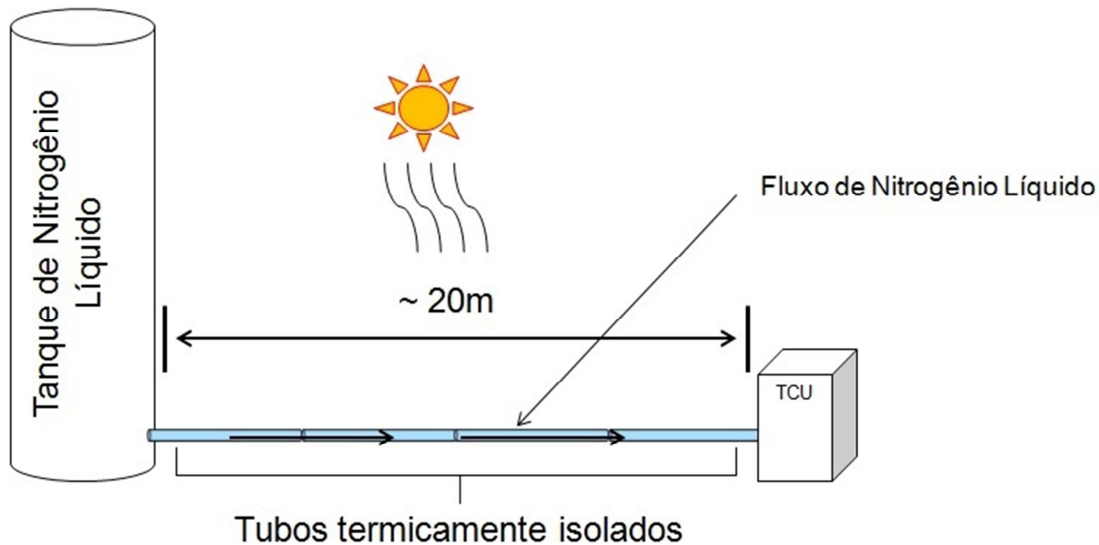
O loop de massa funciona em modo dual-acting com uma válvula de Make-up para injeção de nitrogênio gasoso (GN_2) e uma válvula de venting para exaustão de GN_2 . Iguamente simplificando a descrição, se a pressão está acima de um setpoint, o controle aciona o venting, se está abaixo, aciona o Make-up. A válvula de Make-up de GN_2 é controlada por ciclos de operação temporizados (duty cycles). O duty cycle das operações de Make-up são determinados pelo desvio da pressão medida com relação à pressão esperada na temperatura de operação. Já a válvula de venting de GN_2 é proporcional.

A massa de gás N_2 descartada pelas TCUs depende de variáveis como pressão ambiente e pressão dentro da camisa.

O fluxo de nitrogênio na tubulação de alimentação para controle de temperatura das camisas das câmaras de testes espaciais é, presumivelmente, bifásico. O fato de que o líquido está

constantemente em estado de ebulição dentro da tubulação pode induzir a injeção de misturas no circuito gasoso de controle de temperatura da camisa e, portanto, a um comportamento estocástico.

Processos estocásticos com segundo momento finito podem ser expandidos em séries de Caos-Wiener. Pretende-se neste projeto verificar essa estratégia de modelagem.



O ruído é introduzido na modelagem na forma de um processo de Itô na variável de injeção de nitrogênio líquido no sistema, u_j . É plausível que o papel do ruído induzido pela ebulição do nitrogênio líquido na linha de alimentação do controle seja mais relevante nas câmaras de menor porte, uma vez que a elevada inércia térmica das camisas da LTC6X8 pode filtrar esse fenômeno. Como a usabilidade das câmaras de menor porte é maior do que a câmara de grande porte, é possível prever uma economia (em volume) substancialmente maior do que o caso da LTC6X8. Este assunto deverá ser analisado durante a execução deste projeto.

8.9.2 - Objetivo Geral

O objetivo geral deste subprojeto é reduzir o custo de testes ambientais espaciais que utilizam nitrogênio líquido como meio refrigerante, ou nitrogênio gasoso como meio para controle de temperatura. A redução deverá ser verificada em bancada de testes desenvolvida no âmbito deste projeto.

Objetivos específicos deste subprojeto são:



Objetivo O.1 - Reduzir o custo de testes de qualificação térmica de produtos espaciais através da diminuição do consumo de nitrogênio líquido em câmaras vácuo-térmicas. Em particular, a câmara de ensaios espaciais de grande porte do INPE/LIT (LTC6X8) em Modo Gasoso;

Objetivo O.2 - Fornecer a oportunidade para que participantes tomem contato com ferramentas utilizadas na área espacial e para beneficiar o INPE através disso;

Objetivo O.3 - Realizar estudos de temas matemáticos bem estabelecidos e de sua relação com o problema de controle ótimo e extremização de funcionais.

Este subprojeto é parte do Projeto 08 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE, sendo elemento do Tema 1: Montagem, Integração e Testes de Sistemas Espaciais, atendendo aos objetivos específicos (1) e (3) (Desenvolvimento de Softwares e Desenvolvimento de Tecnologias para Montagem, Integração e Testes).

8.9.3 - Insumos

8.9.3.1 – Custeio

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Visita técnica	1000,00	1000,00

8.9.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
8.9.1	Profissional com diploma de nível superior em Matemática, Física, Astronomia, Astrofísica ou áreas afins e experiência em projetos	Bons conhecimentos em matemática: equações diferenciais ordinárias e parciais, álgebra abstrata, teoria de grupos, além de noções de modelagem matemática	1-3	PCI-DD	60	1

	científicos, tecnológicos ou de inovação.					
8.9.2	Profissional com diploma de nível superior em Engenharia de Controle e Automação, Computação ou áreas afins e experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação.	Noções de modelagem matemática, teoria de controle, modelagem numérica, Linguagens de programação (preferencialmente LabView)	1-3	PCI-DD	60	1
8.9.3	Profissional com diploma de nível superior em Engenharia de Controle e Automação, Computação ou áreas afins e experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação.	Bons conhecimentos de métodos de análise de sistemas, linguagem UML, linguagens de programação (preferencialmente Labview)	1-3	PCI-DD	60	1

8.9.4 - Atividades de Execução

Atividades	Obj Esp	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Elaborar Documento definindo gerais para SW	O.1	Documento contendo requisitos gerais para SW elaborado.	Requisitos gerais e arquitetura do sistema	Requisitos para subrotinas SW – Sistema Spervisão	Requisitos para o firmware (microprocessador)	Integração E correções finais	Documento consolidado



Consolidar toda a documentação em um relatório parcial /final de projeto.	O.1-O3	Documento elaborado.	0%	0%	0%	0%	100%
Realizar reuniões de monitoramento	O.1-O3	Reuniões realizadas	6 reuniões	10 reuniões	10 reuniões	10 reuniões	10 reuniões
Implantação do sistema	O.1	Montagem realizada	-	-	-	-	Sistema aceito. Sistema testado
Treinamentos em ferramentas e métodos necessários para execução do projeto.	O.1-O3	Treinamento realizado	Labview básico, Métodos Geométricos, Álgebra Abstrata	Grupos de Lie / Álgebras de Lie, Grupos de Simetria em EDOs e EDPs	Funções Elípticas, Funções Modulares	Processos Estocásticos, Grupos de Renormalização - Método KAM	Modelagem Numérica, Calibração de Modelos, Identificação de Sistemas

8.9.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre									
	2019		2020		2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Elaborar Documento definindo gerais para SW	■	■								
Consolidar toda a documentação em um relatório parcial /final de projeto.			■	■					■	■
Realizar reuniões de monitoramento					■	■				
Implantação do sistema									■	■
Treinamentos em ferramentas e métodos necessários para execução do projeto. Labview básico, Métodos Geométricos, Álgebra Abstrata	■	■								
Treinamentos em ferramentas e métodos necessários para execução do projeto. Grupos de Lie / Álgebras de Lie, Grupos de Simetria em EDOs e EDPs			■	■						
Treinamentos em ferramentas e métodos necessários para execução do projeto. Funções Elípticas, Funções Modulares					■	■				
Treinamentos em ferramentas e métodos necessários para execução do projeto. Processos Estocásticos, Grupos de Renormalização - Método KAM							■	■		



Treinamentos em ferramentas e métodos necessários para execução do projeto. Modelagem Numérica, Calibração de Modelos, Identificação de Sistemas										
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

8.9.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Documento contendo requisitos gerais para SW elaborado.	O.1-O.3	Números de relatórios	Requisitos gerais e arquitetura do sistema	Requisitos para subrotinas SW – Sistema Spervisão	Requisitos para subsistemas	Fabricação, compras e Integração	Documento consolidado
Bancada de Teste	O1-O3	Softwares entregues e testados	-	-	-	-	Softwares testados e entregues
Publicações em várias áreas	O-1	Número de publicações	0	1	1	1	1

8.9.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Redução de custos no uso do nitrogênio líquido em testes espaciais ambientais (Aferido em bancada de testes)	O.1-O.3	Consumo de nitrogênio líquido numa rampa térmica (TBD) padronizada comparado com o uso de controle optimal e sem o uso de controle optimal (método manual, como executado atualmente)	Requisitos gerais e arquitetura do sistema	Requisitos para subrotinas SW – Sistema Spervisão	Requisitos para subsistemas	Implantação da bancada de testes	Redução de 5% no consumo de nitrogênio líquido aferido em bancada de testes



Survey de Métodos de Controle Ótimo e novos métodos	0.1-O.3	Número de métodos estudados	5	5	5	5	5
---	---------	-----------------------------	---	---	---	---	---

8.9.8 - Recursos Solicitados

Custeio	Valor (R\$)
Diárias	1.000,00
Total (R\$)	1.000,00

8.9.8.1 - 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	60	3	514.800,00
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					514.800,00

Equipe do Projeto

Heyder Hey

Horácio Hideki Sawame



Rovilson Emílio da Silva

Dênio Lemos Panissi

Referências Bibliográficas

- [1] M do Carmo, Differential Geometry of Curves and Surfaces, Prentice Hall 1976
- [2] B O'Neill, Elementary Differential Geometry, Academic Press 1976
- [3] Peter J. Olver, Applications of Lie groups to differential equations, by Graduate Texts in Mathematics, Volume 107, Springer-Verlag, New York, Berlin, Heidelberg, Tokyo, 1986
- [4] Olivier Babelon (Author), Denis Bernard, Michel Talon - Introduction to Classical Integrable Systems (Cambridge Monographs on Mathematical Physics) 1st Edition
- [5] Ralph Abraham and Jerrold E. Marsden - Foundations of mechanics. Second Edition, Revised and enlarged, The Benjamin/Cummings Publishing Company, Reading, Mass., 1978.
- [6] V. E. Zakharov, L. D. Faddeev, "Korteweg–de Vries equation: A completely integrable Hamiltonian system", Funktsional. Anal i Prilozhen., 5:4 (1971), 18–27; Funct. Anal. Appl., 5:4 (1971), 280–28.
- [7] Baumeister, J. and Leitão - Introdução á teoria de controle e programação dinâmica, Projeto Euclides, 2008, IMPA
- [8] Øksendal, Bernt - Stochastic Differential Equations - An Introduction with Applications, Springer Verlag
- [9] Nualart, David - The Malliavin Calculus and Related Topics Probability and its Applications
- [10] J. L. Doob - Stochastic processes, New York, Wiley, 1953.
- [11] Systems Engineering Models: Theory, Methods, and Applications
por Adedeji B. Badiru | 28 mar 2019



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

Subprojeto 8.10: Desenvolvimento de Meios e Procedimentos de Testes de Ciclagem Térmica Ultrarrápida.

8.10.1 – Introdução

Este subprojeto consta no Projeto 8 com título: Desenvolvimento de Tecnologias e Projetos para Montagem, Integração e Testes de Satélites, do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023 - Pesquisa e Desenvolvimento em Ciências e Tecnologias Espaciais e suas Aplicações, número 444327/2018-5, disponível na página do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

O projeto será desenvolvido no Laboratório de Integração e Testes (LIT) do INPE, principal instalação governamental dedicada aos procedimentos técnicos de qualificação de satélites e seus equipamentos e subsistemas em termos de montagem, integração e testes ambientais, incluindo os testes de interferência e compatibilidade eletromagnética, medidas de propriedade de massa, testes de vibração e choque, testes vibro-acústicos e testes vácuo-térmicos e climáticos.

O LIT é um complexo de laboratórios de 22.000 m² de área, operacional desde 1987, com a finalidade de qualificar produtos espaciais de até 2 toneladas e 4 metros de dimensão máxima. Cerca de 20 satélites dos programas espaciais brasileiro, argentino, chileno, chinês e estado-unidense foram qualificados no LIT. Qualificando também produtos industriais, tanto da indústria aeroespacial, quanto da aeronáutica e de defesa, de telecomunicações, da automobilística e da médico-hospitalar; com atendimento a exigências de agências reguladoras como DENATRAN e ANATEL e outras de produtos para exportação. Sendo, deste modo, um instrumento de política de desenvolvimento industrial.

Atualmente o LIT está comprometido com as campanhas de montagem, integração e testes dos satélites Amazônia-1, do programa Plataforma Multi-Missão (PMM), satélite científico EQUARS, e também o CBERS-4A, do programa de cooperação internacional em parceria com a República Popular da China. Ao mesmo tempo, no contexto das demandas apresentadas pelos novos projetos na área espacial, relacionados aos programas de satélites de maior porte (até 6 toneladas e 7 metros de dimensões máximas) e de órbitas mais altas, como os geoestacionários (da série SGDC) para telecomunicações, defesa e aplicações meteorológicas, bem como satélites de sensoriamento remoto baseados na tecnologia radar, o LIT encontra-se em processo de expansão, tendo entre suas metas implantar os meios e instalações necessários às novas capacidades requisitadas.

Este projeto apresenta atividades propostas em atendimento às necessidades da implementação de novas capacidades laboratoriais, no âmbito dos testes de vida de alguns componentes específicos de satélites de futura geração, tais como painéis captadores de energia solar e antenas de comunicação. Para a qualificação apropriada destes componentes,



de veículos espaciais com vida orbital mais longa, são exigidos testes que contemplam uma faixa operacional do equipamento mais larga em termos de temperatura e quantidade significativamente maior de ciclos térmicos.

Para a realização destes testes de vida mais exigentes, recorre-se a uma câmara térmica especial que, além de ter capacidade de operar com nitrogênio líquido para reprodução de temperaturas baixas extremas, é projetada para executar cada ciclo térmico num período de tempo extremamente curto.

Atualmente o país não possui em seus laboratórios uma câmara com ciclagem térmica suficientemente rápida que atenda às especificações desta larga faixa de temperatura com uso de criogenia, simultaneamente com velocidade de alteração de temperatura, que possa realizar o teste durante um tempo total aceitável. A câmara de choque térmico atualmente instalada no LIT necessitaria aproximadamente 3 anos e 3 meses para executar este teste numa parte de um painel solar, o que não se torna compatível com o cronograma de qualificação de um subsistema de um satélite deste tipo, além de não induzir no espécime sob teste os níveis de stress térmico imprescindível à sua devida qualificação para o voo orbital.

O projeto propõe o desenvolvimento de meios e procedimentos de testes vinculados à utilização de uma Câmara de Ciclagem Térmica Ultrarrápida, em aquisição com apoio financeiro da Agência Espacial Brasileira (AEB), visando à consecução de ações do Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE) organizadas no âmbito do Sistema Nacional para o Desenvolvimento de Atividades Espaciais (SINDAE).

Este Programa sabidamente contribui de maneira significativa para o desenvolvimento do país, pelas informações que disponibiliza em imagens e dados coletados sobre o território nacional, assim como pelo seu efeito indutor da inovação, resultante da procura pelo desenvolvimento de tecnologias e de conhecimentos específicos para atender às necessidades do Programa. As missões de satélites para observação da Terra, ciências espaciais e meteorologia, previstas neste Programa, respondem às necessidades governamentais para a implementação de políticas públicas eficazes e para a solução de problemas nacionais, com o consequente proveito para a indústria e para a sociedade.

Neste contexto, a implementação de testes mediante o uso da nova Câmara, ademais de estar em consonância com as novas demandas do setor espacial, representa uma ferramenta de desenvolvimento, que incorpora valor às atuais atividades do LIT/INPE e que, ao mesmo tempo, oferece suporte em termos de parceria à indústria nacional, beneficiando os setores de produtos aeroespaciais e outros como os de desenvolvimento de novos materiais e revestimento térmico.

8.10.2 - Objetivo Geral.

Este projeto objetivo desenvolver uma metodologia, por meio de testes de ciclagem térmica ultrarrápida, qualificação de componentes específicos de satélites de futura geração com vida orbital mais longa.

Tais componentes são os painéis solares e antenas de comunicação futuros. Os testes contemplam a utilização de um novo equipamento adquirido no final do ano passado,



com uma faixa operacional mais larga em termos de temperatura e quantidade significativamente maior de ciclos térmicos.

Os seguintes Objetivos Específico complementam e viabilizam o Objetivo Geral do presente projeto para a implementação e disponibilização deste novo meio de testes.

Objetivo Específico 1: Levantamento e implementação da infraestrutura necessária para a instalação e operação da Câmara de Ciclagem Térmica Ultrarrápida.

Objetivo Específico 2: Instalação, participação nos procedimentos de comissionamento e início de operação da Câmara de Ciclagem Térmica Ultrarrápida.

Objetivo Específico 3: Elaboração e documentação de Procedimento de Testes Ciclagem Térmica Ultrarrápida, baseado no atual estado da arte de Procedimentos e Normas aplicáveis a testes de ciclagem térmica ultrarrápida e em pesquisas experimentais que estudem os principais parâmetros a serem utilizados durante testes de componentes como os demandados.

8.10.3 - Insumos

8.10.3.1 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
8.10.1	Profissional com diploma de nível superior em Química, Engenharias (Mecânica, Elétrica, Aeronáutica, Mecatrônica, Química) ou áreas afins e experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação.	Instalação e/ou operação de equipamentos laboratoriais ou da indústria relacionada à área de aplicação Ou Experiência com infraestrutura de apoio laboratorial e/ou de testes ambientais.	1 ao 3	D-D	24	1



8.10.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2019	2020
1. Pesquisa para a especificação de infraestrutura (água, LN2, GN2 e elétrico)	1	- Relatório técnico.	Especificação documentada.	
2. Participação na instalação, comissionamento e operação da Câmara.	2	- Relatório técnico.	Câmara instalada e operacional.	
3. Pesquisa bibliográfica de Procedimentos e Normas aplicáveis a testes de ciclagem térmica ultrarrápida.	3	- Relatório de resultados da pesquisa bibliográfica, - Especificação de amostras padrões e protótipos.	Pesquisa e especificação de padrões realizadas.	Procedimento de Testes Ciclagem Térmica Ultrarrápida documentado.
4. Desenvolvimento de experimentos de pesquisa para estabelecer os parâmetros e critérios de teste de qualificação ambiental de componentes como os demandados.	3	- Relatório de resultados da pesquisa experimental.		Procedimento de Testes Ciclagem Térmica Ultrarrápida documentado.
5. Elaboração e documentação de Procedimento de testes ciclagem térmica ultrarrápida.	3	- Procedimento documentado.		Procedimento de Testes Ciclagem Térmica Ultrarrápida documentado.

8.10.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre			
	2019		2020	
	1	2	1	2
Atividade 1	x			
Atividade 2		x	x	



Atividade 3	x	x	x	
Atividade 4			x	x
Atividade 5		x	x	x

8.10.6 – Produtos

Abaixo, na tabela, são relacionados os produtos esperados das atividades do projeto [1].

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Documentação de especificação e projetos (layouts) da rede de alimentação de água, LN2, e GN2.	1 e 2	Relatório técnico.	Especificação e projetos (layouts) da rede de alimentação de água, LN2, e GN2 documentados.					
Procedimento de Testes Ciclagem Térmica Ultrarrápida.	3	Procedimento de teste.		Procedimento de Testes Ciclagem Térmica Ultrarrápida documentado.				



8.10.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Aumento das capacidades tecnológicas do LIT/INPE para atender às novas demandas aeroespaciais.	1 ao 3	Relatório técnico relativo à instalação da Câmara de Ciclagem Térmica Ultrarrápida.	Câmara de Ciclagem Térmica Ultrarrápida Instalada e Operacional.	Procedimento de teste documentado.				
Contribuir na qualificação profissional em função das novas demandas aeroespaciais.	1 ao 3	Relatório técnico relativo ao desenvolvimento da metodologia para testes de ciclagem térmica ultrarrápida.	Profissionais capacitados para operar a Câmara.	Profissionais capacitados para desenvolver testes de qualificação de produtos em demanda.				

8.10.8 - Recursos Solicitados

8.10.8.1 - Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	D	2.860,00	24	1	68.640,00
Total (R\$)					68.640,00

Equipe do Projeto

José Sérgio de Almeida,

Dênio Lemos Panissi,

Marcio Bueno dos Santos,

Oswaldo Donizzetti da Silva,



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

Rose Mary do Prado Demori,

Vinicius Derrico da Silva.

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 8.11: Implementação de Infraestrutura para a Instalação e Operação de Câmara Ultrarrápida.

8.11.1 – Introdução

Este subprojeto consta no Projeto 8 com título: Desenvolvimento de Tecnologias e Projetos para Montagem, Integração e Testes de Satélites, do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023 - Pesquisa e Desenvolvimento em Ciências e Tecnologias Espaciais e suas Aplicações, número 444327/2018-5, disponível na página do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

O projeto será desenvolvido no Laboratório de Integração e Testes (LIT) do INPE, principal instalação governamental dedicada aos procedimentos técnicos de qualificação de satélites e seus equipamentos e subsistemas em termos de montagem, integração e testes ambientais, incluindo os testes de interferência e compatibilidade eletromagnética, medidas de propriedade de massa, testes de vibração e choque, testes vibro-acústicos e testes vácuo-térmicos e climáticos.

O LIT é um complexo de laboratórios de 22.000 m² de área, operacional desde 1987, com a finalidade de qualificar produtos espaciais de até 2 toneladas e 4 metros de dimensão máxima. Cerca de 20 satélites dos programas espaciais brasileiro, argentino, chileno, chinês e estado-unidense foram qualificados no LIT. Qualificando também produtos industriais, tanto da indústria aeroespacial, quanto da aeronáutica e de defesa, de telecomunicações, da automobilística e da médico-hospitalar; com atendimento a exigências de agências reguladoras como DENATRAN e ANATEL e outras de produtos para exportação. Sendo, deste modo, um instrumento de política de desenvolvimento industrial.

Atualmente o LIT está comprometido com as campanhas de montagem, integração e testes dos satélites Amazônia-1, do programa Plataforma Multi-Missão (PMM), satélite científico EQUARS, e também o CBERS-4A, do programa de cooperação internacional em parceria com a República Popular da China. Ao mesmo tempo, no contexto das demandas apresentadas pelos novos projetos na área espacial, relacionados aos programas de satélites de maior porte (até 6 toneladas e 7 metros de dimensões máximas) e de órbitas mais altas, como os geoestacionários (da série SGDC) para telecomunicações, defesa e aplicações meteorológicas, bem como satélites de sensoriamento remoto baseados na tecnologia radar, o LIT encontra-se em processo de expansão, tendo entre suas metas implantar os meios e instalações necessários às novas capacidades requisitadas.

Este projeto apresenta atividades propostas em atendimento às necessidades da implementação de novas capacidades laboratoriais, no âmbito dos testes de vida de alguns componentes específicos de satélites de futura geração, tais como painéis captadores de



energia solar e antenas de comunicação. Para a qualificação apropriada destes componentes, de veículos espaciais com vida orbital mais longa, são exigidos testes que contemplam uma faixa operacional do equipamento mais larga em termos de temperatura e quantidade significativamente maior de ciclos térmicos.

Para a realização destes testes de vida mais exigentes, recorre-se a uma câmara térmica especial que, além de ter capacidade de operar com nitrogênio líquido para reprodução de temperaturas baixas extremas, é projetada para executar cada ciclo térmico num período de tempo extremamente curto. Atualmente o país não possui em seus laboratórios uma câmara com ciclagem térmica suficientemente rápida que atenda às especificações desta larga faixa de temperatura com uso de criogenia, simultaneamente com velocidade de alteração de temperatura, que possa realizar o teste durante um tempo total aceitável. A câmara de choque térmico atualmente instalada no LIT necessitaria aproximadamente 3 anos e 3 meses para executar este teste numa parte de um painel solar, o que não se torna compatível com o cronograma de qualificação de um subsistema de um satélite deste tipo, além de não induzir no espécime sob teste os níveis de stress térmico imprescindível à sua devida qualificação para o voo orbital.

O projeto propõe a implementação da infraestrutura necessária para a instalação e operação de meios de testes, relativos a uma Câmara de Ciclagem Térmica Ultrarrápida, em aquisição com apoio financeiro da Agência Espacial Brasileira (AEB), visando à consecução de ações do Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE) organizadas no âmbito do Sistema Nacional para o Desenvolvimento de Atividades Espaciais (SINDAE).

Este Programa sabidamente contribui de maneira significativa para o desenvolvimento do país, pelas informações que disponibiliza em imagens e dados coletados sobre o território nacional, assim como pelo seu efeito indutor da inovação, resultante da procura pelo desenvolvimento de tecnologias e de conhecimentos específicos para atender às necessidades do Programa. As missões de satélites para observação da Terra, ciências espaciais e meteorologia, previstas neste Programa, respondem às necessidades governamentais para a implementação de políticas públicas eficazes e para a solução de problemas nacionais, com o consequente proveito para a indústria e para a sociedade.

Neste contexto, a implementação de testes mediante o uso da nova Câmara, ademais de estar em consonância com as novas demandas do setor espacial, representa uma ferramenta de desenvolvimento, que incorpora valor às atuais atividades do LIT/INPE e que, ao mesmo tempo, oferece suporte em termos de parceria à indústria nacional, beneficiando os setores de produtos aeroespaciais e outros como os de desenvolvimento de novos materiais e revestimento térmico.

8.11.2 - Objetivo Geral

O objetivo deste projeto é a implementação da infraestrutura necessária para o desenvolvimento de uma metodologia, por meio de testes de ciclagem térmica ultrarrápida, para a qualificação de componentes específicos de satélites de futura geração com vida orbital mais longa.



Estes componentes são os painéis solares e antenas de comunicação. Os testes contemplam a utilização de um novo equipamento adquirido no final do ano passado, com uma faixa operacional mais larga em termos de temperatura e quantidade significativamente maior de ciclos térmicos.

Os seguintes Objetivos Específico complementam e viabilizam o Objetivo Geral do presente projeto para a implementação e disponibilização deste novo meio de testes.

Objetivo Específico 1: Levantamento e implementação da infraestrutura necessária para a instalação e operação da Câmara de Ciclagem Térmica Ultrarrápida.

Objetivo Específico 2: Instalação, participação nos procedimentos de comissionamento e início de operação da Câmara de Ciclagem Térmica Ultrarrápida.

Objetivo Específico 3: Elaboração e documentação de Procedimento de Testes Ciclagem Térmica Ultrarrápida, baseado no atual estado da arte de Procedimentos e Normas aplicáveis a testes de ciclagem térmica ultrarrápida e em pesquisas experimentais que estudem os principais parâmetros a serem utilizados durante testes de componentes como os demandados.

8.11.3 – Insumos

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
8.11.1	Técnico de nível médio com diploma de Escola Técnica em Mecânica, Mecatrônica ou áreas afins, reconhecido pelo MEC, e com experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação.	Leitura de desenhos mecânicos; desenvolvimento de projetos em Autocad e Solidworks.	1 ao 3	D-E	24	1

8.11.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2019	2020
6. Elaboração de projeto físico (layout) das redes de água, LN2 e GN2, necessárias para a instalação da Câmara.	1	- Relatório técnico.	Projetos (layouts) documentados.	
7. Participação na instalação, comissionamento e apoio na operação da Câmara.	2	- Relatório técnico.	Câmara instalada e em operação.	Câmara em operação.
8. Fabricação de amostras padrões para experimentos de controle térmico de processos.	3	- Relatório técnico.	Amostras padrões fabricadas.	Procedimento de Testes Ciclagem Térmica Ultrarrápida Elaborado.
9. Apoio aos experimentos de pesquisa para estabelecer os parâmetros e critérios de teste de qualificação ambiental de componentes como os demandados.	3	- Relatório de participação em experimentos.		Procedimento de Testes Ciclagem Térmica Ultrarrápida documentado.

8.11.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre			
	2019		2020	
	1	2	1	2
Atividade 1	x			
Atividade 2		x	x	
Atividade 3		x	x	
Atividade 4			x	x

8.11.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2019	2020
Especificação e projeto (layout) da rede de alimentação de água, LN2, e GN2.	1 e 2	Relatório técnico.	Especificação e projeto (layout) da rede de alimentação de água, LN2, e GN2 documentados.	
Procedimento de Testes Ciclagem Térmica Ultrarrápida Elaborado.	3	Relatório técnico.		Procedimento de Testes Ciclagem Térmica Ultrarrápida elaborado e documentado.

8.11.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2019	2020
Aumento das capacidades tecnológicas do LIT/INPE para atender às novas demandas aeroespaciais.	1 ao 3	Relatório técnico relativo à instalação da Câmara de Ciclagem Térmica Ultrarrápida.	Câmara de Ciclagem Térmica Ultrarrápida Instalada e Operacional.	Procedimento de teste documentado.
Contribuir na qualificação profissional em função das novas demandas aeroespaciais.	1 ao 3	Relatório técnico relativo ao desenvolvimento da metodologia para testes de ciclagem térmica ultrarrápida.	Profissionais capacitados para operar a Câmara.	Profissionais capacitados para desenvolver testes de qualificação de produtos em demanda.

8.11.8 - Recursos Solicitados



8.11.8.1 - Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	E	1.950,00	24	1	46.800,00
Total (R\$)					46.800,00

Equipe do Projeto

José Sérgio de Almeida,

Dênio Lemos Panissi,

Marcio Bueno dos Santos,

Oswaldo Donizzetti da Silva,

Rose Mary do Prado Demori,

Vinicius Derrico da Silva.



Projeto 9: CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS

Subprojeto 9.1: Assimilação de dados de radiância no aprimoramento da Previsão Numérica do CPTEC

9.1.1 – Introdução

O Gridpoint Statistical Interpolation é um sistema de assimilação de dados em espaço físico que integra diversas funcionalidades explorando diferentes métodos de minimização e é capaz de ingerir dados de todos os principais sistemas observacionais (Cohn et al. 1998). Fruto de um processo de desenvolvimento colaborativo conta com a contribuição de diversas organizações dos Estados Unidos, sendo uma ótima opção para a atividades operacionais de assimilação de dados (Kleist et al. 2009). O Centro de Previsão de Tempo e Estudo Climáticos (CPTEC) do INPE visando aprimorar seu sistema de assimilação tem adotado o GSI desde 2013 o qual permitiu que a ingestão de dados de radiância fosse operacionalizada nesse centro (Azevedo et al. 2017). Diversos trabalhos foram desenvolvidos com o uso desse sistema de assimilação e os benefícios foram diretos e contribuíram para a melhoria da qualidade dos produtos de previsão numérica. Entre os dados de radiância, a assimilação dos dados dos sensores de micro-ondas está diretamente relacionada a correta simulação de parâmetros como a temperatura da superfície terrestre, umidade e temperatura do solo e características da vegetação.

Estudos recentes realizados no CPTEC utilizando o GSI em conjunto com o modelo Brazilian Global Atmospheric Model (BAM) evidenciaram que a maior eficiência do processo de assimilação de dados dos canais de micro-ondas tem uma relação direta com a boa representação das características da superfície pelo modelo de previsão. Em outro trabalho foi demonstrado que bons resultados na melhoria da representação das características da superfície são obtidos com a assimilação de dados de superfície. Embora essas pesquisas sejam fortemente correlacionadas, ainda não foram exploradas de forma conjunta para o aprimoramento do processo de assimilação de dados de radiância, o que é o tema principal dessa proposta. Assim, o objetivo dessa pesquisa é investigar qual é a contribuição da assimilação de umidade do solo para a otimização do processo de assimilação de dados de radiância usando o GSI. Com o desenvolvimento dessa proposta espera-se aprimorar não apenas a assimilação de dados dos canais de radiância, mas melhor aproveitar essa fonte de informação de forma mais generalizada, beneficiando de forma indireta a assimilação de todas as demais bases de dados.

O objetivo de este projeto é investigar qual é a real contribuição da assimilação de dados de superfície para a assimilação de dados de radiância nos canais de micro-ondas usando o GSI com modificações e melhorias no operador de observação (CRTM).

Este subprojeto consta no Projeto 9 do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE.



9.1.2 - Objetivo Geral

Melhorar e aprimorar os métodos de Assimilação de Dados Ambientais, para obter a análise meteorológica e ambiental para o Brasil comparável à dos melhores centros internacionais operacionais.

Os objetivos específicos são:

1. Diagnosticar a atual contribuição dos dados de radiância dos canais de micro-ondas na atual versão do GSI em uso no CPTEC, evidenciando a necessidade da presente pesquisa.
2. Identificar e corrigir deficiências no operador de observações de radiância para torna-lo mais bem ajustado para o modelo global do CPTEC, eliminando campos fixos e de outros modelos, tais como características do solo e da vegetação;
3. Investigar os melhores ajustes no processo de assimilação de dados que envolve correção de bias, densidade dos dados, e demais possíveis fatores envolvidos ao uso eficiente dos dados de radiância;
4. Investigar o impacto da assimilação de dados de superfície na assimilação de dados de radiância dos canais de micro-onda no GSI;

9.1.3 - Insumos

9.1.3.1 – Custeio

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Capacitação na assimilação de dados de novos sensores de radiância	Diárias: R\$20.000 Passagens: R\$30.000	R\$ 50.000



9.1.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
9.1.1	Formação em Meteorologia, Matemática, 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.	Experiência em modelagem e desenvolvimento computacional	1-4	D-C	60	1

9.1.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
1. Organização do ambiente de trabalho usando o SMG.	1	Sistema SMG adequado para a pesquisa	X					



2. Estudo da sensibilidade das variáveis de superfície para a assimilação de radiação	1	Quantificação da sensibilidade das variáveis de superfície para a radiação	X				
3. Testes iniciais do sistema de avaliação diagnóstica e elaboração de novas funcionalidades	2	Avaliação diagnóstica disponível e funcional para a pesquisa		X			
4. Testes da assimilação de dados de superfície e impacto na assimilação da radiação	2	Definição da relação entre a assimilação de superfície e radiação		X			
5. Análise dos benefícios da assimilação de radiação em conjunto com assimilação de superfície	3	Resultados que atestam e quantificam a relação entre a assimilação de radiação e dados de superfície			X		
6. Investigar a importância da equivalência dos parâmetros de superfície utilizados no operador de radiação do GSI	4	Operador de radiação aprimorado e mais adequado para a assimilação no CPTEC				X	



7. Elaboração de relatórios e/ou artigos científicos para divulgação dos resultados obtidos na pesquisa	1-4	Relatórios e demais trabalhos técnicos e científicos	X	X	X	X	X
---	-----	--	---	---	---	---	---

9.1.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre									
	2019		2020		2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Atividade 1	X									
Atividade 2		X								
Atividade 3		X	X	X						
Atividade 4			X	X						
Atividade 5					X	X				
Atividade 6							X	X		
Atividade 7		X		X		X		X		X



9.1.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Diagnóstico da interação da assimilação da superfície com a de radiação	1	Relatório técnico	X				
Versão do GSI melhor ajustado para o BAM	2	Relatório técnico		X			
Versão do SMG que potencialize o impacto dos dados de radiação na qualidade das previsões	3	Relatório técnico			X		
Versão do SMG envolvendo assimilação de radiação e de superfície	4	Relatório técnico				X	X



9.1.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
1. Aprimoramento do operador de observações de radiação do GSI	1	Versão do GSI com melhores resultados na assimilação de radiação		X			
2. Otimização dos benefícios da assimilação de dados de radiação no GSI	2	Versão do SMG com maior impacto dos dados de radiação			X		
3. Diagnóstico da interação da assimilação de superfície e de dados de radiação.	3	Versão do SMG envolvendo assimilação de dados de radiação e dados de superfície				X	
4. Aprimoramento da assimilação de dados usada no CPTEC	4	Versão do SMG com resultados quantitativamente melhores que a versão anterior em uso no CPTEC					X

9.1.8 - Recursos Solicitados

9.1.8.1 - Custeio:

Custeio	Valor (R\$)
Diárias	20.000,00
Passagens	30.000,00
Total (R\$) para 60 meses	50.000,00



9.1.8.2 - Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00			
	C	3.380,00	60	1	202800,00
	D	2.860,00			
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					202800,00

Equipe do Projeto

Supervisor: Luiz Fernando Sapucci

Colaboradores:

João Gerd Zell de Mattos

Carlos Frederico Bastarz

Eder Paulo Vendrasco

Referências Bibliográficas consultadas

1. AZEVEDO, H. B.; De GONÇALVES, L. G. G.; BASTARZ, C. F.; SILVEIRA, B. B. **Observing System Experiments in a 3DVAR Data Assimilation System at CPTEC/INPE**. Weather and Forecasting, v. 32, n. 3, p. 873–880, 2017.
2. COHN, S. E., DA SILVA, A.; GUO, J.; SIENKIEWICZ, M.; LAMICH, D.; **Assessing the effects of the data selection with the DAO physical-space statistical analysis system**. Mon. Wea. Rev., 126, 2913-2926, 1998.
3. KLEIST, D. T; PARRISH, D. F.; DERBER, J. C; TREADON, R.; WU, W-S; LORD, S., 2009: **Introduction of the GSI into the NCEP Global Data Assimilation System**. Monthly Weather Review, p.1691-1705. DOI: 10.1175/2009WAF2222201.1.



Projeto 9: CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS

Subprojeto 9.2: Análise quantitativa e organização de dados meteorológicos para aprimoramento da Previsão Numérica de Tempo no CPTEC

9.2.1 – Introdução

O projeto trata de atividades de desenvolvimento e pesquisa em previsão de tempo e clima no Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Este subprojeto (Desenvolvimento e Avaliação da Nova Geração de Previsões Climáticas do CPTEC/INPE) consta no Projeto 9 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE.

Os esforços para a implementação da previsão numérica de tempo iniciaram-se ainda na década de 1980. Com a inauguração do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) em 1994, o Brasil passou a oferecer e divulgar livremente pela Internet previsões de tempo, clima e qualidade do ar, além de uma série de produtos meteorológicos. Aos poucos, com a introdução de novas tecnologias, supercomputadores mais velozes, e o contínuo desenvolvimento de seus modelos numéricos através de pesquisas em modelagem e observação, o CPTEC tornou-se um dos maiores centros meteorológicos do mundo.

O CPTEC adquire diariamente um amplo e vasto conjunto de observações meteorológicas, imagens de satélites, dados de radares, etc., que em grande parte são usados como insumo de tarefas rotineiras e no desenvolvimento de estudos científicos. Os produtos desenvolvidos a partir dos dados auxiliam na melhoria de análises meteorológicas, previsões de tempo e advertências de tempo severo, estudos do clima, hidrologia e agricultura, providas pelo centro. Além disso, a variedade de dados adquiridos serve a assimilação de dados, isto é, na inicialização de modelos numéricos usados pelo CPTEC. Entende-se por assimilação a incorporação de informações do tempo presente, isto é, os dados observados, nos produtos de previsão numérica de tempo. No entanto, a existência de inconsistências nesses dados pode influenciar seriamente a qualidade dos produtos. Assim, antes de sua utilização, os dados meteorológicos adquiridos devem ser criteriosamente analisados. De forma que as atividades desenvolvidas nesse subprojeto serão de grande importância para o CPTEC/INPE que passará a ter dados meteorológicos de qualidade e métodos eficientes para assimilação.



9.2.2 - Objetivo Geral

Melhorar e aprimorar os métodos de Assimilação de Dados Ambientais, para obter a análise meteorológica e ambiental para o Brasil comparável à dos melhores centros internacionais operacionais.

Objetivos Específicos

Objetivo Específico 1: Implementar um sistema automático de geração de estatísticas de controle de qualidade de dados meteorológicos e das análises geradas.

Objetivo Específico 2: Implementar um banco de dados com os dados utilizados pela assimilação (meteorológicos, oceânicos, de superfície, etc)

9.2.3 - Insumos

9.2.3.1 – Custeio

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Participação em estágios, cursos e visitas	Diárias	20.000,00
Despesas de transporte para participação em estágios, cursos e visitas	Passagens	30.000,00

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 Ciências da	Experiência em tratamento de qualidade de dados,	1 e 2	D-D	60	1



	Computação ou áreas afins e experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação.	banco de dados, dados meteorológicos e formato de dados.				
--	---	--	--	--	--	--



9.2.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
1. Identificação de dados adquiridos e análises estatísticas	1	Análises estatísticas dos dados	Produzir documentação sobre os dados adquiridos e relatório contendo análises estatísticas dos dados					
2. Desenvolvimento de um sistema de controle de qualidade para dados	1	Controle de qualidade automático		Elaborar programas para controle de qualidade automático				
3. Preparação de dados para assimilação de dados	1	Conversão de formatos de dados			Elaborar conjunto de programas para conversão de formatos de dados (FM94-BUFR para Prepbufr)			



4. Armazenamento de dados usados na assimilação de dados	2	Carga e manutenção automáticos					Produzir documentação do esquema de armazenamento proposto e elaborar programas para carga e manutenção automáticos	
5. Comparação entre dados adquiridos e assimilados	2	Análise e controle de dados adquiridos e assimilados						Elaborar um sistema para análise e controle de dados adquiridos e assimilados

9.2.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre										
	2019		2020		2021		2022		2023		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
1. Identificação de dados adquiridos e análises estatísticas											
1.1 – Aquisição dos dados											



1.2 – Análises estatísticas										
2. Desenvolvimento de um sistema de controle de qualidade para dados										
3. Preparação de dados para assimilação de dados										
4. Armazenamento de dados usados na assimilação de dados										
5. Comparação entre dados adquiridos e assimilados										

9.2.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Sistema para apresentação e monitoramento de dados adquiridos e análises estatísticas	1	Dados adquiridos	Implementar o sistema e elaborar relatório técnico					



Sistema para controles de qualidade	1	Qualidade dos dados		Desenvolver conjunto de programas (shell scripting, Python e Fortran)			
Sistema conversor de dados	1	Dados convertidos			Desenvolver um sistema para conversão automática de dados		
Base de dados assimilados	2	Base de dados				Desenvolver um sistema de armazenamento automático	
Sistema para análise e controle de dados e assimilados	2	Qualidade dos dados assimilados					Desenvolver um sistema eficiente para controle de dados



9.2.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Monitoramento automático de dados adquiridos	1	Relatório publicado na biblioteca do INPE	Ter produzido documentação sobre os dados adquiridos e relatório contendo análises estatísticas dos dados					
Sistema para controle de qualidade	1	Sistema implementado		Ter o sistema de controle de qualidade implementado				
Conversão automática dos dados	1	Sistema de conversão implementado			Ter o sistema de conversão automática funcionando			
Base de dados assimilados	2	Sistema eficiente para armazenamento de dados				Ter desenvolvido um sistema eficiente para armazenamento de dados		



Comparação entre dados adquiridos e assimilados	2	Relatório publicado na biblioteca do INPE					Ter produzido um relatório contendo as comparações entre os dados adquiridos e os assimilados
---	---	---	--	--	--	--	---



9.2.8 - Recursos Solicitados

9.2.8.1 - Custeio:

Custeio	Valor (R\$)
Diárias	20.000,00
Passagens	30.000,00
Total (R\$) para os 60 meses	50.000,00

9.2.8.2 - Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00			
	C	3.380,00			
	D	2.860,00	60	1	171.600,00
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					171.600,00

Equipe do Projeto

Eduardo Batista de Moraes Barbosa - Supervisor

Luciana dos Santos Machado Carvalho

Luciana Maria de Castro Mira

Jorge Luiz de Carvalho Lescura

Maria Clara da Silva Calderaro

Sérgio Henrique Soares Ferreira



Projeto 9: CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS

Subprojeto 9.3: Estudos de comparação de duas dinâmicas no Modelo Global do CPTEC: Espectral e Volumes finitos

9.3.1 – Introdução

Apesar do grande avanço no desenvolvimento da dinâmica e físicas do novo modelo global do CPTEC (Brazilian Global Atmospheric Model-BAM), no dia-a-dia das previsões operacionais observou-se precipitações espúrias no entorno dos Andes e também subestimativa de precipitação no sul do Brasil. Estes erros são atribuídos à dinâmica espectral do modelo (baseada numa expansão de harmônicos esféricos). Um modelo espectral sobre regiões com topografia estreita, como os Andes, gera oscilações espúrias, denominadas efeito Gibbs, como consequência se reduz o efeito da barreira criada pela Cordilheira dos Andes. Este efeito barreira é responsável pela formação do jato de baixos níveis ao leste dos Andes, que por sua vez é crucial para o transporte da umidade vinda da Bacia Amazônica para a região de La Plata, onde acontecem as maiores interações tropico-extratropical sobre a América do Sul. Por isso, e pelas limitações na escalabilidade para supercomputadores massivamente paralelos, os modelos espectrais baseados em harmônicos esféricos estão sendo, ou já foram abandonados pelos grandes Centros Mundiais de Meteorologia dos Estados Unidos, Europa e Canada.

Para cumprir com sua missão o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) precisa modernizar constantemente seu sistema de modelagem global ao ritmo dos avanços técnico-científicos. Nesta perspectiva, e seguindo o caminho dos grandes centros de meteorologia, um dos planos futuros é o desenvolvimento de um sistema de modelagem global unificado (i.e. um mesmo modelo, mas com diferentes ajustes, para todas escalas espaciais e temporais), para o qual a definição de uma dinâmica adequada para as características topográficas da América do Sul é crucial. Para os próximos 4 anos, o CPTEC planeja modernizar a dinâmica de seu modelo global, para o qual contará com o apoio do GFDL/NOAA (Geophysical Fluid Dynamic/ National Oceanic and Atmospheric Administration).

O CPTEC também está discutindo com o GFDL/NOAA o desenvolvimento conjunto de uma dinâmica em volumes finitos que seja mais adequada para a complexa topografia da América do Sul (e.g. Cordilheira dos Andes). O objetivo deste projeto é implementar e avaliar uma dinâmica nova em volumes finitos no modelo global do CPTEC com colaboração do GFDL/NOAA. Para atingir este objetivo, na primeira fase, o bolsista deverá familiarizar-se com a dinâmica espectral do modelo global do CPTEC (BAM, Figueroa et al. 2016) e com a dinâmica em volumes finitos do GFDL (AM4, Zhao et al. 2018). Na segunda fase deverá realizar experimentos com estes modelos em modo de pesquisa. Estes experimentos serão realizados em escala de tempo e de clima e diferentes resoluções espaciais e verticais. Os resultados destas comparações serão de extrema utilidade para a tomada de decisões com relação à



futura dinâmica do futuro modelo Global do CPTEC, e conseqüentemente para a modernização do sistema de previsão de tempo e clima para o Brasil.

Este subprojeto consta no Projeto 09 - Pesquisa e Desenvolvimento em Ciência e Tecnologias Espaciais e suas Aplicações do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE.

9.3.2 - Objetivo Geral

Aprimorar a modelagem numérica global e regional do sistema integrado atmosfera, oceano, superfície continental e aerossóis/química.

Objetivos Específicos

- 1) Objetivo Específico 1: Realização de diferentes experimentos em diferentes resoluções espaciais e verticais com o modelo espectral, em rodadas curtas (tempo) e longas (clima)
- 2) Objetivo Específico 2: Realização de diferentes experimentos em diferentes resoluções espaciais e verticais com o modelo em volumes finitos do GFDL/NOAA
- 3) Objetivo Específico 3: Avaliação da performance das duas dinâmicas (espectral e volumes finitos) sobre os Andes, Sul do Brasil, Sudeste e Amazônia.
- 4) Objetivo Específico 4: Apoiar na avaliação do modelo global do CPTEC com a nova dinâmica

9.3.3 - Insumos

9.3.3.1 – Custeio.

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Visita técnica para o GFDL/NOAA	Diárias	12000,00
Visita técnica para o GFDL/NOAA	Passagens	6000,00
Visita técnica de pesquisadores da NOAA para o CPTEC	Diárias	12000,00
Visita técnica de pesquisadores da NOAA para o CPTEC	Passagens	6000,00



9.3.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/ nível	Meses	Quantidade
9.3.1	Formação em Meteorologia, Matemática, Física ou áreas afins, com 7 (sete) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação após a obtenção do diploma de nível superior, ou com título de doutor, ou ainda, com grau de mestre há, no mínimo, 4 (quatro) anos.	Experiência em tratamento de qualidade de dados, banco de dados, dados meteorológicos e formato de dados.	1	D-B	60	1

9.3.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
1) Familiarização com o modelo global espectral do CPTEC	1	Instalação do modelo BAM e preparação de scripts de pré e pós processamento	Configurar o modelo BAM e testar para o evento o Niño 9798					



2) Familiarização com o modelo atmosférico global do GFDL em volume finito	2	Instalação do modelo AM4 e preparação de scripts de pré e pós Processamento	Configurar o modelo AM4 e testar para o evento o Niño 9798				
3) Realização de diferentes experimentos com a dinâmica espectral e em volumes finitos	1, 2	Realização dos experimentos com BAM e AM4 em duas resoluções espaciais: 20 e 100 km		Finalização dos experimentos com as dinâmicas do BAM e AM4			
4) Avaliação de duas dinâmicas espectral e em volumes finitos	3	Comparação das dinâmicas do BAM e AM4 em duas resoluções espaciais: 20 e 100 km			Avaliação das duas dinâmicas sobre os Andes, Sul do Brasil, Sudeste e Amazônia		
5) Realizar experimentos e validar o modelo BAM para clima com dinâmica hidrostática	4	Realização de experimentos e validação do BAM com a nova dinâmica hidrostática em volumes finitos				validação da nova dinâmica hidrostática para clima nas resoluções 50-100 km	
6) Realizar experimentos e validar o modelo BAM para tempo com dinâmica não-hidrostática	4	Realização de experimentos e validação do BAM com a nova dinâmica não hidrostática em volumes finitos					validação da nova dinâmica não hidrostática em alta resolução espacial (≤ 10 km)

9.3.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre									
	2019		2020		2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Atividade 1	x	x								
Atividade 2	x	x								
Atividade 3			x	x						
Atividade 4					x	x				
Atividade 5							x	x		
Atividade 6									x	x

9.3.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Modelos BAM e AM4 instalados e testados	1,2	Publicação de nota técnica	Publicação de nota técnica dos modelos BAM e AM4					
Realizados os experimentos com os modelos BAM e AM4	1,2	Publicação de nota técnica e artigos submetidos		Publicação de uma nota técnica e 2 artigos submetidos em revistas científicas				
Realizadas as comparações das duas dinâmicas	3	Modelos avaliados e artigos submetidos			As duas dinâmicas avaliadas e 2 artigos submetidos em revistas científicas			



Realizadas as avaliações do modelo do CPTEC com a nova dinâmica em elementos finitos para clima	2,3	Modelo avaliado e artigos submetidos				Modelo avaliado e 2 artigos submetidos em revistas científicas	
Realizadas as avaliações do modelo do CPTEC com a nova dinâmica em elementos finitos para tempo	4	Modelo avaliado e artigos submetidos					Modelo avaliado e dois artigos submetidos em revistas científicas

9.3.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Modelos BAM e AM4 instalados e experimentos realizados	1,2	Experimentos realizados com BAM e AM4	Modelos instalados e testados	Experimentos realizados e submetidos 2 artigos científicos			
Avaliação dos modelos BAM e AM4 para os mesmos experimentos	2, 3	Modelo BAM e AM4 avaliados			As dinâmicas dos dois modelos avaliados e submetidos 2 artigos científicos		
Avaliação do modelo global do CPTEC com nova dinâmica em volumes finitos para clima	4	Modelo global do CPTEC com nova dinâmica avaliado para clima				Modelo em volumes finitos avaliado para clima, e submetidos 2 artigos científicos	



Avaliação do modelo global do CPTEC com nova dinâmica em volumes finitos para tempo	4	Modelo global do CPTEC com nova dinâmica avaliado para tempo					Modelo em volumes finitos avaliado para tempo e submetidos 2 artigos científicos
Citações de artigos sobre os dois modelos BAM e AM4 e de suas comparações	2, 3	Nº de citações dos artigos publicados em revistas indexadas				Ter os artigos citados com BAM e AM4 menos 8 vezes por 5 pesquisadores diferentes até dez 2022	
Citações de artigos com modelos BAM, AM4 e modelo global do CPTEC em volumes finitos	4	Nº de citações dos artigos publicados em revistas indexadas					Ter os artigos deste projeto citados pelo menos 15 vezes por 8 pesquisadores diferentes até dez 2023
Citações dos artigos na área de design e ergonomia	2, 3	* Nº de citações dos artigos publicados do projeto/período. * Nº de artigos do projeto/Nº de artigos da totais publicados no País no período * Nº de citações de artigos ou produções do artigo em documentos oficiais de governo/período			* Ter os artigos deste projeto citados pelo menos 10 vezes por 4 pesquisadores diferentes até dez/2021	* Ter os artigos deste projeto citados pelo menos 20 vezes por 8 pesquisadores diferentes até dez/2021	

9.3.8 - Recursos Solicitados

9.3.8.1 - Custeio:



Custeio	Valor (R\$)
Diárias	24.000,00
Passagens	12.000,00
Total (R\$) para 60 meses	36.000,00

9.3.8.2 - Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00	60	1	249.600,00
	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\$)					249.600,00

Equipe do Projeto

Coordenador: Paulo Bonatti

Colaboradores:

Silvio Nilo Figueroa

Paulo Kubota

Julio Pablo Fernandez

Jose Roberto

Eder Vendrasco



Referências Bibliográficas

Zhao, M., Golaz, J.-C., Held, I. M., Guo, H., Balaji, V., Benson, R., et al. (2018). The GFDL global atmosphere and land model AM4.0/LM4.0: 1. Simulation characteristics with prescribed SSTs. *Journal of Advances in Modeling Earth Systems*. <https://doi.org/10.1002/2017MS001208>.

Figueroa SN, Bonatti JP, Kubota PY, Grell GA, Morrison H, Barros SRM, Fernandez JPR, Ramirez E, Siqueira L, Luzia G, Silva J, Silva JR, Pendaharkar J, Capistrano VB, Alvim DS, Enoré DP, Diniz FLR, Satyamurti P, Cavalcanti IFA, Nobre P, Barbosa HMJ, Mendes CL, Panetta J. 2016. The Brazilian global atmospheric model (BAM): performance for tropical rainfall forecasting and sensitivity to convective scheme and horizontal resolution. *Weather Forecast*. 31: 1547–1572.



Projeto 9: CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS

Subprojeto 9.4: Aprimoramento dos processos físicos do MCGA/CPTEC para previsão de tempo e clima sazonal

9.4.1 – Introdução

Para cumprir com sua missão o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) necessita constante modernização de seu sistema de modelagem global e regional ao ritmo dos avanços técnico-científicos. Nas últimas décadas houve avanços significativos no desenvolvimento dos modelos globais de previsão numérica de tempo (PNT) como resultado de novos conhecimentos, novos sistemas de observação de dados (melhoria em sistemas de assimilação de dados) e avanços tecnológicos na supercomputação. Estes avanços científico-tecnológicos dos últimos anos, têm permitido uma revolução na PNT global em latitudes médias, com previsões confiáveis de até com 10 dias de antecedência, devido principalmente à melhoria no sistema de assimilação de dados. Entretanto, nas regiões subtropicais e tropicais (incluindo a América do Sul) a melhoria da PNT e previsão de clima subsazonal e sazonal (S2S) depende fundamentalmente de uma dinâmica adequada para a complexa topografia da região, assim como da qualidade dos processos físicos incluídos no modelo (parametrizações dos processos de camada limite planetária, microfísica, convecção profunda e rasa, radiação, superfície, etc.).

O atual Modelo de Circulação Global Atmosférica (MCGA) do CPTEC, denominado BAM, é um modelo espectral com parametrizações físicas no estado-da-arte desenvolvido no CPTEC com colaboração de pesquisadores do Brasil e do exterior. Para os próximos 4 anos, o CPTEC tem planos da modernização da dinâmica e dos processos físicos deste modelo, para o qual contará com o apoio do GFDL/NOAA (Geophysical Fluid Dynamic/ National Oceanic and Atmospheric Administration). As parametrizações físicas do futuro MCGA do CPTEC serão desenvolvidas/aprimoradas primeiramente com base nos processos físicos dos modelos atmosféricos atuais do CPTEC (BAM) e do GFDL (AM4) e logo poderão ser desenvolvidas novas físicas e/ou testados as físicas de outros modelos no estado-da-arte. Assim, o objetivo deste projeto é adaptar e aprimorar as parametrizações dos processos físicos, principalmente a Microfísica, convecção profunda e rasa e camada limite planetária (PBL) em um novo MCGA/CPTEC, objetivando a melhoria da previsão de Tempo e de Clima sazonal sobre América do Sul.

Para atingir este objetivo, na primeira fase, o bolsista deverá familiarizar-se com os processos físicos dos modelos globais do CPTEC (BAM, Figueroa et al. 2016) e do GFDL (AM4, Zhao et al. 2018). Na segunda fase deverá realizar experimentos em modo de pesquisa com ambos modelos e com as físicas acima mencionadas. Na terceira fase, os esquemas selecionados serão aprimorados usando um modelo de coluna e os dados observados serão obtidos a partir de projetos como GoAmazon, CHUVA, Relâmpago, etc. Os esquemas aperfeiçoados serão implementados no futuro MCGA, testados e validados para as áreas/tópicos através dos seguintes processos: a) teleconexões Pacífico-Atlântico, b) transporte de umidade da



Amazônia para os subtropicais e extratropicais da América do Sul, c) Convecção nos trópicos e subtropicais e a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), d) variabilidade interanual com foco na América do Sul e, e) Eventos extremos (e.g. secas no NE do Brasil, El Niño e La Niña). Este projeto será desenvolvido de forma paralela à modernização da dinâmica do modelo.

Este subprojeto consta no Projeto 09 - PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS ESPACIAIS E SUAS APLICAÇÕES do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE.

9.4.2 - Objetivo Geral

Desenvolvimento e pesquisa nas áreas de Previsão Climática Sazonal e Sub-Sazonal, Previsão da Qualidade do Ar, Agitação marítima e Correntes costeiras, visando acompanhar a melhoria dos indicadores de desempenho global dos modelos dos melhores centros internacionais e superá-la para previsões de curto prazo sobre o Brasil e América do Sul

Objetivos específicos

- 5) Objetivo Específico 1: Realizar diferentes experimentos com a microfísica/convecção/PBL no modelo global do CPTEC
- 6) Objetivo Específico 2: Realizar diferentes experimentos com a microfísica/convecção/PBL no modelo do GFDL/NOAA
- 7) Objetivo Específico 3: Aprimoramento e implementação das físicas escolhidas no modelo global do CPTEC com nova dinâmica
- 8) Objetivo Específico 4: Avaliação das físicas do modelo global do CPTEC com a nova dinâmica e novas físicas
 - 4a-Convecção profunda e rasa
 - 4b-Microfísica e PBL

9.4.3 - Insumos

9.4.3.1 – Custeio

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Visita técnica para o GFDL/NOAA	Diárias	12.000,00



Visita técnica para o GFDL/NOAA	Passagens	6.000,00
Visita técnica de pesquisadores da NOAA para o CPTEC	Diárias	12.000,00
Visita técnica de pesquisadores da NOAA para o CPTEC	Passagens	6.000,00

9.4.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
9.4.1	Formação em Meteorologia, Matemática, Física ou áreas afins, com 7 (sete) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação após a obtenção do diploma de nível superior, ou com título de doutor, ou ainda, com grau de mestre há, no mínimo, 4 (quatro) anos.	Experiência em tratamento de qualidade de dados, banco de dados, dados meteorológicos e formato de dados.	1	D-B	60	1

9.4.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
1) Familiarização com as físicas do BAM e AM4 com foco na convecção, microfísica e PBL	1, 2	Instalação e configuração das físicas dos modelos BAM e AM4	Configurar e testar a física do BAM e AM4					
2) Realização de experimentos com as físicas do BAM e AM4, com foco na convecção, microfísica e PBL	1, 2	Avaliação das físicas dos modelos BAM e AM4		Avaliação das físicas: convecção, Microfísica e PBL				
3) Implementação das físicas escolhidas e aprimoradas no modelo global do CPTEC com nova dinâmica	3	Implementação das físicas escolhidas e aprimoradas			Implementação das físicas: convecção, microfísica e PBL			
4) Realizar experimentos de validação da convecção no modelo global do CPTEC com nova dinâmica	4a	Avaliação da convecção profunda e rasa no modelo global com nova dinâmica				Avaliação dos processos convectivos no modelo global com nova dinâmica		
5) Realizar experimentos de validação da microfísica e PBL no modelo global do CPTEC com nova dinâmica	4b	Avaliação da Microfísica e PBL no modelo global com nova dinâmica					Avaliação das físicas no modelo global com nova dinâmica	



9.4.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre									
	2019		2020		2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Atividade 1	x	x								
Atividade 2			x	x						
Atividade 3					x	x				
Atividade 4							x	x		
Atividade 5									x	x

9.4.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
As físicas do BAM e AM4 testados	1,2	Publicação de nota técnica	Publicação de nota técnica das físicas do BAM e AM4					
Avaliação das físicas dos modelos BAM e AM4	1,2	Publicação de nota técnica e artigos submetidos		Publicação de uma nota técnica da avaliação das físicas e 2 artigos submetidos em revistas científicas				
Implementados as físicas escolhidas e aprimoradas	3	Modelos avaliados e artigos submetidos			As físicas escolhidas avaliadas e 2 artigos submetidos em revistas científicas			



Avaliados a convecção profunda e rasa no modelo global com nova dinâmica	4a	Modelo avaliado e artigos submetidos				A física convecção profunda e rasa avaliadas, e 2 artigos submetidos em revistas científicas	
Avaliação da convecção profunda e rasa no modelo global com nova dinâmica	4b	Modelo avaliado e artigos submetidos					As físicas microfísica e PBL avaliadas, e 2 artigos submetidos em revistas científicas

9.4.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Modelos BAM e AM4 instalados e testados as físicas	1,2	Configuração das físicas do BAM e AM4 testados	Modelos instalados e físicas configuradas e testadas					
Avaliação das físicas do BAM e AM4	1, 2	Físicas dos modelos BAM e AM4 avaliados		Experimentos realizados e submetidos 2 artigos científicos				
Implementação das físicas escolhidas	3	Físicas dos modelos BAM e AM4 avaliados			As físicas escolhidas avaliadas e implementadas			



Citações de artigos sobre convecção profunda e rasa no modelo global do CPTEC com nova dinâmica	4a	Nº de citações dos artigos publicados em revistas indexadas				Ter os artigos citados com processos convectivos pelo menos 12 vezes por 5 pesquisadores diferentes até dez 2022	
Citações de artigos sobre convecção, microfísica e PBL no modelo global do CPTEC com nova dinâmica	4a, 4b	Nº de citações dos artigos publicados em revistas indexadas					Ter os artigos deste projeto citados pelo menos 20 vezes por 8 pesquisadores diferentes até dez 2023

9.4.8 - Recursos Solicitados

9.4.8.1 - Custeio:

Custeio	Valor (R\$)
Diárias	24.000,00
Passagens	12.000,00
Total (R\$) para os 60 meses	36.000,00

9.4.8.2 - Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00	60	1	249.600,00
	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\$)					249.600,00

Equipe do Projeto

Coordenador: Silvio Nilo Figueroa

Colaboradores:

Paulo Kubota

Enver Ramirez

Eder Vendrasco

Jose Roberto

Julio Pablo Fernandez

Dirceu Herdies

Gustavo Gonçalves

Referências Bibliográficas

Zhao, M., Golaz, J.-C., Held, I. M., Guo, H., Balaji, V., Benson, R., et al. (2018). The GFDL global atmosphere and land model AM4.0/LM4.0: 1. Simulation characteristics with prescribed SSTs. *Journal of Advances in Modeling Earth Systems*. <https://doi.org/10.1002/2017MS001208>.

Figueroa SN, Bonatti JP, Kubota PY, Grell GA, Morrison H, Barros SRM, Fernandez JPR, Ramirez E, Siqueira L, Luzia G, Silva J, Silva JR, Pendaharkar J, Capistrano VB, Alvim DS, Enoré DP, Diniz FLR, Satyamurti P, Cavalcanti IFA, Nobre P, Barbosa HMJ, Mendes CL, Panetta J. 2016. The Brazilian global atmospheric model (BAM): performance for tropical rainfall forecasting and sensitivity to convective scheme and horizontal resolution. *Weather Forecast*. 31: 1547–1572.



Projeto 9: CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS

Subprojeto 9.5: Sistema Integrado para Previsão de Ressacas na Costa Brasileira

9.5.1 – Introdução

Muitos fenômenos meteorológicos e oceanográficos intensos atingem frequentemente cidades litorâneas do Brasil gerando ressacas, inundações e erosão costeira que colocam em risco vidas humanas e comprometem a navegação, recursos naturais, infraestrutura e atividades costeiras/portuárias, como foi o caso de Santos, no dia 21 de agosto de 2016, onde a água chegou a invadir prédios, inundou avenidas, arrastou barcos, causou danos estruturais ao longo da orla e interrompeu a travessia das balsas. Para a previsão dos eventos extremos se faz necessário o desenvolvimento de um sistema sofisticado de modelagem numérica, onde os efeitos das marés, da agitação marítima, das correntes, dos ventos intensos e do grande volume de precipitação precisariam ser considerados de forma integral e simultânea. Portanto, existe a necessidade urgente de desenvolver um sistema numérico de previsão da altura do nível do mar confiável para apoiar nas políticas públicas de prevenção de eventos extremos como as ressacas. O CPTEC (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos) já tem experiência nesta área, pois durante os Jogos Olímpicos RIO2016 foi responsável pela elaboração das previsões de agitação marítima, correntes, e elevação do nível do mar. As previsões auxiliaram nas competições de Vela com sucesso, reconhecido pelo Comitê Olímpico Internacional (COI).

O objetivo deste projeto é desenvolver um sistema inédito no Brasil para previsão da altura do nível do mar total, o qual abrangerá toda a costa brasileira com alta resolução espacial usando o modelo acoplado de ondas-oceano-atmosfera COAWST (Coupled-Ocean-Atmosphere-Wave-Sediment Transport Modeling System) [3]. Os componentes deste sistema são: O modelo de ondas WW3 (WAVEWATCH III) [4], modelo de circulação oceânica ROMS (Regional Ocean Model System) [1] e o modelo atmosférico WRF (Weather and Research Forecasting) [2]. Este sistema acoplado será implementado no supercomputador do CPTEC e validado. A operacionalização deste sistema permitirá dar suporte nas previsões e emissões de alertas de eventos extremos de agitação marítima, bem como informar o alto risco da ocorrência de ressacas/inundações nas regiões costeiras. Este sistema também será usado para pesquisas sobre as interações oceano-atmosfera-onda durante a atuação de intensos ciclones subtropicais ao largo da costa do Brasil, para contribuir com o conhecimento sobre a dinâmica e os processos físicos do sistema oceano-atmosfera regional. Os resultados de estas pesquisas serão publicados em revistas científicas indexadas da área. Destaca-se também que as atividades do presente projeto estão dentro dos objetivos da colaboração entre o CPTEC/INPE e a Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) da Marinha do Brasil nas áreas de modelagem atmosférica, oceanográfica e de ondas, assinada em 2018.



Este subprojeto consta no Projeto 09 - “Pesquisa e Desenvolvimento em Ciências e Tecnologias Espaciais e suas aplicações” do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE.

9.5.2 - Objetivo Geral

Aprimorar a modelagem numérica global e regional do sistema integrado atmosfera, oceano, superfície continental e aerossóis/química.

Objetivos Específicos

Objetivo Específico 1: Desenvolvimento e implementação do sistema acoplado oceano-atmosfera-ondas (COAWST) para um domínio que cobrirá toda a costa brasileira, usando o estado da arte da modelagem regional oceânica, atmosférica e de ondas (modelos ROMS, WRF e WAVEWATCH III).

Objetivo Específico 1.1: Instalação e compilação do sistema acoplado COAWST ativando o modelo atmosférico não-hidrostático WRF, modelo oceânico ROMS e o modelo de ondas para águas profundas e rasas WAVEWATCH III com o acoplador MCT (Model Coupling Toolkit), com a implementação das grades numéricas e as condições iniciais para cada componente (modelo) do COAWST.

Objetivo Específico 1.2: Implementação das condições de contorno de cada componente do COAWST, com a calibração integral do sistema para representar o padrão geral das ondas, atmosférico e oceânico ao largo da costa do Brasil e o Oceano Atlântico Sudoeste.

Objetivo Específico 2: Avaliação da performance do novo sistema numérico acoplado com dados atmosféricos e oceanográficos oriundos de satélite, dados in-situ do Programa Nacional de Boias (PNBOIA-Marinha do Brasil), do projeto PIRATA (Prediction and Research Moored Array in the Tropical Atlantic), marégrafos e de navios de pesquisa.

Objetivo Específico 3: Operacionalização do novo Sistema acoplado oceano-atmosfera-ondas COAWST.



Objetivo Específico 4: Estudo das interações oceano-atmosfera-onda durante a passagem de frentes e ciclones subtropicais que ocasionam eventos extremos de agitação marítima e ressacas na costa brasileira.

9.5.3 - Insumos

9.5.3.1 – Custeio

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Treinamento no curso sobre o sistema COAWST	Diárias	12.000,00
Treinamento no curso sobre o sistema COAWST	Passagens	6.000,00

9.5.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
9.5.1	Formação em Meteorologia, Oceanografia 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.	Modelagem numérica, atmosférica e/ou oceânica.	1,2 e 3	DC	60	1

9.5.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
1) Instalar e compilar o sistema acoplado COAWST, assim como também desenhar e implementar as grades e as condições iniciais para cada componente do sistema.	1.1	Sistema COAWST instalado e compilado no ambiente computacional do supercomputador Tupa. Grades e condições iniciais implementados para os modelos ROMS, WAVEWATCH e WRF.	Finalização da instalação e compilação do COAWST; e a confecção e implementação das grades e condições iniciais					
2) Preparação das condições de contorno dos modelos WRF, ROMS e WAVEWATCH III fornecidos pelos modelos globais, com o ajuste e calibração do sistema	1.2	Arquivos das condições de contorno implementados para as componentes do sistema COAWST e resultados do padrão das ondas, atmosférico e oceânico.		Finalização da geração das condições de contorno e calibração do sistema				
3) Validação do sistema COAWST com dados in-situ e de satélite.	2	Estudo de validação estatística do Sistema COAWST			Finalização do estudo de validação			
4) Operacionalizar o Sistema COAWST	3	Sistema implementado no ambiente operacional do CPTEC e publicação na página web				Finalização da geração dos programas no ambiente operacional e publicação na página web		



5) Estudo das interações oceano-atmosfera-onda durante a passagem de frentes e ciclones subtropicais	4	Simulações numéricas com o sistema COAWST								Finalização das simulações numéricas, análise dos resultados e elaboração da publicação
--	---	---	--	--	--	--	--	--	--	---

9.5.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre										
	2019		2020		2021		2022		2023		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
1) Instalar e compilar o sistema acoplado COAWST, assim como também desenhar e implementar as grades e as condições iniciais para cada componente do sistema.	X	X									
2) Preparação das condições de contorno dos modelos WRF, ROMS e WAVEWATCH III fornecidos pelos modelos globais, com o ajuste e calibração do sistema			X	X							
3) Validação do sistema COAWST com dados in-situ e de satélite.					X	X					
4) Operacionalização do Sistema COAWST							X	X			
5) Estudo das interações oceano-atmosfera-onda durante a passagem de frentes e ciclones subtropicais										X	X



9.5.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Relatório técnico sobre os avanços da implementação do sistema COAWST	1.1	Relatório técnico apresentado	Finalização de relatório técnico					
Nota Técnica sobre a implementação do sistema COAWST	1.2	Nota Técnica publicada		Finalização de Nota Técnica				
Artigo científico sobre a avaliação da performance do sistema COAWST comparado com dados observados	2	Artigo submetido			Finalização e submissão de artigo			
Poster, resumo e/ou apresentação oral em congresso ou similar sobre a avaliação da performance do sistema COAWST	2	Poster, resumo e/ou apresentação oral			Apresentação de poster, resumo ou apresentação oral em congresso ou similar			
Novo sistema operacional de previsão na página web do CPTEC	3	Sistema operacional disponibilizado na página web				Finalização da publicação do novo sistema na página web		
Artigo científico sobre estudo das interações oceano-atmosfera-onda durante a passagem de frentes e ciclones subtropicais	4	Artigo submetido					Finalização e submissão de artigo	



Poster, resumo e/ou apresentação oral em congresso ou similar sobre o estudo das interações oceano-atmosfera-onda durante a passagem de frentes e ciclones subtropicais	4	Poster, resumo e/ou apresentação oral						Apresentação de poster, resumo ou apresentação oral em congresso ou similar
---	---	---------------------------------------	--	--	--	--	--	---

9.5.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Citações de relatório técnico sobre os avanços da implementação do sistema COAWST	1	Citações de relatório em relatórios institucionais do CPTEC	Ter relatório citado em pelo menos 1 relatório institucional até dez2019					
Citações de nota técnica sobre a implementação do sistema COAWST	1	Número de citações em relatórios técnico/científico e/ou dissertações/teses, pôsteres e/ou apresentações em congressos e/ou similares		Ter nota técnica citada pelo menos 1 ou mais vezes por 1 ou mais pesquisadores até dez2020				
Citações de artigo sobre avaliação da performance do sistema COAWST implementado para costa do Brasil e Atlântico Sul adjacente	1, 2	Número de citações em relatórios técnico/científico e/ou revistas indexadas			Ter artigo citado pelo menos 1 ou mais vezes por 1 ou mais pesquisadores até dez2021			



Acesso de usuários da comunidade em geral, e técnica/científica nacional/internacional ao Sistema COAWST implementado operacionalmente	1,2,3	Número de acessos por usuários por localidade, instituições e países à página web do CPTEC				Aumento do número de acessos de usuários em geral e/ou instituições à página do CPTEC até dez2022	
Citações de artigo sobre o estudo das interações oceano-atmosfera-onda durante a passagem de frentes e ciclones subtropicais	4	Número de citações em revistas indexadas					Ter artigo citado pelo menos 1 ou mais vezes por 1 ou mais pesquisadores até dez2023

9.5.8 - Recursos Solicitados

9.5.8.1 - Custeio:

Custeio	Valor (R\$)
Diárias	12.000,00
Passagens	6.000,00
Total (R\$)	18.000,00

9.5.8.2 - Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00	60	1	249.600,00
	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\$)					249.600,00



Equipe do Projeto

Supervisor: Rosio del Pilar Camayo Maita

Colaboradores:

Valdir Innocentini

André Lanfer Marquez

Antonio Marcos Vianna Campos

Natalia Rudorff Oliveira

Referências Bibliográficas

[1] Shchepetkin, A.F., McWilliams, J.C.. The regional oceanic modeling system: a split-explicit, free-surface, topography-following coordinate oceanic model. *Ocean Model.* P 347–404. doi: 10.1016/j.ocemod.2004.08.002, 2005.

[2] Skamarock, W.C., et al. A Description of the Advanced Research WRF Version 3. NCAR Technical Notes, NCAR/TN-4751STR, 2008.

[3] Warner, J.C., Armstrong, B., He, R., and Zambon, J.B.. Development of a Coupled Ocean-Atmosphere-Wave-Sediment Transport (COAWST) modeling system: *Ocean Modeling*, v. 35, no. 3, p. 230-244., 2010.

[4] WAVEWATCH III Development Group.. User manual and system documentation of WAVEWATCH III version 5.16. NOAA / NWS / NCEP / MMAB Technical Note 329, 326 pp. + Appendices, 2016.



Projeto 9: CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS

Subprojeto 9.6: Desenvolvimento e Avaliação da Nova Geração de Previsões Climáticas do CPTEC/INPE

9.6.1 – Introdução

O projeto trata de atividades de desenvolvimento e pesquisa em previsão de tempo e clima no Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Este subprojeto (Desenvolvimento e Avaliação da Nova Geração de Previsões Climáticas do CPTEC/INPE) consta no Projeto 9 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE.

As previsões climáticas para as escalas de tempo sazonal (previsões para os próximos 3 a 6 meses) e sub-sazonal (previsões para as próximas 2 a 4 semanas) são essenciais para o planejamento das atividades de diversos setores da sociedade (por exemplo, agricultura, produção de energia elétrica). O CPTEC/INPE como um centro de pesquisa e desenvolvimento nessa temática tem como missão fornecer a sociedade brasileira tais previsões com alta qualidade empregando os mais modernos conhecimentos científicos e tecnológicos disponíveis na atualidade. Nesse contexto, o uso de modelos acoplados (oceano-atmosfera) é atualmente reconhecido pela comunidade científica internacional como a melhor e mais adequada ferramenta de previsão climática, uma vez que tais modelos são capazes de representar as interações entre as condições oceânicas e atmosféricas que são fundamentais para a produção de previsões das condições climáticas futuras de forma satisfatória. Dessa forma, este projeto tem como objetivo desenvolver e avaliar a nova geração de previsões climáticas do CPTEC/INPE através da produção de previsões retrospectivas (para 30 anos passados) com um modelo acoplado (oceano-atmosfera), e do cálculo de métricas de verificação para avaliar o nível de destreza dessas previsões. Pretende-se utilizar o modelo acoplado do Geophysical Fluids Dynamics Laboratory (GFDL) da National Ocean Atmospheric Administration (NOAA), por tratar-se de um dos mais avançados modelos disponíveis na atualidade, e em virtude da parceria entre o INPE e a NOAA que está sendo expandida para contemplar a temática modelagem climática. Uma vez realizado esse desenvolvimento e avaliação pretende-se atualizar o sistema de previsão climática do CPTEC/INPE, que no momento utiliza um modelo atmosférico sem acoplamento oceânico, pelo modelo acoplado testado e avaliado. Assim esse subprojeto trará uma importante contribuição para o CPTEC/INPE que passará a ter uma nova e moderna ferramenta de previsão climática.

9.6.2 - Objetivo Geral

Desenvolver e avaliar nova geração de previsões climáticas do CPTEC/INPE para a produção de previsões retrospectivas (para 30 anos passados). Em seguida será realizada a



avaliação da destreza dessas previsões. Após tal avaliação, pretende-se substituir o atual modelo atmosférico de previsão climática utilizado no CPTEC/INPE pelo novo modelo acoplado avaliado, de modo a prover o CPTEC/INPE e o país com uma nova geração de previsões climáticas.

Objetivos Específicos

Objetivo Específico 1: Instalação do modelo acoplado do GFDL/NOAA e implementação de procedimentos de obtenção das condições iniciais atmosféricas e oceânicas necessárias para rodar o modelo.

Objetivo Específico 2: Configuração do modelo acoplado do GFDL/NOAA para a produção de previsões climáticas retrospectivas.

Objetivo Específico 3: Produção de previsões climáticas retrospectivas com o modelo acoplado do GFDL/NOAA.

Objetivo Específico 4: Avaliação da destreza das previsões climáticas retrospectivas do modelo acoplado do GFDL.

9.6.3 - Insumos

9.6.3.1 – Custeio

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Participação em estágios, cursos e visitas	Diárias	20.000,00
Despesas de transporte para participação em estágios, cursos e visitas	Passagens	30.000,00



9.6.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/ nível	Meses	Quantidade
9.6.1	Formação em Meteorologia, Oceanografia ou áreas afins, com 10 (dez) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação, após a obtenção do diploma de nível superior, ou com título de doutor há, no mínimo, 2 (dois) anos, ou ainda, com grau de mestre há, no mínimo, 6 (seis) anos.	Conhecimentos em modelagem climática e métodos estatísticos aplicados a previsão climática.	1 a 4	D-A	60	1



9.6.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
1. Instalação do modelo acoplado e implementação de procedimento de obtenção das condições iniciais atmosféricas e oceânicas	1	Instalação do modelo e condições iniciais atmosféricas e oceânicas	Instalar o modelo no supercomputador do CPTEC/INPE e implementar o procedimento de obtenção das condições iniciais atmosféricas e oceânicas					
2. Configuração do modelo acoplado	2	Configuração do modelo		Configurar e testar o modelo				
3. Produção de previsões climáticas retrospectivas com o modelo acoplado	3	Previsões climáticas			Gerar as previsões retrospectivas e armazená-las			
4. Desenvolvimento de procedimentos e ferramentas para avaliação da destreza das previsões climáticas retrospectivas do modelo acoplado	4	Procedimento para avaliação				Desenvolver programas para o pós-processamento e avaliação das previsões		



5. Avaliação da destreza das previsões climáticas retrospectivas do modelo acoplado	4	Avaliação das previsões climáticas								Elaborar mapas e índices de verificação da qualidade das previsões retrospectivas geradas
---	---	------------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	---

9.6.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre										
	2019		2020		2021		2022		2023		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
1. Instalação do modelo acoplado e implementação de procedimento de obtenção das condições iniciais atmosféricas e oceânicas	■	■									
1.1 – Instalação do modelo	■										
1.2 – Obtenção das condições iniciais		■									
2. Configuração do modelo acoplado			■	■							
3. Produção de previsões climáticas retrospectivas com o modelo acoplado					■	■					



Configuração do modelo acoplado	2	Modelo configurado e testado		Configurar o modelo e desenvolver programas para realizar testes			
Previsões retrospectivas	3	Previsões			Gerar e armazenar as previsões retrospectivas		
Ferramentas de avaliação das previsões	4	Ferramentas para avaliação				Desenvolver programas para o pós-processamento e avaliação das previsões	
Avaliação das previsões retrospectivas	4	Mapas e índices de verificação					Elaborar mapas e índices de verificação da qualidade das previsões retrospectivas gerados



9.6.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Modelo instalado e procedimentos de obtenção de condições iniciais implementado	1	Modelo instalado e procedimentos implementados	Ter instalado o modelo e implementado um procedimento para obtenção das condições iniciais					
Configuração do modelo acoplado	2	Modelo configurado		Ter configurado e testado o modelo				
Previsões retrospectivas	3	Previsões			Ter gerado e armazenado as previsões retrospectivas			
Ferramentas de avaliação das previsões	4	Ferramenta				Ter desenvolvido programas para o pós-processamento e avaliação das previsões		



Avaliação das previsões retrospectivas	4	Mapas					Ter produzido mapas e índices de verificação da qualidade das previsões retrospectivas
--	---	-------	--	--	--	--	--



9.6.8 - Recursos Solicitados

9.6.8.1 - Custeio:

Custeio	Valor (R\$)
Diárias	20.000,00
Passagens	30.000,00
Total (R\$) para 60 meses	50.000,00

9.6.8.2 - Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00	60	1	R\$312.000,00
	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\$312.000,00

Equipe do Projeto

Caio Augusto dos Santos Coelho
Gilvan Sampaio de Oliveira – responsável pelo Bolsista
Carlos Renato de Souza



Projeto 10: Projeto Integrador do COCST para Mudanças Ambientais

Subprojeto 10.1: Plataforma de integração de dados e trabalhos ambientais

10.1.1 – Introdução

O desenvolvimento econômico trouxe prosperidade e bem-estar aos seres humanos. A conquista desses benefícios está fortemente ligada à exploração de recursos naturais como energia, terra e água para a produção agrícola, recursos hídricos, entre outros. Porém, o uso intensivo e até predatório desses recursos e dos serviços vitais dos ecossistemas pode estar colocando em risco a manutenção da qualidade de vida das gerações futuras. Ainda não existe um adequado entendimento sobre as consequências da exploração predatória dos recursos naturais a longo prazo. O Brasil conta com importantes instituições governamentais que atuam nas temáticas ambiental e socioeconômica com foco disciplinar, trabalhando de forma individualizada nessas diferentes disciplinas. No caso do COCST/INPE, o estudo dessa temática ocorre em contextos multi e transdisciplinares, com vistas à solução de problemas decorrentes das mudanças ambientais globais, buscando contribuir ao desenvolvimento sustentável que concilie o funcionamento integrado das esferas econômica, social e ambiental.

Dentro dos objetivos do CCST está a formulação de cenários para um desenvolvimento nacional sustentável, fortemente embasado em redes de monitoramento de dados ambientais e modelagem do Sistema Terrestre, integrando e ampliando as competências do Centro. Desta forma, faz-se necessário o desenvolvimento de um sistema para a organização e a leitura dessas informações de forma rápida e eficiente. Para que isso aconteça, é imprescindível o desenvolvimento de uma plataforma de banco de dados com flexibilidade para hospedar e gerenciar informações científicas com diferentes características integrando as distintas abordagens de pesquisa do Centro. Este subprojeto consta no Projeto 10 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE.

O presente projeto tem como objetivo principal o desenvolvimento de uma estrutura para gerenciamento de dados e informações de projetos de pesquisa em mudanças ambientais globais, geradas nos diversos projetos em desenvolvimento no COCST. Para isso, pretende-se desenvolver uma ferramenta que utiliza-se da sistemática de "*Data Warehouse*". O desenvolvimento desta ferramenta científica deverá ocorrer de forma conjunta e integrada com os pesquisadores dos projetos e dentro dos objetivos específico do CCST, a qual permitirá análises comparativas no tempo e espaço, de informações coletadas em diversas regiões do Brasil e América Latina, possibilitando inclusive acionar alertas, caso discrepâncias apareçam das informações. A ferramenta que deverá ser criada é dinâmica permitindo evolução conforme as linhas de pesquisa que forem surgindo.



10.1.2 - Objetivo Geral

O projeto tem como o **objetivo geral** o desenvolvimento e gerenciamento de banco de dados para a integração de informações, aprimoramento dos trabalhos científicos, disseminação das pesquisas desenvolvidos pelos pesquisadores e colaboradores do COCST, de interesse acadêmico, público e governamental. Essa gama de informações tem distribuições espaciais e temporais -diversas, levando a um desafio científico, o gerenciamento e a análise integrada dessas informações. Desta forma, o desenvolvimento de um sistema para a organização e a leitura desses dados de forma rápida e eficiente é importante e crítica.

Para atingir o objetivo geral do projeto aqui descrito serão desenvolvidas as seguintes atividades dentro dos seguintes **objetivos específicos**:

- 1 Construção de banco de dados com flexibilidade para hospedar e gerenciar informações científicas com diferentes características, integrando as diferentes abordagens de pesquisa e de disseminação da informação.
- 2 Criação de canais e interfaces de acesso ao banco de dados à diferentes grupos de usuários.
- 3 Desenvolvimento de sistema integrado visando o cruzamento de informações;
- 4 Levantamento, assimilação e incorporação na estrutura do banco de dados, de informações científicas sobre o estado da arte do gerenciamento de “big data”.
- 5 Elaboração de relatórios do desenvolvimento do banco de dados, da disseminação das informações e das produções relacionadas às informações disponibilizadas e acessadas.

10.1.3 - Insumos

10.1.3.1 – Custeio

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



10.1.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
10.1.1	Profissional com diploma de nível superior Tecnologia da Informação, Sistema de Informação, Ciências da Computação ou áreas afins e experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação.	Conhecimento em design, Tecnologia e Inovação.	1, 2, 3, 4 e 5	DD	60	1

10.1.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
1. Construção de banco de dados com flexibilidade para hospedar e gerenciar informações científicas com diferentes características, integrando as diferentes abordagens de pesquisa e de disseminação da informação.	1	<p>Relatório de acesso</p> <ul style="list-style-type: none"> * Nº de acessos ao serviço * Nº pedidos de dados * Mapa de compartilhamento * Mapeamento de tipo de usuários 	Desenvolvimento da plataforma	Redução de requisições HTTP de modo a otimizar o sistema do banco de informação	Validação do sistema desenvolvido perante os requisitos W3C e de usabilidade e acessibilidade;	Sistema de rastreamento para identificação do fluxo de utilização dentro do bancos de informações,	Finalização do sistema e apresentação de relatório final e Conclusão , treinamento e realização do relatório final e validação do sistema e rastreamento do fluxo de utilização
2. Criação de canais e interfaces de acesso ao banco de dados à diferentes grupos de usuários.	2	<ul style="list-style-type: none"> * Usuários científicos * Nº de palestras /apresentações/treinamentos/capacitação * Nº de produção científica 	Desenvolvimento da plataforma e do banco de dados	Redução de requisições HTTP de modo a otimizar o sistema do banco de informação	Validação do sistema desenvolvido perante os requisitos W3C e de usabilidade e acessibilidade;	Sistema de rastreamento para identificação do fluxo de utilização dentro do bancos de informações,	Finalização do sistema e apresentação de relatório final e Conclusão , treinamento e realização do relatório final e validação do sistema e rastreamento do fluxo de utilização



<p>3. Desenvolvimento de sistema integrado visando o cruzamento de informações;</p>	<p>3</p>		<p>Desenvolvimento da plataforma, do banco de dados e a integração das informações.</p>	<p>Redução de requisições HTTP de modo a otimizar o sistema do banco de informações.</p>	<p>Validação do sistema desenvolvido perante os requisitos W3C e de usabilidade e acessibilidade;</p>	<p>Sistema de rastreamento para identificação do fluxo de utilização dentro do banco de informações,</p>	<p>Finalização do sistema e apresentação de relatório final e Conclusão, treinamento e realização do relatório final e validação do sistema e rastreamento do fluxo de utilização</p>
<p>4. Levantamento e assimilação e incorporação, na estrutura do banco de dados, de informações científicas sobre o estado da arte do gerenciamento de "big data".</p>	<p>4</p>		<p>Análises das informações da plataforma e do banco de dados</p>	<p>Redução de requisições HTTP de modo a otimizar o sistema do banco de informações</p>	<p>Validação do sistema desenvolvido perante os requisitos W3C e de usabilidade e acessibilidade;</p>	<p>Sistema de rastreamento para identificação do fluxo de utilização dentro do banco de informações,</p>	<p>Finalização do sistema e apresentação de relatório final. Conclusão, treinamento e realização do relatório final e validação do sistema e rastreamento do fluxo de utilização</p>

<p>5. Elaboração de relatórios do desenvolvimento do banco de dados, da disseminação das informações e das produções relacionadas às informações disponibilizadas e acessadas.</p>	<p>5</p>	<p>Relatório de acesso</p> <ul style="list-style-type: none"> * Nº de acessos ao serviço * Nº pedidos de dados * Mapa de compartilhamento * Mapeamento de tipo de usuários * Usuários científicos * Nº de palestras /apresentações/treinamentos/capacitação * Nº de produção científica 	<p>Visualização das informações na plataforma e no banco de informações</p>	<p>Redução de requisições HTTP de modo a otimizar o sistema do banco de informações</p>	<p>Validação do sistema desenvolvido perante os requisitos W3C e de usabilidade e acessibilidade;</p>	<p>Sistema de rastreamento para identificação do fluxo de utilização dentro do banco de informações,</p> <p>Finalização do sistema e apresentação de relatório final e Conclusão, treinamento e realização do relatório final e validação do sistema e rastreamento do fluxo de utilização</p>
--	----------	--	---	---	---	--

10.1.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre						Semestre				
	2019		2020		2021		2022		2023		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
1. Construção de banco de dados com flexibilidade para hospedar e gerenciar informações científicas com diferentes características, integrando as diferentes abordagens de pesquisa e de disseminação da informação.											
1.1 Desenvolvimento da plataforma, e Programação PHP											
1.2 Redução de requisições HTTP de modo a otimizar o sistema											
1.3 Validação do sistema perante os requisitos W3C e de usabilidade e acessibilidade;											
1.4 Sistema de rastreamento para identificação do fluxo dentro do sistema.											
1.5 Finalização do sistema e apresentação de relatório final. Conclusão, treinamento e realização do relatório final e validação do sistema e rastreamento do fluxo de usuários											



10.1.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Disponibilidade das informações científicas para a utilização de usuários internos e externos e redução no número de requisições HTTP	1, 2 e 3		Registrar as referências, estudar o desenvolvimento do sistema	Produzir relatório sobre estado da arte do desenvolvimento.	Realizar palestras e atualização científica	Visualização da plataforma pelos usuários finais e a participação em eventos científicos	Publicação de trabalhos científicos e Relatórios de desempenho
Bancos de dados de informações em forma de plataforma de acesso	1, 2 e 3	Relatório de acesso * Nº de acessos ao serviço * Nº pedidos de dados * Mapa de compartilhamento * Mapeamento de tipo de usuários * Nº de produção científica	Estudo das principais informações e disponibilização para usuário final.	Registrar as referências e estudar o desenvolvimento do sistema	Produzir relatório de desempenho e participar de eventos científicos.	Produzir relatório de desempenho e participar de eventos científicos.	Apresentação da plataforma e realização de apresentação do relatório final de resultados
Otimização para sistemas de busca e rastreamento, possibilitando a indexação dos conteúdos.	2, 3 e 4		Registrar as referências e teste sistema para usuário final	Produzir relatório de desempenho sobre estado da arte do desenvolvimento.	Realizar palestras e atualização científica	Participação de eventos científicos e Publicação de relatório de desempenho do sistema	Realização de otimização do sistema e publicação de trabalhos científicos como artigos e relatórios técnicos.

Depósito de notícias e de artigos científicos	2, 3 e 4	Relatório de acesso Nº de produção científica			Apresentação de gráficos de desempenhos e acessos do depósito.	Relatório de desempenho	Publicação de trabalhos científicos
Elaboração de <i>artigos</i> relacionados ao projeto, para publicação em congressos, jornais e revistas especializados a níveis nacional e internacional.	4 e 5		Preparação para relatório parcial com resultados	Elaboração de relatórios de desempenhos	Comparação de gráficos de desempenho	Apresentação de relatório parcial	Apresentação de relatório Final e participação científica em eventos.

10.1.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Aumento de acessos aos serviços disponibilizados no banco de dados de informações do CCST	1, 2 e 3	Nº de acesso ao banco de informações* Nº de relatórios e artigos disponibilizados * Nº de acesso e relatórios	Alcançar, contatar e estabelecer canais de colaboração com os pesquisadores e os usuários internos e externo	Relatórios de desempenho	Relatórios de desempenho	Relatórios de desempenho	Relatórios de desempenho
Mapeamento das necessidades dos pesquisadores e usuários e programação da ferramenta científica proposta.	2, 3 e 4			Adequação didática e estudo de todo material disponibilizado			



Atender de forma adequada aos padrões de desenvolvimento do banco de dados, padrões estes gerenciados pela W3C e as multi-plataformas de acessos pelos usuários na busca pelas informações científicas.	1, 2, 3 e 4				Utilização das informações dos bancos de dados para disponibilização dos usuários	Realizar parcerias, e utilização das informações dos bancos de dados para disponibilização dos usuários	
Elaboração de trabalhos científicos relacionados ao projeto, para publicação em congressos, jornais e revistas especializados a níveis nacional e internacional.	4 e 5			Relatórios de desempenho do sistema	Estudo bibliográfico de todo o material utilizado	Participação de eventos científicos com a disponibilização da plataforma	Realização de trabalho final da plataforma em evento científico e elaboração de relatório científico final

10.1.8 - 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			
	C	3.380,00			
	D	2.860,00	60	1	171.600,00
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					171.600,00

Equipe do Projeto

Dra. Viviane Regina Algarve, Pesquisadora, COCST/INPE

Dr. Jean Pierre H Ometto, Pesquisador, COCST/INPE

Larissa Giorgina Crispim da Silva, Estagiária, COCST/INPE

Cristiano Augusto Cunha Silva, Bolsista, COCST/INPE

Referências

MORGAN, CLARK. PHP 5 AND MYSQL BIBLE. Editora, JOHN WILEY CONSUMER, Ed. 01 2004.

JERKOVIC, JOHN I. GUERREIRO SEO, São Paulo: Novatec, 2010.

NIELSEN, JAKOB. USABILIDADE MOVEI. Brasil: ELSEVIER EDITORA LTD, 2015.

NIELSEN, JAKOB. USABILIDADE NA WEB. Brasil: ELSEVIER EDITORA LTD, 2007.



Projeto 10: Projeto Integrador do COCST para Mudanças Ambientais

Subprojeto 10.2: Análise sistêmica sócio-ecológica de impactos no Cerrado e Caatinga

10.2.1 – Introdução

O Brasil conta com importantes instituições governamentais que atuam nas temáticas ambiental e socioeconômica com foco disciplinar, trabalhando de forma individualizada nessas diferentes disciplinas. No caso do COCST/INPE, o estudo dessa temática ocorre em contextos multi e transdisciplinares, com vistas à solução de problemas decorrentes das mudanças ambientais globais, buscando contribuir ao desenvolvimento sustentável que concilie o funcionamento integrado das esferas econômica, social e ambiental. O Centro de Ciência do Sistema Terrestre - COCST desenvolve, dentro do Objetivo Estratégico 10 do Plano Diretor do INPE, pesquisas que auxiliam na formulação de cenários de mudanças climáticas e ambientais futuras, que incluem além do ambiente físico as componentes socioeconômicas, contribuindo, por exemplo, ao cumprimento das metas assumidas pelo país em relação aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, da ONU.

Dentre as várias ações de pesquisas realizadas no COCST, destacam-se os diversos esforços colaborativos no desenvolvimento de arcabouços computacionais de modelagem dos diferentes componentes do Sistema Terrestre, assim como parametrização de modelos existentes. Para calibração e validação desses modelos, atividades de coleta e sistematização de informações são centrais ao dia a dia do Centro. Adicionalmente, o CoCST trabalha em forte sinergia com ações do Ministério da C T I e C na condução de projetos relevantes à nação, como o SISMOI, o Projeto GEF Mata Atlântica, o Projeto FIP-Banco Mundial, o Inventário Nacional de Emissões de GEE à Convenção do Clima da ONU, em parceria com a REDE CLIMA, e a Determinação de Níveis de Referência de Emissões Florestais para o Mecanismo REDD+, para citar alguns. Algumas outras atividades do Centro que fazem a ponte entre o desenvolvimento da modelagem com o diagnóstico socioambiental no país, são projetos de longa duração como o International Nitrogen Management System em parceria com a UNEP, e projetos com financiamento de agências de fomento como FAPESP, CAPES, CNPq. Relatórios internacionais de levantamento, compilação e análises de dados científicos, como os conduzidos pelo IPCC, IPBES e o IAI, tem contribuição direta dos pesquisadores e da pesquisa desenvolvida pelo COCST, sendo um excelente indicador da relevância e envolvimento proativo do Centro.

Existe uma carência de estudos acerca das causas e consequências de longo prazo relacionadas com as atividades humanas. Neste sentido, este projeto visa contribuir com este tipo conhecimento e tem como objetivo principal a identificação de estágios de equilíbrio de



sistemas sócio-ecológicos e de possíveis rupturas dos mesmos nos biomas do Cerrado e Caatinga. Este subprojeto consta no Projeto 10 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE.

10.2.2 - Objetivo Geral

O projeto tem como o **objetivo geral** o desenvolvimento de modelos de dinâmica de sistema que tenham interface com principais pressões antrópicas nos biomas Cerrado e Caatinga. Deverão ser contempladas variáveis e indicadores sócio-ecológicas existentes em fontes secundárias e produzidas pelo CCST. Os modelos produzidos poderão servir como entrada de cenários elaborados pelo CCST e, conseqüentemente, terá respectivas projeções para o futuro. A identificação de ruptura de estágios de equilíbrio deverá ser observada a partir das variáveis dinâmicas e deverá ser encaminhada para estudos no CCST para avaliação de trajetórias de sustentabilidade.

Para atingir o objetivo geral do projeto aqui descrito serão desenvolvidas as seguintes atividades dentro dos seguintes **objetivos específicos**:

1 – Discussão sobre literatura e análise de indicadores e variáveis que possam remeter a sistemas sócio-ecológicos, estágios de equilíbrio, capacidade de carga, histerese, tendo como perspectiva a trajetória para sustentabilidade e o nexos das seguranças hídrica, alimentar e energética.

2 – Gerar modelos de dinâmica de sistema considerando os principais casos de Pressão-Estado-Resposta identificados no conjunto de municípios dos biomas Cerrado e Caatinga, e, considerando um só município presente em um destes biomas.

3 – Elaborar projeções dos modelos de dinâmica de sistema considerando cenários do CCST e identificar pontos de ruptura de estágios de equilíbrio.

10.2.3 - Insumos

10.2.3.1 – Custeio

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



10.2.3.2 – Bolsas

Código	Graduação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
10.2.1	Formação em Geografia, Tecnologia, Ciência da Informação, Engenharias, 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.	Conhecimentos em dinâmica de sistemas	1, 2 e 3	DC	60	1

10.2.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
<p>Atividade 1: Explorar, identificar e avaliar possíveis padrões na literatura de estágios de equilíbrio, desequilíbrio, capacidade de carga e histerese de sistemas sócioecológicos na Caatinga e Cerrado</p>	1	<p>Nº de Apresentações sobre possíveis padrões de equilíbrio e desequilíbrio, capacidade de carga e histerese, em sistemas socioecológicos na Caatinga e Cerrado, baseado na literatura.</p> <p>*Nº Relatório sobre possíveis padrões de equilíbrio e desequilíbrio, capacidade de carga e histerese, em sistemas socioecológicos na Caatinga e Cerrado, baseado na literatura.</p>	<p>01 Apresentação sobre trajetória da sustentabilidade no nexo das seguranças hídrica, alimentar e energética.</p> <p>01 Relatório com impressões dos participantes após a apresentação sobre trajetória da sustentabilidade no nexo das seguranças hídrica, alimentar e energética.</p> <p>01 Apresentação sobre sistemas sócio-ecológicos, estágios de equilíbrio/desequilíbrio , capacidade de carga e Histerese.</p> <p>01 Relatório com impressões dos participantes após apresentação sobre sistemas sócio-ecológicos, estágios de equilíbrio/desequilíbrio , capacidade de carga e Histerese</p>					



<p>Atividade 2: Identificar e analisar variáveis e indicadores socioecológicos de dados secundários que remetem a padrões de equilíbrio/desequilíbrio no recorte espacial municipal para a Caatinga e Cerrado e se para 1 município (escala local)</p>	<p>1</p>	<p>* Tabulação de indicadores e variáveis secundárias socioecológicas a nível espacial</p> <p>* Nº de testes de correlação, correlação espacial e de distribuição entre os indicadores e variáveis</p> <p>* Nº de entrevistas com atores locais</p> <p>* Nº de relatórios</p> <p>* Nº de publicações submetidas</p>		<p>01 Apresentação sobre análise das variáveis secundárias socioecológicas para municípios do Cerrado e Caatinga</p> <p>01 Relatório de análise das variáveis secundárias socioecológicas para municípios do Cerrado e Caatinga, contemplando tabulação, testes de correlação e distribuição.</p>	<p>01 Apresentação da entrevistas a atores locais (escala local) visando a identificação de variáveis e indicadores socioecológicos</p> <p>01 Relatório de análise de indicadores e variáveis secundárias socioecológicas para escala local.</p>		
<p>Atividade 3: Parametrizar modelos de dinâmica de sistema com as variáveis/indicadores que remetem aos principais casos de pressão-estado-resposta sócio-ecológicas.</p>	<p>2</p>	<p>* Nº de modelos de dinâmica sistema conforme os principais casos de pressão-estado-resposta.</p> <p>* Nº de apresentações</p> <p>* Nº de relatórios</p> <p>* Nº de publicações submetidas</p>			<p>01 Modelo de dinâmica de sistema para os principais estados casos de pressão-estado-resposta, no recorte espacial municipal para a Caatinga e Cerrado</p> <p>01 Modelo de dinâmica de sistema para os principais estados casos de pressão-estado-resposta, no recorte espacial municipal para a para o caso da escala local.</p>		



<p>Atividade 4: Projetar</p> <p>o modelo dinâmica de sistema conforme possíveis cenários e identificar possíveis rupturas de equilíbrio.</p>	3	<p>* Nº de modelos de dinâmica de sistema conforme cada cenário para a Caatinga e Cerrado</p> <p>* Nº de apresentações</p> <p>* Nº de relatórios</p> <p>* Nº de publicações submetidas</p>				<p>01 Projeção para cada caso de cenário e modelo, considerando Caatinga e Cerrado e escala local.</p> <p>01 Apresentação com discussão sobre casos de ruptura de equilíbrio, histerese e trajetórias para sustentabili de.</p> <p>01 relatório com impressões dos participantes após apresentação sobre casos de ruptura de estágios de equilíbrio, histerese e trajetórias para sustentabili de.</p>
--	---	--	--	--	--	--

10.2.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre										
	2019		2020		2021		2022		2023		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
1. Explorar, identificar e avaliar possíveis padrões na literatura de estágios de equilíbrio, desequilíbrio, capacidade de carga e histerese de sistemas sócioecológicos na Caatinga e Cerrado											
1.1 Apresentação sobre trajetória da sustentabilidade nonexo dasseguranças hídrica, alimentar e energética.											
1.2 Relatório com impressões dos participantes após a apresentação sobre trajetória da sustentabilidade nonexo dasseguranças hídrica, alimentar e energética.											
1.3 Apresentação sobre sistemas sócio-ecológicos, estágios de equilíbrio/desequilíbrio, capacidade de carga e Histerese.											
1.4 Relatório com impressões dos participantes após apresentação sobre sistemas sócio-ecológicos, estágios de equilíbrio/desequilíbrio, capacidade de carga e Histerese											

<p>2. Identificar e analisar variáveis e indicadores socioecológicos de dados secundários que remetem a padrões de equilíbrio/desequilíbrio no recorte espacial municipal para a Caatinga e Cerrado e se para 1 município (escala local)</p>										
<p>2.1 Apresentação sobre análise das variáveis secundárias socioecológicas para municípios do Cerrado e Caatinga</p>										
<p>2.2 Relatório de análise das variáveis secundárias socioecológicas para municípios do Cerrado e Caatinga, contemplando tabulação, testes de correlação e distribuição.</p>										
<p>2.3 Apresentação da entrevistas a atores locais (escala local) visando a identificação de variáveis e indicadores socioecológicas</p>										
<p>2.4 Relatório de análise de indicadores e variáveis secundárias socioecológicas para escala local</p>										
<p>3. Parametrizar modelos de dinâmica de sistema com as variáveis/indicadores que remetem aos principais casos de pressão-estado-resposta sócio-ecológicas.</p>										
<p>3.1 Modelo de dinâmica de sistema para os principais estados casos de pressão-estado-resposta, no recorte espacial municipal para a Caatinga e Cerrado</p>										
<p>3.2 Modelo de dinâmica de sistema para os principais estados casos de pressão-estado-resposta, no recorte espacial municipal para a para o caso da escala local.</p>										
<p>4. Projetar o modelo dinâmica de sistema conforme possíveis cenários e identificar possíveis rupturas de equilíbrio.</p>										



10.2.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
<p>Produto 1: Relatório de análise sobre estágios de equilíbrio, desequilíbrio, capacidade de carga e histerese de sistemas sócioecológicos na Caatinga e Cerrado</p>	1	<p>Indicador 1: Nº de Apresentações sobre possíveis padrões de equilíbrio e desequilíbrio, capacidade de carga e histerese, em sistemas socioecológicos na Caatinga e Cerrado, baseado na literatura.</p> <p>Indicador 2: Nº Relatórios sobre possíveis padrões de equilíbrio e desequilíbrio, capacidade de carga e histerese, em sistemas socioecológicos na Caatinga e Cerrado, baseado na literatura</p>	02 Apresentações e 02 relatórios					



<p>Produto 2: Relatório sobre análise descritiva de variáveis e indicadores socioecológicos de dados secundários que remetem a padrões de equilíbrio/desequilíbrio no recorte espacial municipal para a Caatinga e Cerrado e se para 1 município (escala local)</p>	<p>1</p>	<p>Indicador 1: Tabulação de indicadores e variáveis secundárias socioecológicas a nível espacial</p> <p>Indicador 2: Nº de entrevistas com atores locais</p> <p>Indicador 3: Nº de testes de correlação, correlação espacial e de distribuição entre os indicadores e variáveis</p> <p>Indicador 3: Nº de relatórios</p> <p>Indicador 4: Nº de publicações submetidas</p>		<p>02 Relatórios de análise das variáveis secundárias socioecológicas para municípios do Cerrado e Caatinga</p>	<p>Entrevistas a atores locais (escala local) visando a identificação de variáveis e indicadores socioecológicas</p> <p>01 Relatório de análise de indicadores e variáveis secundárias socioecológicas para escala local.</p>		
<p>Produto 3: Relatório sobre o funcionamento dos modelos de dinâmica de sistema gerados gerados, que remetem aos principais casos de pressão-estado-resposta sócio-ecológicas. Deve-se contemplar as entradas, reservas, fluxos e métricas de desempenho.</p>	<p>2</p>	<p>Indicador 1: Nº de modelos de dinâmica de sistema conforme os principais casos de pressão-estado-resposta.</p> <p>Indicador 2: Nº de apresentações</p> <p>Indicador 3: Nº de relatórios</p> <p>Indicador 4: Nº de publicações submetidas</p>			<p>01 Modelo de dinâmica de sistema para os principais estados casos de pressão-estado-resposta, no recorte espacial municipal para a Caatinga e Cerrado, e para o caso de dois municípios.</p>		



<p>Produto 4: Relatório contemplando as projeções de variáveis consideradas e identificando possíveis rupturas de equilíbrio, conforme possíveis cenários elaborados por outro grupo.</p>	3	<p>Indicador 1: Nº de modelos de dinâmica de sistema conforme cada cenário para a Caatinga e Cerrado</p> <p>Indicador 2: Nº de apresentações</p> <p>Indicador 3: Nº de relatórios</p> <p>Indicador 4: Nº de publicações submetidas</p>					01 Modelo com projeção de dinâmica de sistema para cada caso de cenário, considerando o Caatinga e Cerrado e para o caso de dois municípios.
---	---	--	--	--	--	--	--

10.2.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Resultado 1: Ampliação do conhecimento no CCST sobre dinâmica de sistema e particularidades da dinâmica socioecológica da Caatinga e Cerrado	1	Indicador 1: nº de Apresentações no CCST	02 Apresentações					



<p>Resultado 2: Acesso a variáveis e indicadores socioecológicos e de dados secundários, com devidas importâncias, que remetem a padrões de equilíbrio/desequilíbrio no recorte espacial municipal para a Caatinga e Cerrado e para 1 município (escala local). Estes dados também servirão para outras temáticas do Projeto Fapesp, sobretudo para a geração dos cenários.</p>	<p>1</p>	<p>Indicador 1: * Tabulação de indicadores e variáveis secundárias socioecológicas a nível espacial * Nº de relatórios * Nº de publicações submetidas</p>	<p>01 Planilha em Banco de Dados contendo indicadores e variáveis secundárias socioecológicas a nível espacial para Cerrado e Caatinga</p>	<p>01 Planilha em Banco de Dados contendo indicadores e variáveis secundárias socioecológicas para escala local. 02 Relatórios</p>	<p>01 Publicação submetida</p>		
<p>Atividade 3: Apresentação e disponibilização dos modelos dinâmica de sistema que remetem aos principais casos de pressão-estado-resposta sócio-ecológicas.</p>	<p>2</p>	<p>* Nº de apresentações * Nº de arquivos disponibilizados dos modelos de dinâmica de sistema * Nº de relatórios</p>				<p>01 Modelo de dinâmica de sistema para os principais estados casos de pressão-estado-resposta, no recorte espacial municipal para a Caatinga e Cerrado, e para o caso de dois municípios.</p>	



Atividade 4: Apresentação e disponibilização dos resultados das projeções do modelo dinâmica de sistema, conforme possíveis cenários	3	* Nº de apresentações * Nº de arquivos disponibilizados das projeções de dinâmica de sistema * Nº de relatórios					01 Modelo com projeção de dinâmica de sistema para cada caso de cenário, considerando o Caatinga e Cerrado e para o caso de dois municípios.
---	---	---	--	--	--	--	--

10.2.8 - 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			
	C	3.380,00	60	1	202.800,00
	D	2.860,00			
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					202.800,00



Equipe do Projeto

Gustavo Felipe Balue Arcoverde, POesquisador, COCST, INPE

Evandro, Abiach Branco, Pesquisador, COCST, INPE

Peter Man de Toledo, Pesquisador, COCST, INPE

Ana Paula Dutra Aguiar, Pesquisadora, COCST, INPE

Referências Bibliográficas

SCHEFFER, M. **Critical Transitions in Nature na Society**. Princeton University Press, NJ, 2009.



Projeto 10: Projeto Integrador do COCST para Mudanças Ambientais

Subprojeto 10.3: Desenvolvimento de modelagem que calcule a vulnerabilidade à malária, utilizando as características biológicas do *Anopheles* (vetor da malária), em conjunto com as dimensões sociais, econômicas, geográficas, hidrográficas e climáticas.

10.3.1 – Introdução

O desenvolvimento econômico trouxe prosperidade e bem-estar para os seres humanos. A conquista desses benefícios está fortemente ligada à exploração de recursos naturais, como energia, terra e água para produção agrícola, recursos hídricos, entre outros. Porém, o uso intensivo e até predatório desses recursos e dos serviços vitais dos ecossistemas pode estar colocando em risco a manutenção da qualidade de vida para as gerações futuras. Ainda não existe um adequado entendimento sobre as consequências da exploração predatória dos recursos naturais a longo prazo. O Brasil conta com importantes instituições governamentais que atuam nas temáticas ambiental e socioeconômica com foco disciplinar, trabalhando de forma individualizada nessas diferentes disciplinas. No caso do COCST/INPE, o estudo dessa temática ocorre em contextos multi e transdisciplinares, com vistas à solução de problemas decorrentes das mudanças ambientais globais, buscando contribuir ao desenvolvimento sustentável que concilie o funcionamento integrado das esferas econômica, social e ambiental.

Dentro dos objetivos do CCST está a formulação de cenários para um desenvolvimento nacional sustentável, fortemente embasado em redes de monitoramento de dados ambientais e modelagem do Sistema Terrestre, integrando e ampliando as competências do Centro. A malária é uma expressiva doença parasitária causada por protozoários do gênero *Plasmodium*, sendo que a principal via de transmissão é através da picada da fêmea do gênero *Anopheles* infectado com o *Plasmodium*, que se prolifera em regiões tropicais e subtropicais, sendo o Brasil com maior número de casos de malária no continente americano. Está presente principalmente na Amazônia devido às suas condições climáticas, com hidrografia abundante, chuvas e enchentes frequentes, que favorecem aos criadouros dos vetores. Somente no Brasil, de 2003 a 2017, foram infectadas pela doença 4.647.373 pessoas, conforme informações fornecidas pelo Sistema de Informações de Vigilância Epidemiológica - SIVEP MALÁRIA do Ministério da Saúde. Este projeto está inserido na área temática do CCST/INPE: Modelagem do Sistema Terrestre e Projeção, relacionado ao item 10.4 do Planejamento Estratégico do INPE: geração de cenários do sistema terrestre. Neste contexto, este projeto resume-se no desenvolvimento de uma modelagem que calcule a vulnerabilidade à malária, utilizando as características biológicas e o ciclo de vida do *Anopheles*, em conjunto com as dimensões sociais, econômicas, geográficas, hidrológicas e climáticas dos municípios brasileiros que ocorreram a epidemia. Como resultado do projeto, gestores públicos, profissionais de saúde e a população terão conhecimento antecipado das épocas e áreas geográficas do país vulneráveis à epidemia. Este subprojeto consta no Projeto 10 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE.



Tendo em vista que de 2003 a 2017 foram infectadas pela doença 4.647.373 brasileiros, causando impactos socioeconômicos ao país, representando uma grande carga da sua receita e mais esforços dos serviços de saúde locais, este projeto propõe o desenvolvimento de uma modelagem inovadora que calcule a vulnerabilidade à malária, utilizando as características biológicas e o ciclo de vida do *Anopheles*, em conjunto com as dimensões sociais, econômicas, geográficas, hidrológicas e climáticas dos municípios brasileiros que ocorreram a epidemia.

Como resultado do projeto, gestores públicos, profissionais de saúde e a população terão conhecimento antecipado das épocas e áreas geográficas do país vulneráveis à epidemia. Entre outras, as principais atividades do profissional para este projeto são: i) Levantar e manter atualizado o número de pessoas infectadas diariamente por malária, entre 2003/2017 e 2003/2020, segundo os municípios brasileiros onde ocorreu a epidemia; ii) Levantar informações sociais, econômicas, geográficas e hidrológicas dos municípios brasileiros onde ocorreu a epidemia de malária; iii) Levantar os dados de precipitação, umidade e temperatura que ocorreram, entre 2003/2017 e 2003/2020, segundo os municípios brasileiros onde ocorreu a epidemia, com frequente atualização; iv) Mineração de todas as informações obtidas, utilizando banco de dados com consultas em *MySQL*, e georreferenciamento/espacialização de dados para a produção de mapas, gráficos e tabelas para avaliação crítica; v) Estudar o ciclo de vida dos mosquitos do gênero *Anopheles* (vetores da malária). Correlação ampla do ciclo de vida do *Anopheles* com todos os dados levantados, para a criação da modelagem que calcula a vulnerabilidade à malária dos municípios brasileiros onde ocorreu a epidemia; e vi) Elaboração de *papers* e palestras científicas sobre o projeto desenvolvido, para publicação e difusão dos resultados em congressos, jornais e revistas especializados a níveis nacional e internacional.

10.3.2 - Objetivo Geral

O objetivo geral do projeto é formular cenários para um desenvolvimento nacional sustentável, fortemente embasado em redes de monitoramento de dados ambientais, abordagens participativas e modelagem do Sistema Terrestre.

Objetivo geral será atingido seguindo o desenvolvimento dos seguintes **objetivos específicos**:

1. Levantar dados quantitativos resultantes de trabalhos de campo e incorporar dados provenientes de outras instituições e/ou projetos, como imagens de sensoriamento remoto, dados censitários do IBGE, bem como do MS, CONAB, ICMBio, EMBRAPA, IPCC, UNEP, MS, MMA, entre outros, para estudar as relações existentes entre o número de pessoas infectadas por malária com as dimensões sociais, econômicas, ambientais e climatológicas de todos os municípios brasileiros de ocorrência da epidemia.
2. Mineração e georreferenciamento de todos os dados obtidos para análise e avaliação crítica, que inter-relacionados com as dimensões sociais, econômicas,



ambientais e climatológicas de todos os municípios brasileiros de ocorrência da malária, propiciará a geração de indicadores da epidemia;

3. Avaliar o ciclo de vida dos mosquitos do gênero *Anopheles* (vetores da malária), correlacionando-o com os dados levantados e minerados, explorando abordagens interdisciplinares e integradoras; e
4. Desenvolvimento da modelagem que calculará a vulnerabilidade dos municípios brasileiros à malária.

10.3.3 - Insumos

10.3.3.1 – Custeio

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

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 Biologia, Engenharia, Agrônômica, Engenharia Ambiental, Engenharia Bioquímica, Engenharia Química ou áreas afins e experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação.	Experiência em sistemas de informação geográfica (SIG), software estatístico R, bem como em sistemas operacionais Windows e Linux, e no Pacote Office. Inglês avançado.	1, 2, 3 e 4	DD	60	1

10.3.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
1. Levantar e manter atualizado o número de pessoas infectadas diariamente por malária, entre 2003/2017 e 2003/2020, segundo os municípios brasileiros onde ocorreu a epidemia.	1 e 2	Nº de pessoas infectadas por malária a níveis: municipal, estadual, regional e Brasil (diário, mensal e anual).	Produzir um repositório de dados.					
2. Levantar informações sociais, econômicas, geográficas e hidrológicas dos municípios brasileiros onde ocorreu a epidemia de malária.	1 e 2	Indicadores socioeconômicos, geográficos e hidrológicos dos locais de ocorrência da malária.	Produzir um repositório de dados.					
3. Levantar os dados de precipitação, umidade e temperatura que ocorreram, entre 2003/2017 e 2003/2020, segundo os municípios brasileiros onde ocorreu a epidemia, com frequente atualização.	1 e 2	Indicadores climatológicos dos locais de ocorrência da malária (diário, mensal e anual).		Produzir um repositório de dados.				



<p>4. Mineração de todas as informações obtidas, utilizando banco de dados com consultas em <i>MySQL</i>, e Georreferenciamento / espacialização de dados para a produção de mapas, gráficos e tabelas para avaliação crítica e validação do modelo.</p>	<p>2</p>	<p>Mapas e gráficos informativos sobre a situação da epidemia a níveis: municipal, estadual, regional e Brasil.</p>			<p>Desenvolver banco de dados, mineração e georreferenciar dados.</p>		
<p>5. Estudar o ciclo de vida dos mosquitos do gênero <i>Anopheles</i> (vetores da malária). Correlação ampla do ciclo de vida do <i>Anopheles</i> com todos os dados levantados, para a criação da modelagem que calcula a vulnerabilidade à malária dos municípios brasileiros onde ocorreu a epidemia.</p>	<p>2, 3 e 4</p>	<p>Desenvolver e validar modelagem: Vulnerabilidade à malária.</p>				<p>Desenvolver e validar modelagem</p>	
<p>6. Elaboração de <i>papers</i> e palestras científicas sobre o projeto desenvolvido, para publicação e difusão dos resultados em congressos, jornais e revistas especializados a níveis nacional e internacional.</p>	<p>2, 3 e 4</p>	<p>Elaboração de <i>papers</i> e de palestras científicas para publicação e difusão dos resultados em congressos, jornais e revistas a níveis nacional e internacional.</p>					<p>Elaboração de <i>papers</i> e palestras científicas</p>



10.3.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre										
	2019		2020		2021		2022		2023		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
1. Levantar o número de pessoas infectadas diariamente por malária, entre 2003/2017 e 2003/2020, segundo os municípios brasileiros onde ocorreu a epidemia, com atualização frequente.											
1.1 - Levantar o nº de pessoas infectadas por malária diariamente a nível municipal, estadual e Brasil											
1.2- Tratamento dos dados para indicadores diários, mensais e anuais.											
2. Levantar informações sociais, econômicas, geográficas e hidrológicas dos municípios brasileiros onde ocorreu a epidemia de malária, com atualização frequente.											
2.1 – Levantar indicadores socioeconômicos, geográficos e hidrológicos.											
3. Levantar os dados de precipitação, umidade e temperatura que ocorreram, entre 2003/2017 e 2003/2020, segundo os municípios brasileiros onde ocorreu a epidemia, com atualização frequente.											
3.1 – Indicadores climatológicos dos locais de ocorrência da malária (diário, mensal e anual).											
4. Mineração de todas as informações obtidas, com atualização frequente, utilizando banco de dados com consultas em MySQL, e Georreferenciamento / espacialização de dados para a produção de mapas, gráficos e tabelas para avaliação crítica.											

10.3.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Número de pessoas infectadas diariamente por malária, entre 2003/2017 e 2003/2020, com atualização frequente, segundo os municípios brasileiros onde ocorreu a epidemia.	1 e 2	Nº de pessoas infectadas por malária a níveis: municipal, estadual, regional e Brasil (diário, mensal e anual).	Produzir um repositório de dados.					
Indicadores sociais, econômicos, geográficos e hidrológicos dos municípios brasileiros onde ocorreu a epidemia de malária, com atualização frequente.	1 e 2	Indicadores socioeconômicos, geográficos e hidrológicos dos locais de ocorrência da malária.	Produzir um repositório de dados.					
Indicadores de precipitação, umidade e temperatura que ocorreram, entre 2003/2017 e 2003/2020, com atualização frequente, segundo os municípios brasileiros onde ocorreu a epidemia de malária.	1 e 2	Indicadores climatológicos dos locais de ocorrência da malária (diário, mensal e anual).		Produzir um repositório de dados.				



Mineração de todas as informações obtidas, com atualização frequente, utilizando banco de dados com consultas em <i>MySQL</i> , e Georreferenciamento / espacialização de dados para a produção de mapas, gráficos e tabelas para avaliação crítica.	2	Mapas e gráficos informativos sobre a situação da epidemia a níveis: municipal, estadual, regional e Brasil.			Minerar e georreferenciar/espacializar dados.		
Estudar o ciclo de vida dos mosquitos do gênero <i>Anopheles</i> (vetores da malária). Correlação ampla do ciclo de vida do <i>Anopheles</i> com todos os dados levantados, para a criação da modelagem que calcule a vulnerabilidade à malária dos municípios brasileiros de ocorrência da epidemia.	2, 3 e 4	Desenvolver e validar modelagem: Vulnerabilidade à malária.				Desenvolver e validar modelagem.	



Elaboração de <i>papers</i> e palestras científicas sobre o projeto desenvolvido, para publicação e difusão dos resultados em congressos, jornais e revistas especializados a níveis nacional e internacional.	2, 3 e 4	Elaboração de <i>papers</i> e palestras científicas sobre o projeto desenvolvido, para publicação e difusão dos resultados em congressos, jornais e revistas especializados a níveis nacional e internacional.				Realização de palestras científicas e publicação de <i>papers</i> sobre o projeto desenvolvido.	Realização de palestras científicas e publicação de <i>papers</i> sobre o projeto desenvolvido.
--	----------	--	--	--	--	---	---

10.3.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Número de pessoas infectadas diariamente por malária, entre 2003/2017 e 2003/2020, com atualização frequente, segundo os municípios brasileiros onde ocorreu a epidemia.	1 e 2	Nº de pessoas infectadas por malária a níveis: municipal, estadual, regional e Brasil (diário, mensal e anual).	Contatar o SIVEP – Malária do Ministério da Saúde, para a busca de dados					
Informações sociais, econômicas, geográficas e hidrológicas dos municípios brasileiros onde ocorreu a epidemia de malária, com atualização frequente.	1 e 2	Indicadores socioeconômicos, geográficos e hidrológicos dos locais de ocorrência da malária.	Pesquisar junto ao IBGE, ANA e outros órgãos, informações sociais, econômicas, geográficas e hidrológicas.					



Dados de precipitação, umidade e temperatura que ocorreram, entre 2003/2017 e 2003/2020, com atualização frequente, segundo os municípios brasileiros onde ocorreu a epidemia de malária.	1 e 2	Indicadores climatológicos dos locais de ocorrência da malária (diário, mensal e anual).		Pesquisar junto ao CPTEC, NCEP e demais órgãos, informações climatológicas.			
Mineração de todas as informações obtidas, com atualização frequente, utilizando banco de dados com consultas em MySQL, e Georreferenciamento / espacialização de dados para a produção de mapas, gráficos e tabelas para avaliação crítica.	2	Mapas e gráficos informativos sobre a situação da epidemia a níveis: municipal, estadual, regional e Brasil.			Gerar mapas e gráficos informativos sobre a situação da epidemia a diversos níveis geográficos.		
Pesquisar e estudar o ciclo de vida dos mosquitos do gênero <i>Anopheles</i> (vetores da malária). Correlação ampla do ciclo de vida do <i>Anopheles</i> com todos os dados levantados, para a criação da modelagem que calcule a vulnerabilidade à malária dos municípios brasileiros onde ocorreu a epidemia.	2, 3 e 4	Desenvolver e validar modelagem: Vulnerabilidade à malária.				Desenvolver e validar modelagem.	



Elaboração de <i>papers</i> e palestras científicas sobre o projeto desenvolvido, para publicação e difusão dos resultados em congressos, jornais e revistas especializados a níveis nacional e internacional.	2, 3 e 4	Elaboração de <i>papers</i> e palestras científicas sobre o projeto desenvolvido, para publicação e difusão dos resultados em congressos, jornais e revistas especializados a níveis nacional e internacional.				Elaboração de <i>papers</i> e palestras científicas .	Elaboraã o de <i>papers</i> e palestras científicas .
--	----------	--	--	--	--	---	---

10.3.8 - 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			
	C	3.380,00			
	D	2.860,00	60	1	171.600,00
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					171.600,00



Equipe do Projeto

Dr. Luiz Tadeu da Silva, Pesquisador, COCST, INPE

Dr. Marcelo Barbio Rosa, Tecnologista, COCPT, INPE

MSc. Alex de Almeida Fernandes, Tecnologista, COCPT, INPE

Referências

ASSIS, M. C.; GURGEL, H. C.; ANTONIO, B. M.; ANGELIS, C. F. Precipitação pluviométrica e a incidência de malária na bacia do rio Purus. In: XV CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 2008, São Paulo. Anais do XV CBMET. São Paulo: SBMET, 2008. pp. 1-6.

DUARTE, A. F. Aspectos da Climatologia do Acre, Brasil, com base no intervalo 1971 - 2000. Revista Brasileira de Meteorologia, v.21, n.3b, 2006. pp. 308-317.

FIOCRUZ. Malária. 2013. Disponível em:

<<https://agencia.fiocruz.br/mal%C3%A1ria>>. Acesso em: 12 abr. 2018.

SIVEP-MALÁRIA. SISTEMA DE INFORMAÇÕES DE VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA-MALÁRIA. Ministério da Saúde. Sistema Eletrônico do Serviço de Informação ao Cidadão (e-SIC). Dados recebidos via e-mail da Coordenação Geral do Programa Nacional de Controle da Malária - CGPNM/DEVEP/SVS/MS, através da Sr.^a Liana Reis Blume, em 08 nov. 2018.

PARENTE, A. T. Incidência de malária no Estado do Pará e suas relações com a variabilidade climática regional. 2007. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Museu Paraense Emílio Goeldi, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Belém, 2007. Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais.

TAKKEN, W.; VILARINHOS, P. T. R.; SCHNEIDER, P.; SANTOS, F. 2005. Effects of environmental change on malaria in the Amazon region of Brazil. In: TAKKEN, W.; MARTENS, P.; BOGERS, R. J. (Eds.). Environmental Change and Malaria Risk: Global and Local Implications. Wageningen: Springer, 2005. pp. 113-123.

WHO. World Health Organization. World Malaria Report 2017. Disponível em:

<<http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/259492/9789241565523-eng.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 12 abr. 2018.