



Chamada 04/2019 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. Nesta Chamada Pública haverá bolsas de longa duração 03 meses a 05 anos de vigência.

1.1 – Projetos de Pesquisa a serem apoiados:

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

CÓDIGO	PROJETO	MODALIDADE	LOCALIDADE
1.1.1	Projeto do Sistema TerraAPP_CAR a partir do Sistema TerraAPP	DA	São José dos Campos - SP
1.2.1	Estudo para criação do Sistema TerraHidro_3D	DD	São José dos Campos - SP
1.3.1	Luzes Noturnas SNPP-VIIRS na Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte.	DC	São José dos Campos - SP
1.4.1	Observação da Terra a serviço de sistemas de informação em saúde pública: hepatite A no Pará.	E-1	São José dos Campos - SP
3.1.1	Uso de base patentária como ferramenta para a identificação de trajetórias e tendências de desenvolvimentos tecnológicos envolvendo plataformas orbitais	E-1	São José dos Campos - SP
3.2.1	Inovação e transbordamento de tecnologia baseada em ativos de propriedade intelectual, especialmente patentes.	DB	São José dos Campos - SP
3.3.1	Cenários em inovação tecnológica	E-2	São José dos Campos - SP



4.1.1	Calibração e Testes de Qualificação do experimento ELISA/EQUARS	DA	São José dos Campos - SP
4.2.1	Estudo de superfícies e interfaces de materiais para tecnologia espacial e desenvolvimento de materiais catalíticos	DA	São José dos Campos - SP
4.3.1	Sistema de rastreamento e previsão de descargas elétricas atmosféricas a partir de técnicas de extrapolação espacial e temporal de imagens de satélite.	DB	São José dos Campos - SP
4.4.1	Integração Dinâmica de Bases de Dados de Aplicações Espaciais em Plataforma de Laboratório Virtual	DD	São José dos Campos - SP
4.5.1	Elaboração e montagem de parte do banco de testes do ICDH do Experimento ELISA/EQUARS	DD	São José dos Campos - SP
4.6.1	Projeto Plasma MAGnetizado - PMAG	DE	São José dos Campos - SP
4.7.1	Análise de Medidas e Elaboração da Documentação de Construção das Sondas Eletrostáticas do Satélite EQUARS	E-1	São José dos Campos - SP
4.8.1	Estudo Cinético Teórico da Hidrodehalogenação de Substâncias Depletoras da Camada de Ozônio	E-1	São José dos Campos - SP
4.9.1	Modelagem do Início da Decomposição de Monopropelente (HIDRAZINA) em Leito Catalítico Frio.	E-1	São José dos Campos - SP
4.10.1	Carbono vítreo reticulado modificado como substrato para filmes de diamante micro/ultrananocristalino dopado com boro	E-2	São José dos Campos - SP
4.11.1	Desenvolvimento do Compósito MoS ₂ /FC para Aplicação em Dispositivo de Conversão de Energia	E-2	São José dos Campos - SP
4.12.1	Revestimento de superfícies internas de tubos de alumínio ranhurado com filmes DLC para aplicações na área espacial	E-2	São José dos Campos - SP
4.13.1	Solidificação de Materiais em Microgravidade	E-2	São José dos Campos - SP
5.1.1	Desenvolvimento do software de redução de dados do instrumento SPARC4	DB	São José dos Campos



5.2.1	Definição de cenários do ambiente espacial para modelagens magneto-hidrodinâmicas	DB	São José dos Campos - SP
5.3.1	Validação da Qualidade de Dados Eletromagnéticos para Obtenção de Modelos 3D de Distribuição da Condutividade Elétrica	DB	São José dos Campos - SP
5.4.1	Desenvolvimento de instrumentação e software de análise de dados para os projetos protoMIRAX e nanoMIRAX/LECX.	DA	São José dos Campos - SP
5.5.1	Estudo da ocorrência de ELTs no continente Americano no âmbito da rede LEONA e sua influência na ionosfera	DA	São José dos Campos - SP
5.6.1	Desenvolvimento e integração de equipamentos da rede LEONA	DD	São José dos Campos - SP
5.7.1	Desenvolvimento de softwares para funcionamento da rede LEONA	DD	São José dos Campos - SP
5.8.1	Estudo de fenômenos transientes solares	E-1	São José dos Campos - SP
7.1.1	Climatologia Numérica Regional no INPE/Eusébio	E-2	Eusébio - CE
7.2.1	Software do Computador de Bordo do CubeSat CONASAT-0	DD	Natal - RN
7.3.1	Software da Estação Multimissão de Natal (EMMN)	DB	Natal - RN
7.3.2	Software da Estação Multimissão de Natal (EMMN)	DE	Natal - RN
7.4.1	Plataforma de Coleta de Dados Samanaú	DB	Natal - RN
7.4.2	Plataforma de Coleta de Dados Samanaú	DE	Natal - RN
7.4.3	Plataforma de Coleta de Dados Samanaú	DF	Natal - RN
7.5.1	Moduladores e Demoduladores Completamente Digitais para Transponder TT&C	DA	Eusébio - RN
7.6.1	Avaliação de Controle Robusto em	DC	Santa Maria - RS



	Subsistemas Elétricos de Potência para Cubesat.		
7.7.1	Aumento da acurácia do mapeamento dos remanescentes de vegetação do bioma Pampa	DB	Santa Maria - RS
9.1.1	Aprimoramento da modelagem de radiação solar por satélite no CPTEC e disseminação de produtos	DD	Cachoeira Paulista - SP
9.2.1	Aprimoramento da modelagem de radiação solar por satélite no CPTEC e disseminação de produtos	DD	Cachoeira Paulista - SP
9.3.1	Aprimoramento da modelagem de radiação solar por satélite no CPTEC e disseminação de produtos	DD	Cachoeira Paulista - SP
10.1.1	Simulação do Ecossistema Cerrado no modelo de vegetação dinâmica INLAND	DA	São José dos Campos - SP
10.2.1	Trade-off entre crescimento da vegetação e produção hídrica em áreas em diferentes estágios de regeneração da Mata Atlântica	E-2	São José dos Campos - SP
10.3.1	Mudanças climáticas no Cerrado brasileiro: suas origens e possíveis implicações para biodiversidade	E-1	São José dos Campos - 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 15/07 a 21/07/2019
Prazo para impugnação da Chamada	17/07/2019
Divulgação das inscrições homologadas	31/07/2019
Prazo para interposição de recurso administrativo das inscrições homologadas	02/08/2019
Divulgação final das inscrições homologadas	07/08/2019
Divulgação do resultado preliminar	A partir de 28/08/2019
Prazo para interposição de recurso administrativo do resultado preliminar	02 dias úteis após a divulgação do resultado preliminar
Resultado final (a ser ratificado pelo CNPq após indicação do bolsista na plataforma integrada Carlos Chagas)	Até dia 10/09/2019

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:

3.2.1.1 – Bolsa PCI-D

- a) Ser brasileiro ou estrangeiro residente e em situação regular no País;
- b) ter seu currículo cadastrado na Plataforma Lattes, **atualizado em julho 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 ou ser sócio administrador de empresa;

h) Não estar matriculado em curso de pós-graduação.

3.2.1.2 - Bolsa PCI-E

a) Não estar vinculado à instituição proponente; e,

b) Não ser aposentado pela instituição executora do projeto.

3.3 – Quanto à Instituição de Execução do Projeto:

3.3.1 – O projeto será executado nas unidades do INPE, instituição de execução do Subprograma de Capacitação Institucional, conforme indicado na tabela do item 1.1 desta Chamada. Seguem abaixo os endereços das unidades:

INPE – São José dos Campos (SP) - SEDE
Av. dos Astronautas, 1758 – Jardim da Granja
CNPJ: 01.263.896/0005-98
Caixa Postal: 515
CEP: 12227-010

INPE Cachoeira Paulista (SP)
Rodovia Presidente Dutra, km 40 SP/RJ
CNPJ: 01.263.896/0016-40
Caixa Postal: 01
CEP: 12630-970

INPE Santa Maria (RS)
Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais (RS) - CRCRS
Campus da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
Caixa Postal: 5021
CEP: 97105-970 Santa Maria, RS
Prédio INPE

INPE Natal (RN)
Centro Regional do Nordeste - CRCRN
Rua Carlos Serrano, 2073 - Lagoa Nova
CNPJ: 01.263.896/0007-50
CEP: 59076-740

INPE Eusébio (CE)
Centro Regional do Nordeste - CRCRN
Estrada do Fio, 5624-6140 – Mangabeira
CEP: 61760-000



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 E, nos seus diferentes 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_v4.pdf

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

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

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

6.3 – Esclarecimentos e informações adicionais acerca desta Chamada podem ser obtidos pelo endereço eletrônico pci.programa@inpe.br ou pelo telefone (12) 3208-7280 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 enviado por email como anexo, juntamente com o Currículo Lattes **atualizado julho em 2019** até a data limite para submissão da proposta. Inscrições enviadas sem o Currículo Lattes ou com data de atualização anterior a julho de 2019 não serão aceitas.

6.5 – Cada proponente poderá se candidatar a **no máximo 03** 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

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

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

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

7.1.1.1.1 – As informações contidas no campo “Breve Descrição da Experiência”, do formulário de inscrição, poderão ser utilizadas para análise da Comissão de Mérito, de forma complementar àquelas apresentadas no CV Lattes, instrumento essencial para análise e julgamento.

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

7.1.2 – Para estipulação das notas 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. A Comissão de Mérito poderá realizar entrevistas com todos candidatos inscritos para um mesmo subprojeto, caso julgue necessário.

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

- a) aprovação; ou
- b) não aprovação.

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

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 julho de 2019.

Maria Virgínia Alves
Chefe de Gabinete do INPE



Anexo I

Projeto 1 – Pesquisa e desenvolvimentos com base em dados de sensoriamento remoto aplicados à caracterização e monitoramento de ecossistemas do território nacional

SubProjeto 1.1: Projeto do Sistema TerraAPP_CAR a partir do Sistema TerraAPP

1.1.1 – 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. No Brasil há crescente demanda pelo incremento da preservação ambiental sustentável. O país tem se comprometido em promover ações para redução de emissão de carbono, inclusive em acordos internacionais.

Uma forma de preservação e/ou recuperação da cobertura vegetal está relacionada com as chamadas Áreas de Preservação Permanente (APP). A importância e a oportunidade de se trabalhar com APP se deve ao fato de sua área ter que ser preservada absolutamente, ou seja, não deve sofrer ação antrópica. Quando isto ocorre, a área deve ser recuperada, de acordo com o que consta na lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012, conhecida como "Novo Código Florestal Brasileiro".

Um aspecto importante é que uma APP sempre está vinculada a uma propriedade. A responsabilidade da preservação ou recuperação de APP é do proprietário da área onde ela se encontra. As propriedades rurais estão sendo declaradas no Cadastro Ambiental

Rural (CAR) por força de lei do governo federal. O proprietário deve declarar as áreas de preservação existentes em sua propriedade, APP inclusive. Como o CAR é declaratório, impõe-se a necessidade de desenvolvimento de ferramentas computacionais que possam auxiliar os serviços de fiscalização por parte dos órgãos competentes.

Neste contexto, propõe-se o projeto de um sistema para aperfeiçoamento do sistema TerraAPP, que calcula oito tipos de APP, para que, de forma semiautomática, possa verificar as informações declaradas no CAR, ou calcular APP onde for necessário. TerraAPP é um sistema de informação geográfica voltado para delimitação de APP, desenvolvido na DPI com financiamento da FINEP. Este sistema será chamado de TerraAPP_CAR. Embora direcionado para o CAR ele poderá ser empregado em outros tipos de comparação de objetos espaciais.

Situação atual da pesquisa no Instituto de Pesquisa

A DPI desenvolveu um sistema para delimitação de APPs denominado TerraAPP. Os tipos de APPs abordados foram: cursos d'água, nascentes, altitudes acima de 1800 metros, alta declividade, veredas, lagoas e lagoas, chapadas e escarpas, topos de morros e linhas de cumeada. Esta última deixou de ser APP com a promulgação do Novo Código Florestal Brasileiro, Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.

O projeto deste novo sistema visará a melhoria e o incremento de funcionalidades para que possa ser empregado em diferentes situações, particularmente, para que possa ser utilizado na verificação de propriedades declaradas no Cadastro Ambiental Rural (CAR). Para tanto, novas funções serão propostas. Dessa forma, o trabalho já realizado fará parte do projeto do sistema TerraAPP_CAR que permitirá, no futuro, o desenvolvimento e implementação deste sistema para que o usuário possa facilmente definir APPs e/ou verificar APPs já existentes.

1.1.2 - 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:Estudo dos sistemas TerraAPP e CAR

O bolsista deverá inicialmente estudar o sistema TerraAPP e as declarações e conceitos do CAR sobre APPs.

O TerraAPP foi desenvolvido para calcular APPs dentro de uma área delimitada, normalmente, de uma propriedade rural, considerando as particularidades presentes na Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. O CAR é declaratório, ou seja, o proprietário é o responsável pelas informações passadas ao CAR. Assim, torna-se imprescindível o desenvolvimento de ferramentas computacionais que possam auxiliar os órgãos competentes no seu trabalho de avaliação das informações declaradas. APPs, no caso desta proposta.

A primeira tarefa será estudar em detalhes o sistema TerraAPP. Isto implicará na execução de suas funções considerando facilidade de uso, clareza da interface, ocorrência de erros, entre outros aspectos. Em seguida verá conhecer detalhadamente o CAR, em particular os aspectos sobre APPs.

Objetivo Específico 2:Projeto do TerraAPP_CAR

O projeto deste sistema deverá permitir a inserção dos dados do CAR de forma mais automática possível no sistema proposto. Um modelo conceitual para representação dos dados também constará nesta proposta. Este modelo será fundamental para a ligação entre o CAR e o TerraAPP. Uma proposta de interface para o TerraAPP_CAR será elaborada, bem como as funções responsáveis pela comparação dos resultados de APP obtidos pelo TerraAPP e os declarados no CAR. A interface será implementada.

1.1.3 - Insumos

1.1.3.1 – Custeio

Não há previsão de custeio para esta proposta.

1.1.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
1.1.1	Formação em Ciências da Computação, Superior de Tecnologia 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. Graduação com experiências correspondentes	Experiência no uso da linguagem C++ e da biblioteca TerraLib.	1	D-A	3	1

1.1.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Outubro/2019	Novembro/2019	Dezembro/2019
1. Estudo do sistema do TerraAPP	1	<ul style="list-style-type: none"> * Leitura dos artigos que utilizam o TerraAPP * Estudo das interfaces do TerraAPP * Estudo de ferramentas para criação de interfaces 	Produzir um relatório com o trabalho desenvolvido		
2. Estudo do CAR, em especial sobre APP	1	* Identificação dos procedimentos para seleção dos dados de APP do CAR	Descrição dos procedimentos do CAR		
3. Determinação dos relacionamentos entre CAR e TerraAPP	2	* Levantamento dos pontos de relacionamentos entre os dois sistemas		Relacionamentos definidos	

4. Proposta de interface, modelo de dados e ligação TerraAPP e CAR	2	* Estruturação do sistema TerraAPP_CAR de acordo com os itens definidos nesta atividade * Relatório do trabalho desenvolvido neste objetivo específico			Proposta do TerraAPP_CAR definida Relatório final
--	---	---	--	--	--

1.1.5 – Cronograma de Atividades

Atividades			
	10/2019	11/2019	12/2019
1. Estudo do sistema do TerraAPP	■ ■		
1.1 – Leitura dos artigos que utilizam o TerraAPP	■ ■		
1.2- Estudo das interfaces do TerraAPP	■ ■		
1.3- Estudo de ferramentas para criação de interfaces	■ ■		
2. Estudo do CAR, em especial sobre APP		■ ■	
2.1 – Identificação dos procedimentos para seleção dos dados de APP do CAR		■ ■	
3. Determinação dos relacionamentos entre CAR e TerraAPP		■ ■	
3.1 – Levantamento dos pontos de relacionamentos entre os dois sistemas		■ ■	



Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	10/2019	11/2019	12/2019
1. Utilização das idéias e da proposta do TerraAPP_CAR	1,2	* Número de universidades e órgãos que serão contatados para utilizar o sistema TerraAPP_CAR, futuramente			1 Universidade e a Agência Nacional de Águas

1.1.8 - Recursos Solicitados

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00	3	1	15.600,00
	B	4.160,00			
	C	3.380,00			
	D	2.860,00			
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					15.600,00

Equipe do Projeto

Sergio Rosim - INPE

João Ricardo de Freitas Oliveira - Colaborador Voluntário

Henrique Rennó – Doutorando INPE

Projeto 1 – Pesquisa e desenvolvimentos com base em dados de sensoriamento remoto aplicados à caracterização e monitoramento de ecossistemas do território nacional

Subprojeto 1.2: Estudo para criação do Sistema TerraHidro_3D

1.2.1 – 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 uma 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. No Brasil há crescente demanda pelo incremento da preservação ambiental sustentável. O país tem se comprometido em promover ações para redução de emissão de carbono, inclusive em acordos internacionais.

Uma parte da DPI se ocupa de desenvolvimento de sistemas de informações geográficas customizados, ou seja, para solução de uma gama de problemas delimitada. Este é o caso 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 de 1.400.000 km². Isto se deu pela qualidade dos seus resultados, notadamente, na extração das redes de drenagens e suas bacias hidrográficas.

TerraHidro continua sendo desenvolvido, inclusive com uma bolsa PCI que foi implementada a partir de junho passado, por 3 anos. Porém, continuará a ser um sistema onde o usuário poderá manipular e visualizar somente dados em 2D, no plano. Sistemas

deste tipo são utilizados por especialistas, por usuários não especialistas, para ensino e até para turismo. Neste contexto, a visualização 3D torna-se importante, pois permite apreciar e entender melhor o contexto geográfico de interesse. O TerraHidro_3D pretende colocar a drenagem e bacias hidrográficas no contexto 3D.

Propõe-se, nesta proposta, o estudo das ferramentas computacionais 3D. Instalaremos e testaremos aquelas que foram grátis. Além disso, vamos confrontá-las com as nossas necessidades para ver o que precisaremos para ter um sistema potencializado, em relação ao que já está disponível.

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.

Atualmente, o TerraHidro está sendo desenvolvido em módulo interface para a versão 5 da TerraLib, dotando-a de novas funcionalidades. Esta proposta visa incrementar futuramente o potencial de utilização do TerraHidro com visualização e edição 3D.

1.2.2 - 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: Levantamento das ferramentas 3D existentes

A primeira tarefa será busca por todas as ferramentas que tratam de visualização e edição 3D. O levantamento de suas características e sua possibilidade de emprego no ambiente de desenvolvimento do TerraHidro. Aquelas que foram grátis e puderem ser implementadas serão testadas.

Objetivo Específico 2: Proposta de desenvolvimento do TerraHidro 3D

Para atender este objetivo as atividades a serem desenvolvidas serão aquelas que mais se adequam ao TerraHidro e o levantamento da funcionalidade que desejamos inserir no sistema que não estarão contempladas nas ferramentas já existentes. No final da bolsa uma proposta de um sistema que trate de edição e visualização 3D, chamado aqui de TerraHidro_3D será descrita.

1.2.3 - Insumos

1.2.3.1 – Custeio

Não há.

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 Ciências da Computação ou áreas afins e experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação.		1	D-D	3	1

1.2.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Outubro/2019	Novembro/2019	Dezembro/2019
1. Levantamento das ferramentas 3D existentes	1	* Busca por ferramentas computacionais 3D	Lista das ferramentas encontradas		
2. Descrição de cada ferramenta	1	* Descrição das funções de cada ferramenta	Listagem de funcionalidades		
3. Teste computacional das ferramentas de livre acesso	1	* Teste da ferramentas open source	Testes computacionais		
4. Descrição das funcionalidade pretendidas para o TerraHidro_3D	2	* Estruturação das funções pretendidas pelo TerraHidro par se tornar 3D		Listagem da funções pretendidas	
5. Proposta do TerraHidro_3D	2	* Elaboração da proposta TerraHidro_3D			Proposta elaborada

1.2.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	10/2019				11/2019				12/2019			
1. Levantamento das ferramentas 3D existentes	■	■										
1.1 – Busca por ferramentas computacionais 3D	■	■										
2. Descrição de cada ferramenta			■	■								
2.1 – Descrição das funções de cada ferramenta			■	■								
3. Teste computacional das ferramentas de livre acesso					■	■						
3.1 – Teste da ferramentas open source					■	■						
4. Descrição das funcionalidade pretendidas para o TerraHidro_3D							■	■				
4.1 – Estruturação das funções pretendidas pelo TerraHidro par se tornar 3D							■	■				
5. Proposta do TerraHidro_3D									■	■	■	■
5.1 – Elaboração da proposta erraHidro_3D									■	■	■	■



1.2.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	10/2019	11/2019	12/2019
1. Descrição das ferramentas existentes	1	* Relatório contendo a descrição das ferramentas 3D existentes	Ferramentas catalogadas		
2. Elenco de funções novas propostas	1	* Relatório descrevendo as funções que serão no futuro implementadas no TerraHidro_3D		Funcionalidad e definida	
3. projeto do TerraHidro_3D	2	* Relatório descrevendo o TerraHidro_3D			TerraHidro_3D projetado

1.2.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	10/2019	11/2019	12/2019
1. Proposta do TerraHidro_3D	1,2	* Número de universidades e órgãos que serão contatados para utilizar o sistema TerraHidro_3D, futuramente			1 Universidade e a Agência Nacional de Águas



1.2.8 - 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			
	D	2.860,00	3	1	8.580,00
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					8.580,00

Equipe do Projeto

Sergio Rosim - INPE

João Ricardo de Freitas Oliveira - Colaborador voluntário

Henrique Rennó – Doutorando INPE

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: Luzes Noturnas SNPP-VIIRS na Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte.

1.3.1 – 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

Imagens de sensoriamento remoto de Luzes Noturnas propiciam observações da distribuição humana e das dinâmicas socioeconômicas através do monitoramento e detecção de luzes artificiais de origem antropogênica presentes na superfície da Terra (ELVIDGE et al., 2013; WANG et al., 2019). Por registrar uma variedade de atividades sociais e econômicas, os dados de luzes noturnas têm diversas aplicações, tanto em escala global, quanto regional e local, para estimação de densidade populacional (AMARAL et al., 2005; AMARAL et al., 2006), análise do crescimento e expansão urbanos (ZHUO, et al., 2006; ZHANG e SETO, 2011; LIU et al., 2012; ZHOU et al., 2015), estimativas de consumo de energia elétrica (ELVIDGE et al., 1997; LETU et al., 2010), urbanização e seus impactos (HUILEI et al., 2017), entre outras aplicações.

O satélite SNPP (*Suomi National Polar-orbiting Partnership*), lançado em 2011, contém entre seus sensores o VIIRS - *Visible Infrared Imaging Radiometer Suite*, um radiômetro de varredura mecânica que adquire imagens diurnas e noturnas com o objetivo de observação das nuvens e de outras variáveis da superfície terrestres (CAO et al., 2014). Este sensor possui 22 bandas espectrais, sendo a banda *Day/Night Band* (DNB) utilizada na detecção de Luzes Noturnas, com resolução espacial de 500 m, sensibilidade de radiância de 0,02 a $3 \times 10^{-9} \text{ W.cm}^{-2}.\text{sr}^{-1}.\mu\text{m}^{-1}$ e resolução radiométrica de 14 bits.

No Brasil, alguns trabalhos têm avaliado os dados de Luzes Noturnas para estudar o processo de ocupação do território (AMARAL et al., 2005; AMARAL et al., 2006; AMARAL et al., 2015; AMARAL et al., 2017; BRAGION et al., 2019; SANTOS et al., 2018) e ainda para estimativas populacionais (DÓRIA et al., 2016; BARROS, 2017; BARROS et al., 2018). Para a estimativa da população urbana da Amazônia e da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), dados do sensor VIIRS apresentaram resultados satisfatórios, sendo indicado como um suporte para o “planejamento da oferta de infraestrutura e serviços públicos demandados pela população” (DÓRIA et al., 2016).

A Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVPLN) do estado de São Paulo é composta por 39 municípios, divididos em cinco sub-regiões: São José dos Campos (1), Taubaté (2), Guaratinguetá (3), Cruzeiro (4) e Caraguatatuba (5). Situada no eixo da Rodovia Presidente Dutra (BR-116). Comunicando duas das principais regiões metropolitanas do país, São Paulo (RMSP) e Rio de Janeiro (RMRJ),

a RMVPLN possui uma área total de 16.178 km² e concentra aproximadamente 5,13% do Produto Interno Bruto (PIB) paulista (EMPLASA, 2012). As sub-regiões da RMVPLN possuem dinâmicas populacionais e socioeconômicas variadas. Atividades predominantemente industriais e maior população urbana caracterizam a Sub-região 1, em contraste com a Sub-região 4, correspondente ao Vale Histórico, de menor PIB entre as regiões, menor população e caracterizada por atividades rurais e de turismo ecológico e histórico-cultural. No litoral, a Sub-região 5, além do turismo de veraneio, compreende atividades portuárias. Diante desta heterogeneidade, dados espaciais sinópticos e frequentes associados aos processos de ocupação regional são ferramentas úteis para planejar e monitorar o desenvolvimento da RMVPLN.

Neste contexto, este projeto se propõe a caracterizar a relação entre os dados de Luzes Noturnas SNPP-VIIRS e a distribuição da população urbana na RMVPLN, de modo que permita avaliar as potencialidades do uso de imagens anuais como instrumento auxiliar ao Planejamento Territorial.

Situação atual da pesquisa no Instituto

Desde 2003, imagens de luzes noturnas têm sido exploradas por este grupo de pesquisa ainda com imagens do satélite DMSP/OLS, antecessor do VIIRS, para estudos na Amazônia Legal Brasileira (AMARAL, 2003; AMARAL et al., 2005; AMARAL et al., 2006). Com a consolidação da RMVPLN e a melhor resolução espacial e espectral do sensor VIIRS, alguns estudos foram realizados na RMVPLN. Avaliou-se inicialmente a utilização das luzes noturnas para a construção de índices de desenvolvimento para a RMVPLN (SANTOS et al., 2018). Adicionalmente, para a produção de séries temporais VIIRS consistentes, tem-se o domínio da metodologia de processamento digital de imagens para obtenção de mosaicos anuais na RMVPLN (SANTOS et al., 2019). Os potenciais e as limitações das luzes noturnas como ferramenta na produção de informações para o Planejamento Territorial estão sendo investigados (SANTOS, 2019). Este projeto propõe uma análise específica, de modo a detalhar os estudos que estão sendo realizados na RMVPLN.

1.3.2 - Objetivo Geral

O objetivo geral deste projeto é avaliar o uso das imagens de luzes noturnas SNPP/VIIRS para a detecção e monitoramento de áreas urbanizadas na Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVPLN), através das relações com estimativas de população urbana.

Objetivo Específico 1: Produzir imagens (mosaico anual) de luzes noturnas (estáveis), considerando a disponibilidade de imagens da banda DNB do sensor VIIRS para duas datas: próxima ao Censo 2010 e data mais recente.

Os produtos do SNPP/VIIRS disponíveis são mosaicos mensais de imagens preliminares que contém, além de luzes advindas de cidades, luzes provenientes de combustão de gases, de eventos temporários, como incêndios, vulcões e auroras, e ruídos, derivados da reflexão da superfície. A NOAA/NGDC disponibiliza a Versão 1 da Série Mensal VIIRS *Day/Night Band* de março de 2012 a dezembro de 2018, que será utilizada neste estudo (NOAA/NGDC, 2018b). Estas composições mensais

possuem resolução espacial de 500 x 500 metros, resolução radiométrica de 14 bits e representam a média da radiância detectada no mês. Contudo, o único pré-processamento refere-se à remoção de luzes dispersas (*stray light*), como de auroras. Assim, torna-se necessário selecionar as melhores imagens mensais e corrigi-las para a eliminação de ruídos, conforme Wu et al. (2018). Na sequência, deve-se eliminar valores de radiância negativos e calcular a média dos valores mensais dos valores de radiância para compor imagens anuais para 2012 e 2018.

Objetivo Específico 2: Classificar as imagens VIIRS de modo a obter todos os focos de luzes noturnas para os municípios da RMVPLN.

Para reduzir os efeitos de superestimação dos dados de luzes noturnas é usual aplicar métodos de Limiarização, que além de ser um procedimento de implementação simples, alguns estudos demonstram que podem melhorar as relações dos produtos de luzes noturnas com variáveis sociodemográficas e econômicas (SHI et al., 2014; MA; LI, 2018). O método de Limiarização (*Optimal Threshold Method*) deverá ser aplicado, determinando-se empiricamente os limiares. Para tanto, será observado o ajuste entre a mancha urbana, considerando o produto de alta resolução do *Google Earth Pro*, e os *pixels* iluminados, incluindo-se o caso dos municípios com a menor área iluminada. Após a limiarização, um procedimento de conversão de formato de matricial para vetorial deverá extrair os focos de luzes noturnas para a RMVPLN.

Objetivo Específico 3: Obter modelos de regressão linear para a relação das áreas iluminadas a partir das imagens VIIRS (2012) e os dados de população urbana do Censo IBGE 2010 para os municípios da RMVPLN.

Os dados de população dos municípios da RMVPLN serão obtidos dos dados universo, do Censo 2010 (IBGE, 2010), e espacializados em sistema geográfico de informação a partir dos recortes municipais e dos setores censitários. A partir dos recortes municipais, serão contabilizados, considerando os focos de luzes noturnas, os valores de área iluminada total por município, de modo a compor as unidades de análise para a análise estatística. Um modelo de Regressão Linear Simples será aplicado para verificar o potencial dos dados de luzes noturnas (variável explicativa) para a estimativa de população urbana (variável preditora). Serão feitos testes para verificar se os pressupostos para uma regressão linear são atendidos, e eventualmente, será realizada a modificação das variáveis (transformação logarítmica).

Objetivo Específico 4: Avaliar o desempenho do modelo de regressão, observando a coerência de detecção dos focos de luzes noturnas e a distribuição dos setores censitários urbanos da RMVPLN, e a persistência dos focos, no mosaico de luzes mais recente.

Após a análise dos resíduos e dos resultados, os valores estimados serão comparados aos valores reais, para discussão dos resultados. Esta análise deverá também verificar a compatibilidade da concordância espacial dos focos de luzes noturnas em relação aos setores censitários urbanos. O objetivo é identificar quais atividades, além dos núcleos habitados considerados oficialmente urbanos, pelo Censo do IBGE, são registradas

pelos dados de luzes noturnas. Estas informações são relevantes para o uso destes dados para estratégias de planejamento. E finalmente, será avaliada a evolução temporal dos focos de luzes, comparando-se os focos de luzes obtidos nas imagens dos dois períodos (2012 e 2018) para uma primeira investigação da viabilidade do uso de dados VIIRS para monitoramento das atividades humanas na RMVPLN.

1.3.3 - Insumos

1.3.3.1 – Custeio
(não se aplica)

1.3.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Qtidade
1.3.1	Graduação em Geografia, Ecologia, Biologia 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 em sensoriamento remoto.	Experiência em análise espacial de dados geográficos, uso de geotecnologia para modelagem e processamento de imagens de luzes noturnas.	1	D-C	3	1



1.3.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas - 2019		
			Outubro	Novembro	Dezembro
1. Criação da base de dados – imagens mosaico anual de luzes noturnas	1	a) Aquisição, recorte, processamento e correção das imagens VIIRS para a RMVPLN b) Geração das imagens mosaico anual de luzes noturnas VIIRS para 2012 e 2018.	Imagens Mosaicos anuais VIIRS		
2. Identificação dos focos de luzes noturnas VIIRS para os municípios da RMVPLN	2	a) Classificação da imagem mosaico, através da aplicação de limiares e poligonalização, de modo a se obter os focos de luzes estáveis para a RMVPLN.	Mapa dos Focos de luzes noturnas		
3. Criação da base de dados – dados de população residente para os municípios da RMVPLN	3	a) Aquisição dos dados de População residente (Censo 2010) para os 39 municípios da RMVPLN; b) Espacialização dos valores por setor censitário rural e urbano, para todos os municípios, em sistema de informação geográfica.	Mapa da população por setor censitário da RMVPLN		
4. Gerar matriz de classificação entre os dados de luzes noturnas e os setores censitários urbanos	4	a) Análise espacial das sobreposições e intersecções dos limites dos focos de luzes noturnas e as áreas dos setores censitários urbanos.	Matriz de classificação		
5. Estudo de modelo de estimativa de população urbana a partir dos dados de luzes noturnas	4	a) Definir modelo de Regressão Linear entre os valores de luzes noturnas e o total de população urbana dos municípios		Modelo de regressão e Erros da estimativa	



6. Descrição qualitativa e espacial dos resultados	4	a) Descrever resultados examinando as concordâncias espaciais da detecção das luzes noturnas e dos limites dos setores censitários urbanos. b) Verificar a persistência dos focos de luzes noturnas comparando-se os mosaicos 2012 e 2018.		Primeira versão de manuscrito	
7. Divulgação dos resultados	4	a) Submeter Artigo científico			Artigo Científico

1.3.5 – Cronograma de Atividades

ATIVIDADES	Semanas - 2019											
	Out				Nov				Dez			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. Criação da base de dados – imagens mosaico anual de luzes noturnas												
1.1. Aquisição, recorte, processamento e correção das imagens VIIRS para a RMVPLN	x											
1.2. Geração das imagens mosaico anual de luzes noturnas VIIRS para 2012 e 2018.		x										
2. Identificação dos focos de luzes noturnas VIIRS para os municípios da RMVPLN												
2.1. Classificação da imagem mosaico, através da aplicação de limiares e poligonalização, de modo a se obter os focos de luzes estáveis para a RMVPLN			x									
3. Criação da base de dados – dados de população residente para os municípios da RMVPLN												
3.1. Aquisição dos dados de População residente (Censo 2010) para os 39 municípios da RMVPLN				x								
3.2. Espacialização dos valores por setor censitário rural e urbano, para todos os municípios, em sistema de informação geográfica.				x								
4. Gerar matriz de classificação entre os dados de luzes noturnas e os setores censitários urbanos												
4.1. Análise espacial das sobreposições e intersecções dos limites dos focos de luzes noturnas e as áreas dos setores censitários urbanos					x	x						

1.3.6 – Produtos

Produtos	Objetivos	Indicadores	Metas 2019		
			Outubro	Novembro	Dezembro
1. Mosaicos anuais de luzes noturnas VIIRS	1	Descrição da metodologia utilizada	Aquisição e processamento dos Dados de luzes noturnas		
2. Mapeamento dos focos de luzes noturnas 2012 e 2018	2	Descrição dos resultados dos focos de luzes VIIRS			
3. Bases de dados de luzes noturnas VIIRS e dados de população para a RMVPLN	3	Descrição do Banco de dados geográficos		Integração dos dados de luzes noturnas com dados demográficos e análise dos resultados	
4. Modelo de regressão entre luzes noturnas VIIRS e População Urbana	4	Descrição e Discussão dos resultados			
5. Artigo científico de divulgação dos resultados	4	Redação do Artigo científico de referência			Submissão de artigo para periódico científico

1.3.7 – Resultados Esperados

Espera-se que este estudo possa qualificar o uso de dados de luzes noturnas quanto ao potencial para identificar e mapear a heterogeneidade espacial da RMVPLN. Além do interesse científico quanto à aplicação das luzes noturna para identificar e monitorar os processos de ocupação no território, mais especificamente dos mosaicos anuais de imagens VIIRS, espera-se que estes dados possam ser utilizados como ferramentas de planejamento. Ao descrevermos os procedimentos necessários para obter informações a partir das imagens de luzes noturnas, e indicarmos a potencialidade das aplicações, facilita-se o uso de produtos de luzes noturnas não apenas para planejamento, mas também para o monitoramento do desenvolvimento regional na RMVPLN.

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
1. Fornecimento de informações para o Planejamento Regional da RMVPLN	1,2,3,4,	Promover a inclusão de imagens de luzes noturnas como variáveis auxiliares para o Planejamento Regional	Apresentar o trabalho em um Seminário do Laboratório de Investigação em Sistemas Socioambientais (LISS-INPE), com a participação de planejadores da RMVPLN.					
2. Produção de conhecimento científico	1,2,3,4,	Número de acesso e download do artigo	Submissão do artigo					



1.3.8 - 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	3	1	10.140,00
	D	2.860,00			
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					10.140,00

Equipe do Projeto

Silvana Amaral – INPE

Antônio Miguel Vieira Monteiro – INPE

Referências Bibliográficas

AMARAL, S. Geoinformação para estudos demográficos: representação espacial de dados de população na amazônia brasileira. 2003. 166 p. Tese de Doutorado - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

AMARAL, S.; DAL'ASTA, A. P.; RIBEIRO, R. M. Potencial de mosaicos mensais DNB-VIIRS para detecção de atividades humanas e áreas urbanizadas na Amazônia Brasileira - um estudo no Sudoeste do Pará. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 18, 2017, São José dos Campos, São Paulo, Brasil. Anais... Online, 2017.

AMARAL, S.; DORIA, V. E. M.; DAL'ASTA, A. P.; MONTEIRO, A. M. V. Luzes noturnas do sensor VIIRS para a identificação de atividades humanas na Amazônia Brasileira: observações de uma região na Transamazônica (PA). In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 17, 2015, São José dos Campos, São Paulo, Brasil. Anais... Online, 2015.

AMARAL, S. A.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V.; QUINTANILHA, J. A.; ELVIDGE, C. D. Estimating population and energy consumption in Brazilian Amazonia using DMSP night-time satellite data. *Environmental and Urban Systems*, v. 29, p.179–195, 2005.

AMARAL, S. A.; MONTEIRO, A. M. V.; CÂMARA, G.; QUINTANILHA, J. A.; DMSP/OLS Night-Time Light Imagery for Urban Population Estimates in the Brazilian Amazon. *International Journal of Remote Sensing*, v. 27, p. 855–870. 2006.

BARROS, L. F. W.; CAVENAGHI, S.; AMARAL, S. Registros administrativos e imagens noturnas de satélite: alternativas para a realização de estimativas populacionais subnacionais? In: Congresso Internacional da Associação Latino Americana de População, 8, 2018, São Puebla, México.. Anais... Online, 2018.



BARROS, L.F.W. Potencialidades e desafios na utilização de registros administrativos e de imagens noturnas de satélite para a realização de estimativas populacionais municipais intercensitárias no Brasil. 2017. 294 p. Tese (Doutorado em População, Território e Estatísticas Públicas) - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Rio de Janeiro.

BRAGION, G. R.; MONTEIRO, A.M.V.; AMARAL, S. Exploring VIIRS-NPP Night-Time Light data in the Amazon Rain Forest. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 19, 2019, Santos, São Paulo, Brasil. Anais... Online, 2019.

CAO, C. et al. Early on-orbit performance of the Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS) onboard the Suomi National Polar-orbiting Partnership (S-NPP) satellite. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, v. 52, n. 2, p. 1142-1156, 2014.

DORIA, V. E. M; AMARAL, S.; MONTEIRO, A.M.V. Estimativa e distribuição espacial de população urbana com imagens de satélites de luzes noturnas: um estudo para a Região Metropolitana de São Paulo, Brasil, com o sensor Visible/ Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS). *Geografia*, v. 41, n. 3, p. 527-547, 2016.

ELVIDGE, C. D.; BAUGH, K.; ZHINZHIN, M.; HSU, F. C. Why VIIRS data are superior to DMSP for mapping nighttime lights. *Proceedings of the Asia-Pacific Advanced Network*, v. 35, p. 62-69, 2013.

ELVIDGE, C.D.; BAUGH, K.E.; KLHN, E.A.; KROEHL, H.W.; DAVIS, E.R. Mapping City Lights with Nighttime Data from the DMSP Operational Linescan System. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, v. 63, n. 6, p. 727-734, 1997.

Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S.A - EMPLASA. Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte. São Paulo: Imprensa Oficial do Governo do Estado de São Paulo, 2012. Disponível em: <http://www.emplasa.sp.gov.br/emplasa/conselhos/ValeParaiba/textos/livro_vale.pdf>. Acesso em: 05 jul. 2019.

HUILEI, L.; JIAN, P.; YANXU, L.; YI'NA, H.. Urbanization impact on landscape patterns in Beijing City, China: A spatial heterogeneity perspective. *Ecological Indicators*, v. 82, p. 50–60, 2017.

LETU, H.; HARA, M.; YAGI, H.; NAOKI, K.; TANA, G.; NISHIO, F.; SHUHEI, O. Estimating energy consumption from night-time DMSPL/OLS imagery after correcting for saturation effects. *International Journal of Remote Sensing*, v. 31, n. 16, p. 4443-4458, 2010.

LIU, Z.; HE, C.; ZHANG, Q.; HUANG, Q.; YANG, Y. Extracting the dynamics of urban expansion in China using DMSP-OLS nighttime light data from 1992 to 2008. *Landscape and Urban Planning*, v. 106, p. 62– 72. 2012.

MA, W.; LI, P. An Object Similarity-Based Thresholding Method for Urban Area Mapping from Visible Infrared Imaging Radiometer Suite Day/Night Band (VIIRS DNB) Data. *Remote Sensing*, v. 10, n. 2, p. 263-285, 2018.

SANTOS, A.C.F. Potencial e limitações dos dados de luzes noturnas em apoio ao planejamento regional na Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte, São Paulo, Brasil. 2019. Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP.



SANTOS, A.C.F.; AMARAL, S.; MONTEIRO, A.M.V. Índice de Desenvolvimento por Luzes Noturnas (IDLN) para caracterização da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVPLN) de São Paulo. In: Encontro Nacional de Estudos Populacionais, 21, 2018, Poços de Caldas, Minas Gerais, Brasil. Anais... Online, 2018.

SANTOS, A.C.F.; MONTEIRO, A.M.V.; AMARAL, S. Processamento de imagens de Luzes Noturnas DMSP/OLS e SNPP/VIIRS para análise temporal da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte de 2000 a 2017. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 19, 2019, Santos, São Paulo, Brasil. Anais... Online, 2019.

SHI, K.; YU, B.; HUANG, Y.; HU, Y.; YIN, B.; CHEN, Z.; CHEN, L.; WU, J. Evaluating the Ability of NPP-VIIRS Nighttime Light Data to Estimate the Gross Domestic Product and the Electric Power Consumption of China at Multiple Scales: A Comparison with DMSP-OLS Data. *Remote Sensing*, v. 6, n. 2, p. 1705-1724, 2014.

WANG, X. et al. Estimation and Mapping of Sub-National GDP in Uganda Using NPP-VIIRS Imagery. *Remote Sensing*, v. 11, n. 5, p. 163, 2019.

WU, R.; YANG, D.; DONG, J.; ZHANG, L.; XIA, F. Regional Inequality in China Based on NPP-VIIRS Night-Time Light Imagery. *Remote Sensing*, v. 10, n. 2, p. 240-258, 2018.

ZHANG, Q.; SETO, K. C. Mapping urbanization dynamics at regional and global scales using multi-temporal DMSP/OLS nighttime light data. *Remote Sensing of Environment*, v. 115, p. 2320–2329. 2011.

ZHOU, N.; HUBACEK, K.; ROBERTS, M. Analysis of spatial patterns of urban growth across South Asia using DMSP-OLS nighttime lights data. *Applied Geography*, v. 63, p. 292-303. 2015.

ZHUO, L.; LI, Q.; SHI, P.; CHEN, J.; ZHENG, J.; LI, X. Identification and characteristics analysis of urban land expansion types in China in the 1990 using DMSP/OLS data. *Acta Geographical Sinica*, v. 61, n. 2, p. 169–178. 2006.

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: Observação da Terra a serviço de sistemas de informação em saúde pública: hepatite A no Pará.

1.4.1 – Introdução

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

Saúde pública e meio ambiente são influenciados pelos padrões de ocupação do espaço. A utilização de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento na análise da distribuição espacial dos problemas de saúde possibilita determinar locais de risco e delimitar áreas que concentram situações mais vulneráveis (ocorrência das doenças, características do meio ambiente e habitat do hospedeiro intermediário/vetor). Com o uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) é possível planejar, programar, controlar, monitorar e avaliar as doenças em grupos segundo o seu risco de transmissão (Carvalho et al., 2000).

O uso do geoprocessamento e de ferramentas estatísticas na área de saúde tem sido facilitado pelo acesso a bases de dados epidemiológicos, possibilitando a produção de mapas temáticos que contribuem para a formulação de hipóteses a respeito da distribuição espacial das doenças e sua relação com as variáveis socioeconômicas (Rojas et al., 1999).

Os modelos preditivos e suas respectivas variáveis podem ser utilizados como fonte de informação para a vigilância em saúde. Essa verificação é extremamente importante uma vez que, se por um lado Dister et al. (1997) e Glass et al. (1995) reportaram uma exata precisão entre os mapas de predição e as observações diretas no campo, por outro lado, Dennis et al. (1998) e Estrada-Pena (1998) revelaram que os mapas podem ter uma utilidade restrita em decorrência da limitação dos mapas de predição.

Dentre as diversas aplicações de dados de observação da Terra e uso de geoprocessamento na área da saúde, destacam-se os estudos sobre vigilância epidemiológica através da determinação de padrões da situação de saúde de uma área ou de grupos, evidenciando o risco de ocorrência de uma doença e a possibilidade de programar atividades para o planejamento e otimização de recursos para a sua prevenção e controle (Beck et al., 2000; Guimarães et al., 2010; Guimarães et al., 2012). A abordagem espacial permite a integração de dados demográficos, socioeconômicos e ambientais, promovendo o inter-relacionamento das informações de diversos bancos de dados (Santos et al., 2000).

Modelos espaciais baseados em fatores ambientais têm sido desenvolvidos para determinar o habitat, aglomerados espaciais, abundância de mosquitos e/ou controle de vetores. Estudos anteriores utilizaram diferentes abordagens incluindo informações sobre a taxa de desmatamento (Zeilhofer et al., 2008), Índice de Vegetação por Diferença

Normalizada (Jacob et al., 2009), Kernel (Barbosa e Lourenço, 2010), Krigeagem (Piovezan et al., 2012), MaxEnt (Fresia et al., 2014) e estatística de varredura (Melo et al., 2012).

Milhões de casos de doenças associadas à água são relatados globalmente a cada ano a partir de patógenos transmitidos pela água ou por vetores. Um grande número de casos pode ser evitado através de um melhor acesso a água potável e saneamento, e mais casos poderiam ser prevenidos melhorando a previsão de surtos de doenças e riscos à saúde, usando uma abordagem integrada envolvendo observações *in situ*, sensoriamento remoto, geoprocessamento e modelagem ambiental.

Neste projeto, propõe-se integrar dados de sensores remotos, cartográficos, demográficos e socioeconômicos para o desenvolvimento de modelos de análise, representação e construção de cenários espaciais que permitam a caracterização de fenômenos relacionados à distribuição de uma doença de veiculação hídrica como a hepatite A.

A hepatite A é uma doença infecciosa causada pela transmissão do seu vírus (vírus da hepatite A - HAV). O vírus pertence à família Picornaviridae do gênero Hepatovirus (Koff, 1998; Brasil, 2005). O ser humano é considerado como o hospedeiro natural único para o HAV com significado epidemiológico (Brasil, 2002). A doença pode causar sintomas debilitantes e levar à insuficiência hepática aguda, que está associada à alta mortalidade (WHO, 2019).

A transmissão do HAV ocorre de diferentes maneiras, embora a via fecal-oral seja a mais comum em todo o mundo (WHO, 2011). Essa via de contaminação é feita pelo contato direto de uma pessoa suscetível com uma pessoa infecciosa ou pela ingestão de alimentos ou água contaminados. Essa via de transmissão está intimamente relacionada às condições sanitárias, sociais, culturais e ambientais (Clemens et al., 2000; Brasil, 2005; Nunes et al., 2016).

No Brasil, ~1,7% de todos os óbitos relatados foram relacionados ao HAV, entre 2000 e 2016 (Ministério da Saúde, 2018). A doença é considerada endêmica em todo o país, afetando mais comumente crianças, adolescentes e adultos jovens (Clemens et al., 2000; Brasil, 2002). Ainda que a vacina tenha sido disponibilizada pelos órgãos privados de saúde a partir de 1992 (Brasil, 2013), foi somente após 2014 que se tornou disponível para o setor de saúde pública. No caso do HAV, o programa brasileiro de vacinação pública não cobre 100% da população no território nacional, atendendo basicamente crianças de até 2 anos de idade (Brasil, 2014). Além destas limitações, heterogeneidades socioeconômicas e de infraestrutura contribuem para a recorrência anual da doença em diferentes regiões do país (Brasil, 2017).

De acordo com o boletim epidemiológico brasileiro de hepatites virais, a mortalidade relacionada ao HAV vem aumentando desde 2013 na região Norte do país (Ministério da Saúde, 2018). Com base em registros históricos, as regiões Norte e Centro-Oeste podem ser consideradas as de maior incidência para o HAV no Brasil. Especificamente para o estado do Pará, as taxas de incidência anuais do HAV têm sido uma questão importante de saúde pública (Rodrigues et al., 2010; Campos e Gonçalves, 2018).

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 satélite de Observação da Terra visando diversas aplicações em benefício da sociedade, assim como, desenvolve ações em Educação e Extensão. 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.

As atividades da Divisão de Processamento de Imagens envolvem pesquisa e desenvolvimento científico e tecnológico em processamento digital de imagens de satélites e sensores remotos, e em geoprocessamento, visando assegurar o domínio tecnológico neste segmento, fundamental para a plena utilização do sensoriamento remoto de forma adequada às necessidades nacionais. Através do Programa Espaço e Sociedade, busca articular e organizar redes cooperativas na área de saúde pública, entre outras, de forma que o conhecimento do INPE possa participar no atendimento às necessidades de informar as Políticas Públicas em construção ou em operação no País.

Propõe-se aqui desenvolver esforços de pesquisa e desenvolvimento para identificar benefícios, melhores práticas e a viabilidade de incorporar dados e informações de Observação da Terra em sistemas de alerta antecipado para doenças de veiculação hídrica. Pretende-se criar um ambiente para a troca de informações úteis, compartilhamento de dados e coordenação de atividades sempre que possível, maximizando os benefícios para a sociedade.

Esta iniciativa demanda envolver especialistas nas áreas de sensoriamento remoto, epidemiologia, clima, limnologia, oceanografia, ecologia, bioinformática, genética e modelagem, e a vinculação a usuários finais, incluindo comunidades locais, governos, serviços de saúde, organizações intergovernamentais, e legisladores.

Esta proposta é apoiada pelo Grupo de Trabalho sobre doenças associadas à água (https://geoblueplanet.org/blue-planet-activities/wg_eo_water-associated_diseases) da iniciativa Blue Planet do Grupo de Observação da Terra (GEO Blue Planet: <https://geoblueplanet.org/>), no tema “Ecosistemas Saudáveis e Segurança Alimentar”. Deve-se considerar sua relevância social para a saúde pública, segurança alimentar, gestão da água, biodiversidade e sustentabilidade dos ecossistemas, e resiliência aos desastres. As atividades a serem desenvolvidas agregarão valor à comunidade de prática em saúde e outras iniciativas do GEO, como a AquaWatch (<https://www.geoaquawatch.org/>).

1.4.2 - Objetivo Geral

Cabe mencionar os objetivos do Projeto “Pesquisa e Desenvolvimentos 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, Gestão Territorial, Planejamento e Gerenciamento Urbano e de Recursos Hídricos, Estudos Oceanográficos, Mudanças Globais, Modelagem da Biodiversidade, entre outros.



3. Desenvolver tecnologia em processamento de imagens e geoinformação, garantindo a autonomia tecnológica nacional e a ampla disseminação dos produtos e metodologias geradas.

Desta forma, apresentam-se os seguintes objetivos, relacionados ao subprojeto “Observação da Terra a serviço de sistemas de informação em saúde: hepatite-A no Pará”.

Objetivo Geral: Realizar o georreferenciamento e utilizar os recursos de geoprocessamento, para a organização de um Sistema de Informações Geográficas/Banco de Dados, visando à caracterização espacial da hepatite A, que permita a proposição de estratégias de controle e tratamento compatível com realidade da doença no estado do Pará e com a atuação do sistema de saúde.

Objetivo Específico 1: Identificar o perfil socioepidemiológico e descrever a sazonalidade da hepatite A na região de estudo.

Objetivo Específico 2: Análise espacial para determinar as áreas com maior probabilidade de transmissão/risco da infecção e para estabelecer relações entre as variáveis ambientais, a ocorrência da doença e a distribuição do HAV.

Objetivo Específico 3: Elaborar índices para medir o risco de transmissão da doença e gerar conhecimento útil para a elaboração de planos de ação que visem seu controle e monitoramento.

Nesta oportunidade, considerando-se a restrição de recursos disponíveis, pretende-se convidar um Pesquisador Especialista Visitante, com sólida experiência comprovada na temática para ministrar um minicurso, proferir palestra e participar do desenvolvimento e discussão de resultados científicos. Para isto, solicita-se uma bolsa PCI-E1 pelo período de 1 (um) mês.

1.4.3 - Insumos

1.4.3.1 – Custeio

Ainda que esta proposta busque possibilitar a colaboração de especialista para complementação das competências já instaladas, pretende-se cobrir estes custos apenas através da bolsa (1.4.2).

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

1.4.3.2 – Bolsas

Como mencionado acima, este esforço de pesquisa demanda envolver especialistas em diferentes áreas. Desta forma, solicita-se uma bolsa para Pesquisador Especialista Visitante, pelo período de 1 (um) mês. Este Pesquisador Visitante deverá ministrar minicurso, oferecer palestra e colaborar com o desenvolvimento do trabalho no INPE.



Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
1.4.1	Doutorado em Biomedicina ou Sensoriamento Remoto com experiência efetiva mínima de 6 (seis) anos em projetos de P&D ou extensão inovadora, observadas nos últimos 10 (dez) anos, após a obtenção do título, comprovada por meio do Currículo Lattes nos campos Experiência Profissional e Projetos	Sensoriamento Remoto, Geoprocessamento, Saúde Pública, Epidemiologia Espacial	1,2,3	E-1	1	1

1.4.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas
			2019
1. Palestra sobre Geoprocessamento e Saúde	1,2,3	Nº presentes	Divulgar a linha de pesquisa e informar à comunidade sobre atividades em andamento
2. Minicurso sobre Georreferenciamento com Smartphone	1,2,3	Nº participantes; Nº horas/aula	Capacitação de pessoal para a coleta de dados georreferenciados de interesse
3. Descrição da sazonalidade da doença	1,2,3	Banco de dados socioepidemiológicos	Identificar a temporalidade da doença e sua relação com epidemias na região



4. Análise espacial para estabelecer relações entre as variáveis e determinar áreas de risco	1,2,3	Índices e mapas de risco	Gerar informações úteis para planos de ação visando o controle e monitoramento da doença
--	-------	--------------------------	--

1.4.5 – Cronograma de Atividades

As atividades serão presenciais e desenvolvidas no INPE durante o mês da visita do Pesquisador Especialista. Assim que o candidato tiver sido selecionado pelo Programa PCI do INPE, serão feitos contatos para dar início às atividades. Durante a visita ao INPE, serão desenvolvidas análises, bem como, a discussão de resultados obtidos. Espera-se dar continuidade às discussões após o término da visita de 1 mês, com objetivo de se elaborar um manuscrito a ser submetido para publicação em periódico científico.

Atividades	Mês Dezembro 2019
Atividades 1,2,3,4	X

1.4.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas
			2019
Palestra	1,2,3	Nº palestras	Realizar palestra
Minicurso	1,2,3	Nº minicursos	Realizar minicurso
Mapa de Risco	1,2,3	Nº Mapas	Elaborar mapas de risco do HAV

1.4.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas
			2019
Projeto de Pesquisa	1,2,3	Nº projetos submetidos para financiamento	Ter um projeto submetido para financiamento
Base de Dados	1,2,3	Nº de dados consolidados georreferenciados	Gerar Base de Dados sobre a HAV

1.4.8 - Recursos Solicitados

Custeio:

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

Bolsas:



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

Total (Custeio + Bolsas) = R\$ 6.500,00

1.4.9 - Equipe do Projeto

Pesquisadores:

Dr. Milton Kampel - INPE/OBT (servidor)

Dr. Ricardo Guimarães – Instituto Evandro Chagas/Ministério da Saúde (servidor)

Dr. Natalia Rudorff Oliveira – INPE/CPTEC (servidor)

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

Dr. Aline M. Valerio – INPE/OBT (colaborador Pos-Doc PNPD-CAPES)

Alunos de Pós-Graduação:

Philippe R. Leal – INPE/PGSER (doutorado)

Raíssa Teixeira – INPE/PGSER (mestrado)

1.4.10 - Referências Bibliográficas

Beck LR, Lobitz BM, Wood BL 2000. Remote Sensing and Human Health: New Sensors and New Opportunities. *Emerg Infect Diseases* 6: 217-227.

Barbosa GL, Lourenço RW 2010. Análise da distribuição espaço-temporal de dengue e da infestação larvária no município de Tupã, Estado de São Paulo. *Rev Soc Bras Med Trop* 43(2):145-151.

Brasil, 2002. Programa nacional de hepatites virais: avaliação da assistência as hepatites virais no Brasil 2002, 1º edição. ed, Série C. Projetos, Programas e Relatórios.

MINISTÉRIO DA SAÚDE, Brasília, DF. <https://doi.org/NLMWC536/8533406231>

Brasil, 2005. Programa nacional para a prevenção e o controle das hepatites virais: manual de aconselhamento em hepatites virais, Secretaria de Vigilância em Saúde, Série D. MINISTÉRIO DA SAÚDE. SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE. DEPARTAMENTO DE VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA.

Brasil, 2013. Vacina de Hepatite A: Relatório de Recomendação da Comissão Nacional de Incorporação de Tecnologias no SUS – CONITEC - 22. MINISTÉRIO DA SAÚDE, Brasília – DF, Brasil.



- Brasil, 2014. Informe técnico da introdução da vacina adsorvida Hepatite-A. MINISTÉRIO DA SAÚDE, Brasília, Brasil.
- BRASIL, 2017. Imunização: Vacina contra hepatite A passa a ser oferecida pelo SUS. Portal Bras. 1–4.
- Campos, A.C.V., Gonçalves, L.H.T., 2018. Perfil demográfico do envelhecimento nos municípios do estado do Pará, Brasil. *Rev Bras Enferm*, 104, 636–643.
- Carvalho MS, Pina MF, Santos SM 2000. *Conceitos Básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia Aplicados à Saúde*, 1. OPS/Ministério da Saúde, Brasília.
- Clemens, S.A., da Fonseca, J.C., Azevedo, T., Cavalcanti, A., Silveira, T.R., Castilho, M.C., 2000. Soroprevalência para hepatite A e hepatite B em quatro centros no Brasil. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.* 33, 1–10. <https://doi.org/10.1590/S0037-86822000000100001>
- Dennis DT, Nekomoto TS, Victor JC, Paul WS, Piesman J, 1998. Reported distribution of *Ixodes scapularis* and in *Ixodes pacificus* (Acari : Ixodidae) in the United States. *J Med. Entomol.* 35: 629-638.
- Dister SW, Fish D, Bros SM, Frank DH, Wood BL 1997. Landscape characterization of peridomestic risk for Lyme disease using satellite imagery. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 57: 687-692.
- Estrada-Pena A 1998. Geostatistics and remote sensing as predictive tools of tick distribution: a cokriging system to estimate *Ixodes scapularis* (Acari : Ixodidae) habitat suitability in the United States and Canada from advanced very high resolution radiometer satellite imagery. *Am. J. Public Hlth* 85: 944-948.
- Fresia P, Silverb M, Mastrangeloc T, Azeredo-Espino AML, Lyrada ML 2014. Applying spatial analysis of genetic and environmental data to predict connection corridors to the New World screwworm populations in South America. *Acta Trop.* <http://dx.doi.org/10.1016/j.actatropica.2014.04.003>
- Glass GE, Schwartz BS, Morgan JM, Johnson DT, Noy PM, Israel E. 1995. Environmental risk factors for Lyme disease identified with geographic information systems. *Am J Public Hlth* 85: 944-948.
- Guimarães RJPS, Freitas CC, Dutra LV, Scholte RGC, Martins FT, Fonseca FR, Amaral RS, Drummond SC, Felgueiras CA, Oliveira GC, Carvalho OS 2010. A geoprocessing approach for schistosomiasis studying and controlling in the State of Minas Gerais - Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 105: 524-531.
- Guimarães RJPS, Fonseca FR, Dutra LV, Freitas CC, Oliveira GC, Carvalho OS 2012. *A Study of Schistosomiasis Prevalence and Risk of Snail Presence Spatial Distributions Using Geo-Statistical Tools*, Schistosomiasis, Prof. Mohammad Bagher Rokni (Ed.), ISBN: 978-953-307-852-6, InTech, DOI: 10.5772/25339. <http://www.intechopen.com/books/schistosomiasis/a-study-of-schistosomiasis-prevalence-and-risk-of-snail-presence-spatial-distributions-using-geo-sta>
- Jacob BG, Gu W, Caamano EX, Novak RJ 2009. Developing operational algorithms using linear and non-linear squares estimation in Python® for the identification of *Culex pipiens* and *Culex restuans* in a mosquito abatement district (Cook County, Illinois, USA). *Geospatial Health* 3(2), 157-176.
- Koff, R.S., 1998. Hepatitis A. *Lancet* 351, 1643–1649. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(98\)01304-X](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0140-6736(98)01304-X)
- Melo DPO, Scherrer LR, Eiras AE 2012. Dengue Fever Occurrence and Vector Detection by Larval Survey, Ovitrap and MosquiTRAP: A Space-Time Clusters Analysis. *PLoS One.* 7(7): e42125. doi: 10.1371/journal.pone.0042125



- MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2018. HEPATITES virais 2018. *Bol. Epidemiológico* 49. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Nunes, H.M., Soares, M. do C.P., Sarmento, V.P., Malheiros, A.P., Borges, A.M., Silva, I.S. da, Paixão, J.F. da, 2016. Soroprevalência da infecção pelos vírus das hepatites A, B, C, D e E em município da região oeste do Estado do Pará, Brasil. *Rev. Pan-Amazônica Saúde* 7, 55–62. <https://doi.org/10.5123/S2176-62232016000100007>
- Piovezan R, Azevedo TS, Von Zuben CJ 2012. Spatial evaluation of larvae of Culicidae (Diptera) from different breeding sites: application of a geospatial method and implications for vector control. *Rev Bras Entomologia* 56(3): 368–376.
- Rodrigues, L.P.S., Gasparetto, D., Monteiro, J.J.B., Soffiatti, N.F.L., Veiga, N., 2010. Análise temporal da incidência da hepatite A no município de Belém-Pa, Brasil, nos anos de 2008 e 2009 e disseminação da informação na ilha de Cotijuba. *Rev. TECCEN* 3, 68–76.
- Rojas LI, Barcellos C, Petter P 1999. Utilização de mapas no campo da epidemiologia no Brasil. *Informe Epidemiológico do SUS* 8: 25-35.
- Santos SM, Pina MF, Carvalho MS 2000. *Conceitos básicos de sistemas de informação geográfica e cartografia aplicados à saúde*. Ed. Organização Panamericana da Saúde, Ministério da Saúde, 122p.
- World Health Organization (WHO), 2019. Hepatitis A. <https://www.who.int/immunization/diseases/hepatitisA/en/> (accessed 5.8.19).
- World Health Organization (WHO), 2011. Evidence based recommendations for use of hepatitis A vaccines in immunization services : Background paper for SAGE discussions.
- Zeilhofer P, Kummer OP, Santos ES, Ribeiro ALM, Missawa NA 2008. Spatial modelling of *Lutzomyia* (*Nyssomyia*) *whitmani* s.l. (Antunes & Coutinho, 1939) (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) habitat suitability in the state of Mato Grosso, Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz*, 103(7): 653-660.

Projeto 3 - Inovação Tecnológica

Subprojeto 3.1: Uso de base patentária como ferramenta para a identificação de trajetórias e tendências de desenvolvimentos tecnológicos envolvendo plataformas orbitais

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 afirmar 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.

A pesquisa e o desenvolvimento tecnológico na área espacial, por lidar com temas de ponta e requisitos extremamente rigorosos, resultam numa atividade impulsionadora da inovação e da qualidade nas empresas, tanto as ligadas à própria área como a outras que utilizam tecnologias derivativas para produzir bens e serviços que criam valor econômico às sociedades que a financiam.

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.

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 desenvolvimento tecnológico é o motor do mundo atual. Empresas, cotidianamente, lançam inovações no mercado, promovendo o avanço da tecnologia. Entretanto, para que uma nova tecnologia possa gerar o desenvolvimento, a mesma deve ser apropriada por aquele que a gerou. Desta forma, os direitos de propriedade intelectual passam a ser elementos importantes deste processo para garantir a apropriação do valor econômico criado, de maneira adequada possibilitando o desenvolvimento econômico e social, por meio da geração de renda e do uso de bens e serviços que aumentam a produtividade laboral.

3.1.2 – 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.

3.1.2.1 Objetivo Específico 1: Identificar tendências tecnológicas relacionadas às novas plataformas orbitais associadas ao movimento disruptivo que se convencionou conhecer como “new space”. Para atingir ao OE1 serão realizadas as seguintes atividades:

- Identificar os principais atores do “new space” relacionados ao desenvolvimento de plataformas orbitais profissionais;
- Caracterizar o perfil patentário das tendências tecnológicas viabilizadoras;
- Identificar as tendências tecnológicas viabilizadoras dos principais projetos de novas plataformas orbitais e as trajetórias tecnológicas já definidas.

3.1.2.2 Detalhamento das Atividades

- *Identificação dos principais atores do “new space” relacionados ao desenvolvimento de plataformas orbitais profissionais.*

O NewSpace, ou novo espaço, é um movimento que se refere ao rápido crescimento do segmento privado dentro da indústria espacial, por meio da criação de mercados voltados para a exploração do espaço, em países onde o setor espacial recebe historicamente forte apoio do Estado. Especificamente, o termo é usado para se referir a um segmento de novas empresas e empreendimentos aeroespaciais que trabalham independentemente dos grandes empreiteiros tradicionais para conceber, desenvolver e operar sistemas espaciais de forma mais custo-efetiva, impulsionados por diversas políticas de P&D pré-competitivo em seus respectivos países.

O NewSpace é uma abordagem que se concentra na criação de mercados por meio do fomento ao empreendedorismo capaz de incorporar e promover o avanço da maturidade de tecnologias viabilizadora de missões espaciais com arquitetura de sistemas que estão que buscam a exploração de economias de escala e escopo, alterando a dinâmica da inovação do setor espacial.

Nesse sentido, para a compreensão adequada dos desafios que o NewSpace apresenta aos novos entrantes (desenvolvedores de tecnologia ou produtos) é importante explorar as tecnologias viabilizadoras deste novo segmento da indústria espacial. Em especial, este projeto visa identificar as tecnologias protegidas por meio de patentes.

Entregável: apresentação de um relatório de conclusão contendo os principais atores (organizações privadas ou de Estados) participantes do NewSpace, circunscritos a plataformas orbitais, e as tecnologias viabilizadoras de seus principais projetos protegidas por patentes.

- *Caracterização do perfil patentário das tendências tecnológicas viabilizadoras.*

A partir dos resultados da atividade anterior, deverá ser produzido um perfil das patentes associadas às principais tecnologias viabilizadoras de novas plataformas orbitais.

Entregável: apresentação de um relatório de conclusão contendo o perfil dos registros de propriedade intelectual (patentes) das principais organizações que atuam no NewSpace, explicitando os domínios tecnológicos a que pertencem e evolução temporal dos registros de patentes nesses domínios, em países selecionados.

- *Identificação de tendências tecnológicas viabilizadoras dos principais projetos de novas plataformas orbitais e as trajetórias tecnológicas já definidas.*

Inovações em diversos domínios tecnológicos tem possibilitado o desenvolvimento de um novo mercado espacial, no chamado NewSpace. Dentre alguns desses domínios tecnológicos pode-se mencionar: Estruturas, propulsão, navegação e controle, comunicações, controle térmico.

Esta atividade consiste em identificar e sumarizar as características das tecnologias mais relevante que viabilizam os principais projetos de novas plataformas orbitais.

Entregável: relatório de conclusão contendo para cada domínio tecnológico as tecnologias viabilizadoras para novas plataformas orbitais.

3.1.3 - Insumos

3.1.3.1 Custeio

Não há previsão de itens de custeio para este projeto.

3.1.3.2 - Bolsas

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



3.1.1	Doutor em Ciências Exatas, Engenharias, Ciências Sociais Aplicadas ou áreas afins com experiência mínima efetiva de 6 (seis) anos em projetos de P&D ou extensão inovadora, observadas nos últimos 10 (dez) anos, após a obtenção do título, comprovada por meio do Currículo Lattes, nos campos Experiência Profissional e Projetos.	Conhecimento das normas de propriedade intelectual.	1	E-1	3	1
-------	---	---	---	-----	---	---

3.1.4 – Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas
			2019
1 - Identificação dos principais atores do “new space” relacionados a plataformas orbitais e seus principais projetos.	1	Cadastro de organizações que atuam no NewSpace e seus principais projetos.	Principais atores (organizações privadas ou de Estados) participantes do NewSpace, circunscritos a plataformas orbitais, e seus principais projetos
2 - Identificação de tendências tecnológicas chave, viabilizadoras dos principais projetos de novas plataformas orbitais.		Cadastro de tecnologias viabilizadoras	Identificação dos domínios tecnológicos e das tecnologias viabilizadoras para novas plataformas orbitais
3 - Caracterização do perfil patentário das tendências tecnológicas viabilizadoras.		Perfil patentário das tecnologias viabilizadoras.	Perfil dos registros de propriedade intelectual (patentes) das principais organizações que atuam no NewSpace, explicitando os domínios tecnológicos a que pertencem e evolução temporal dos registros de patentes nesses domínios, em países selecionados



3.1.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Outubro/2019	Novembro/2019	Dezembro/2019
Atividade 1			
Atividade 2			
Atividade 3			

3.1.6 – Produtos

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

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas
			2019
Documento contendo os principais atores participantes do NewSpace, circunscritos a plataformas orbitais, e as tecnologias viabilizadoras de seus principais projetos protegidas por patentes.	1	Registros de propriedade intelectual (patentes) das principais organizações que atuam no NewSpace, explicitando os domínios tecnológicos a que pertencem e evolução temporal dos registros de patentes nesses domínios, em países selecionados.	1

3.1.7 – Resultados Esperados

Os resultados são mudanças observadas no curto prazo sobre indivíduos, grupos ou instituições, como resultado das intervenções realizadas.

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas
			2019
Sumarização das características das tecnologias mais relevantes que viabilizam os principais projetos de novas plataformas orbitais para o INPE.	1	Número de estratégias e ações elaboradas para a viabilização dos principais projetos das novas plataformas.	1

3.1.8 – Recursos Solicitados

3.1.8.1 – Custeio

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

3.1.8.2 – Bolsas

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

3.1.9 – Equipe do Projeto

Milton de Freitas Chagas Junior
Gabriel Torres De Jesus
João Ávila
Karina Pimenta Guedes Rabbath
Rutilene Farto Pereira

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: Inovação e transbordamento de tecnologia baseada em ativos de propriedade intelectual, especialmente patentes.

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 afirmar 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.

A pesquisa e o desenvolvimento tecnológico na área espacial, por lidar com temas de ponta e requisitos extremamente rigorosos, resultam numa atividade impulsionadora da inovação e da qualidade nas empresas, tanto as ligadas à própria área como a outras que utilizam tecnologias derivativas para produzir bens e serviços que criam valor econômico às sociedades que a financiam.

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.

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 desenvolvimento tecnológico é o motor do mundo atual. Empresas, cotidianamente, lançam inovações no mercado, promovendo o avanço da tecnologia. Entretanto, para que uma nova tecnologia possa gerar o desenvolvimento, a mesma deve poder ser apropriada por aquele que a gerou. Desta forma, os direitos de propriedade intelectual passam a ser elementos importantes deste processo e para garantir a apropriação de maneira adequada e alavancar o desenvolvimento, é necessário pesquisas interdisciplinares e formação de recursos humanos altamente qualificados para aprimorar o sistema.

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.

3.2.2.1 Objetivo Específico 1: Assessorar o INPE no processo de inovação por meio da transferência de tecnologias desenvolvidas no Instituto às empresas nacionais. Mais especificamente, esta proposta visa executar um mapeamento das tecnologias protegidas por direitos de propriedade intelectual (patentes) de uma ou mais Unidade(s) de Pesquisa, com Potencial de Comercialização junto ao setor produtivo brasileiro. Obs: Unidade de Pesquisa (UP) é a área operacional de um determinado Instituto ou laboratório pertencente ao INPE encarregada pela produção científica. Para atingir ao OE1 serão realizadas as seguintes atividades:

- Análise das atividades de inovação dos grupos de P&D das UPs do INPE e mapeamento de novas oportunidades;
- Análise e prospecção das lacunas e oportunidades de mercado segundo o mapeamento de propriedade intelectual por Grupos de P&D;
- Tendências de mercado e transbordamento da propriedade intelectual do INPE.

3.2.2.2 – Detalhamento das Atividades

- ANÁLISE DAS ATIVIDADES DE INOVAÇÃO DOS GRUPOS DE P&D DAS UPS DO INPE E MAPEAMENTO DE NOVAS OPORTUNIDADES

Este item envolve a identificação das ÁREAS DE ATUAÇÃO de cada um dos grupos de pesquisa, das UPs sugeridos pelo INPE. Entende-se como ÁREA DE ATUAÇÃO a matéria de estudo do grupo de pesquisa baseado em sua produção acadêmica, linha de pesquisa e **ativos de propriedade intelectual, em especial, patentes.**

Identificar, de acordo com as ÁREAS DE ATUAÇÃO, as ÁREAS DE APLICAÇÃO dos desenvolvimentos tecnológicos de cada grupo de pesquisa. Entende-se como ÁREA DE

APLICAÇÃO as áreas do mercado onde o grupo aplica o desenvolvimento de novos produtos e processos.

Entregável: apresentação de um relatório de conclusão da 1ª ETAPA contendo os **ativos de propriedade intelectual, em especial, patentes** por ÁREAS DE ATUAÇÃO e APLICAÇÃO.

Prazo: 30 (trinta) dias contados da data de início da 1ª ETAPA

- ANÁLISE E PROSPECÇÃO DAS LACUNAS E OPORTUNIDADES DE MERCADO SEGUNDO O MAPEAMENTO DE PROPRIEDADE INTELECTUAL POR GRUPOS DE P&D;

Este item envolve a identificação de possíveis NOVAS ÁREAS DE APLICAÇÃO **da propriedade intelectual do INPE, em especial patentes**. Entende-se como possíveis NOVAS ÁREAS DE APLICAÇÕES as áreas da indústria com possibilidade de interação com o grupo de P&D para o desenvolvimento de novos produtos e processos com potencial de inovação.

Este item também envolve destacar as NOVAS ÁREAS DE APLICAÇÃO com maior potencial de interação e que trarão maiores benefícios quanto a novos desenvolvimentos para os grupos de pesquisa, levando em consideração:

- Tendências de registro de patentes no Brasil nas áreas/grupos tecnológicos onde se concentra a propriedade intelectual do INPE.
- Tendências de registro de patentes no Brasil nas áreas/grupos tecnológicos onde a propriedade intelectual do INPE pode encontrar potencial aplicação.
- Tendências de registro de patentes em países selecionados nas áreas/grupos tecnológicos onde a propriedade intelectual do INPE pode encontrar potencial aplicação.

Entregável: relatório de conclusão da 2ª ETAPA, contendo para cada ÁREAS DE ATUAÇÃO dos Grupo de Pesquisa e desenvolvimento as possíveis NOVAS ÁREAS DE APLICAÇÃO, ou seja, aquelas com maior potencial de inovação.

Prazo: 30 (trinta) dias contados da data de início da 2ª ETAPA

- TENDÊNCIAS DE MERCADO E TRANSBORDAMENTO DA PROPRIEDADE INTELECTUAL DO INPE
Este item envolve apresentar ao INPE as prospecções realizadas e as possibilidades futuras de desenvolvimentos tecnológicos com maiores oportunidades de mercado.

Entregável: apresentação de um relatório de conclusão da 3ª ETAPA contendo:

- Estado atual dos registros de propriedade intelectual do INPE, os grupos/domínios tecnológicos a que pertencem e evolução temporal dos registros de patentes nesses domínios, no Brasil e em países selecionados.
- Aplicações (produtos ou tecnologias) que podem ser beneficiadas pelo transbordamento da propriedade intelectual atual do INPE.
- Tendências de inovação e registros de propriedade intelectual no Brasil e em países selecionados, nos grupos/domínios tecnológicos que podem ser beneficiados pelo transbordamento da propriedade intelectual atual do INPE.
- Tendências de mercado: Principais empresas atuantes nos grupos/domínios tecnológicos onde se concentra a propriedade intelectual atual do INPE. Evolução temporal das



atividades de inovação tecnológica, baseados nos registros de propriedade intelectual, das principais organizações.

Prazo: 30 (trinta) dias contados da data de início da 3ª ETAPA.

3.2.3 - Insumos

3.2.3.1 Custeio

Não há previsão de itens de custeio para este projeto.

3.2.3.2 Bolsa

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo específico	PCI Categoria / nível	Meses	Quantidade
3.2.1	Graduação em Ciências Exatas, Engenharias, Ciências Sociais aplicadas, ou áreas afins, com ao menos 7 (sete) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação, após a obtenção de diploma de nível superior, ou com título de doutor, ou ainda, com grau de mestre há, no mínimo, 4 (quatro) anos.	Conhecimento das normas de propriedade intelectual. Experiência de mapeamento de patentes e transferência de tecnologia	1	D-B	3	1

3.2.4– Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas
			2019
1 - ANÁLISE DAS ATIVIDADES DE INOVAÇÃO DOS GRUPOS DE P&D DAS UPS DO INPE E MAPEAMENTO DE NOVAS OPORTUNIDADES.		Ativos de propriedade intelectual, especial, patentes por ÁREAS DE ATUAÇÃO e APLICAÇÃO	Ativos de propriedade intelectual, em especial, patentes por ÁREAS DE ATUAÇÃO e APLICAÇÃO
2 - ANÁLISE E		Registro de	Tendências de registro de patentes:



PROSPECÇÃO DAS LACUNAS E OPORTUNIDADES DE MERCADO SEGUNDO O MAPEAMENTO DE PROPRIEDADE INTELECTUAL POR GRUPOS DE P&D.	1	patentes	<ul style="list-style-type: none"> • Brasil Países selecionados
3 - TENDÊNCIAS DE MERCADO E TRANSBORDAMENTO DA PROPRIEDADE INTELECTUAL DO INPE		Oportunidades para inovação e transbordamento da tecnologia	Identificação de: <ul style="list-style-type: none"> • Novas aplicações para tecnologias existentes • Novos grupos / domínios tecnológicos de interesse • Atividades de proteção intelectual por parte de empresas, nas áreas de interface com o INPE.

3.2.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Outubro/2019	Novembro/2019	Dezembro/2019
Atividade 1			
Atividade 2			
Atividade 3			

3.2.6 – Produtos

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

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas
			2019



<p>Relatórios de conclusão das três etapas contendo os ativos de propriedade intelectual, em especial, patentes por ÁREAS DE ATUAÇÃO e APLICAÇÃO; ÁREAS DE ATUAÇÃO dos Grupos de Pesquisa e Desenvolvimento e as possíveis NOVAS ÁREAS DE APLICAÇÃO, ou seja, aquelas com maior potencial de inovação.</p>	1	<p>Tendências de inovação e registros de propriedade intelectual no Brasil e em países selecionados, nos grupos/domínios tecnológicos que podem ser beneficiados pelo transbordamento da propriedade intelectual atual do INPE.</p> <p>Tendências de mercado: Principais empresas atuantes nos grupos/domínios tecnológicos onde se concentra a propriedade intelectual atual do INPE. Evolução temporal das atividades de inovação tecnológica, baseados nos registros de propriedade intelectual, das principais organizações.</p>	1
---	---	--	---

3.2.7 – Resultados Esperados

Os resultados são mudanças observadas no curto prazo sobre indivíduos, grupos ou instituições, como resultado das intervenções realizadas.

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas 2019
<p>Identificação de novas aplicações para tecnologias existentes e novos grupos/domínios tecnológicos de interesse; atividades de proteção intelectual por parte de empresas, nas áreas de interface com o INPE.</p>	1	<p>Número de estratégias e ações elaboradas a partir das novas oportunidades de inovação e transbordamento de tecnologias do INPE.</p>	1

3.2.8 – Recursos Solicitados

3.2.8.1 – Custeio

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

3.2.8.2 – Bolsas

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	B	4.160,00	3	1	12.480,00

3.2.9 – Equipe do Projeto

Milton de Freitas Chagas Junior
Gabriel Torres De Jesus
João Ávila
Karina Pimenta Guedes Rabbath
Rutilene Farto Pereira

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 3 - Inovação Tecnológica

Subprojeto 3.3: Cenários em inovação tecnológica

3.3.1 – 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.

A pesquisa e o desenvolvimento tecnológico na área espacial, por lidar com temas de ponta e requisitos extremamente rigorosos, resultam numa atividade impulsionadora da inovação e da qualidade nas empresas, tanto as ligadas à própria área como a outras que utilizam tecnologias derivativas para produzir bens e serviços que criam valor econômico às sociedades que a financiam.

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.

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.

Planejamento de cenários é um método utilizado para apoiar o processo de planejamento estratégico de uma organização. Ao identificar tendências e incertezas principais, é possível construir cenários com possíveis estados futuros da organização, capturando ampla gama de possibilidades e detalhes. Os cenários desenvolvidos podem servir como base para a organização traçar estratégias para melhor enfrentar os possíveis cenários identificados, auxiliando a organização a se preparar e melhor planejar suas ações.

3.3.2 - Objetivo Geral

Desenvolvimento de cenários para orientar o planejamento de estratégias e ações de inovação do INPE, considerando o contexto espacial internacional e o contexto nacional de atuação do instituto.

2.1 Objetivo Específico 1: Desenvolvimento de cenários a partir de um estudo de caso para orientar o planejamento de estratégias e ações de inovação do INPE. Para atingir ao OE1 serão realizadas as seguintes atividades:

- Identificar o contexto, principais tendências e fatores de incerteza;
- Desenvolver os cenários a partir do delineamento de um estudo de caso de tecnologia crítica a ser definido na atividade 1;
- Checar a consistência dos cenários propostos, com possíveis estratégias e ações de inovação a partir do detalhamento do estudo de caso definido.



3.3.3 - Insumos

3.3.3.1 – Custeio

Não há previsão de itens de custeio para este projeto.

3.3.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
3.3.1	Formação em Ciências Exatas / Engenharias / Ciências Sociais Aplicadas ou áreas afins com título de Doutor e experiência efetiva mínima de 3 (três) anos em projetos de P&D ou extensão inovadora, observadas nos últimos 10 (dez) anos, após a obtenção do título, comprovada por meio do Curriculum Lattes nos campos Experiência Profissional e Projetos.		1	E-2	3	1

3.3.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas
			2019
1 - Identificar o contexto, principais tendências e fatores de incerteza;	1	Documento contendo os dados identificados.	1.1 Subsídios ao processo de desenvolvimento de cenários futuros

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas
			2019
2 - Desenvolver os cenários: delineamento de um estudo de caso de tecnologia crítica a ser definida durante a atividade 1.	1	Documento contendo a proposta de cenários.	2.1 Conjunto de cenários desenvolvidos
3 - Checar a consistência dos cenários propostos, com possíveis estratégias e ações de inovação: detalhamento do estudo de caso definido na atividade 2.	1	Documento contendo análise de consistência dos cenários propostos.	3.1 Análise dos cenários desenvolvidos

3.3.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Outubro/2019	Novembro/2019	Dezembro/2019
Atividade 1			
Atividade 2			
Atividade 3			

3.3.6 – Produtos

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

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas
			2019
Documento contendo os cenários desenvolvidos e análises realizadas no projeto.	1	Conjunto de cenários desenvolvido.	1

3.3.7 – Resultados Esperados

Os resultados são mudanças observadas no curto prazo sobre indivíduos, grupos ou instituições, como resultado das intervenções realizadas.

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas
			2019
Estudo relacionado a elaboração estruturada de cenários de inovação para o INPE.	1	Número de estratégias e ações elaboradas.	1



3.3.8 – Recursos Solicitados

3.3.8.1 – Custeio

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

3.3.8.2 – Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-E	2	4.550,00	3	1	13.650,00

3.3.9 – Equipe do Projeto

Milton de Freitas Chagas Junior
Gabriel Torres De Jesus
João Ávila
Karina Pimenta Guedes Rabbath
Rutilene Farto Pereira

3.3.10 - 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.
- SCHOEMAKER, P. J. H. Scenario Planning: A Tool for Strategic Thinking. **Sloan Management Review**, v. 36, n. 2, p. 25–40, 1995.



- O'BRIEN, F. . Scenario planning - lessons for practice from teaching and learning. **European Journal of Operational Research**, v. 152, n. 3, p. 709–722, 1 fev. 2004.



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

Subprojeto 4.1: Calibração e Testes de Qualificação do experimento ELISA/EQUARS

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. A Coordenação de Laboratórios Associados - COCTE atua no desenvolvimento de produtos, processos, protótipos, softwares e técnicas inovadoras nas áreas de novos materiais e sensores, tecnologia de plasma, combustão e propulsão, engenharia espacial, computação e matemática aplicada, visando atender missões espaciais e suas aplicações com o objetivo de promover o avanço da área espacial e do setor produtivo nacional.

Neste contexto, no Laboratório Associado de Plasmas (LABAP) que pertence ao COCTE, está em andamento o desenvolvimento de um Analisador Eletrostático de Energias a ser embarcado no satélite científico EQUARS do INPE. O instrumento já se encontra na fase de construção do modelo de qualificação, mas necessita ser calibrado em um feixe de elétrons com energias de 1 a 26 keV em construção no LABAP. Os elementos principais deste feixe (sistema de vácuo, fotocatodo, fontes de baixa e alta tensão, picoamperímetro, sistema de rotação em dois eixos) já estão instalados, mas alguns ajustes e modificações serão necessário para a otimização do sistema. Além disso a calibração propriamente dita do analisador terá que ser feita como parte das atividades necessárias para se atingir o Objetivo Específico 1 descrito abaixo. Para isso necessita-se de um bolsista de nível D-A para executar o subprojeto intitulado “Calibração e Testes de Qualificação do Experimento ELISA/EQUARS”. Neste subprojeto, o bolsista será responsável pela calibração do analisador em um feixe de elétrons especialmente construído para determinar o Fator Geométrico do instrumento, bem como a caracterização do referido feixe, que se encontra em construção. Além disso, o bolsista acompanhará e auxiliará na execução dos testes de qualificação espacial a serem feitos no Laboratório de Integração e Testes do INPE. Estes testes serão feitos no modelo de qualificação do instrumento, cuja fabricação será contratada junto a empresas qualificadas do setor espacial. A calibração será feita no modelo de engenharia do instrumento.

4.1.2 - Objetivo Geral

Desenvolver produtos, processos, protótipos, softwares e técnicas inovadoras nas áreas de novos materiais e sensores, tecnologia de plasma, combustão e propulsão, engenharia espacial, computação e matemática aplicada para atender missões espaciais e suas aplicações durante o período deste projeto.

Objetivo específico 1 - Construir um analisador eletrostático de energias (experimento ELISA – Electrostatic Energy Analyzer) para o satélite científico EQUARS (Equatorial Atmosphere Research Satellite) a ser lançado pelo INPE.



4.1.3 - Insumos

4.1.3.1 – Bolsas

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

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Qtidade
4.1.1	Formação em Engenharia Eletrônica, Engenharia Elétrica, Engenharia Mecatrônica, 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	Profissional com experiência de trabalho em laboratório científico com equipamentos de alto vácuo, eletrônica e conhecimento em tratamento e manipulação de dados experimentais. Desejável experiência na área espacial e/ou feixes e detectores de partículas.	1	D-A	55	1

4.1.4 - Atividades de Execução

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

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Determinação da constante do analisador	1	% execução	100				
Determinação da eficiência do detector	1	% execução		100			
Reconfiguração do feixe de elétrons	1	% execução		100			
Caracterização do feixe de elétrons	1	% execução			100		
Acompanhamento dos testes de qualificação	1	% execução			100		
Calibração do Analisador – energias de 1 a 10 keV	1	% execução				100	
Calibração do Analisador – energias de 10 a 30 keV	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
Determinação da constante do analisador		X	X							
Determinação da eficiência do detector			X	X						
Reconfiguração do Feixe de elétrons			X	X						
Caracterização do feixe de elétrons					X	X				
Acompanhamento dos testes de qualificação					X	X				
Calibração do Analisador - energias de 1 a 10 keV							X	X		
Calibração do Analisador - energias de 10 a 30 keV									X	X

4.1.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023



Feixe de elétrons construído e caracterizado	1	Entrega					X
Instrumento Elisa qualificado e calibrado	1	Entrega					X

4.1.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Capacitação do INPE no fornecimento de instrumentação científica embarcada	1	Instrumento ELISA com qualificação espacial					X

4.1.8 - Recursos Solicitados

Custos: não existe previsão de custeio para este projeto.

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00	55	1	286.000,00
Total (R\$)					286.000,00

4.1.9 - Equipe do Projeto

- Ing Hwie Tan
- Ricardo Toshiyuki Irita
- Bolsista PCI selecionado 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 desenvolvimento de materiais catalíticos

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, absorvedores de radiação eletromagnética 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 carbonosos/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, Matemática, Engenharia ou áreas afins, com 10 (dez) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação após a obtenção do diploma de	Com sólida experiência, em gestão de laboratório de química ou de materiais e processos e nas seguintes técnicas de caracterização: BET, FTIR, XPS, Técnicas Eletroquímicas e Caracterizações Eletromagnéticas. Ter experiência na área de materiais carbonosos e/ou	1	D-A	60	1



	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	poliméricos comprovadas através de publicações em revistas reconhecidas pelo Qualis-CAPES descritos no Currículo Lattes.				
--	--	--	--	--	--	--

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

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

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

4.2.9 - 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 Castilho Rodrigues http://lattes.cnpq.br/999177555597652	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: Sistema de rastreo e previsão de descargas elétricas atmosféricas a partir de técnicas de extrapolação espacial e temporal de imagens de satélite.

4.3.1 – Introdução

As descargas elétricas se tornaram recentemente uma variável climática essencial [1], uma vez que esta é considerada um sintoma de mudanças climáticas. Neste sentido, a comunidade internacional tem aplicado muito esforço para melhorar suas medidas e previsão. Contudo, ainda existem diversas limitações que afetam diretamente a confiabilidade de suas previsões. Somente a partir da aplicação de técnicas computacionalmente robustas em dados de alta resolução espaço-temporal que será viável superar as dificuldades relacionadas a variabilidade natural desse fenômeno. Como estes eventos são diretamente associados a elevados prejuízos a sociedade [2], melhorar as técnicas atuais de previsão a muito curto prazo (do inglês *nowcasting* [3]) para raios é essencial para mitigar estes danos. Logo, propõe-se a este projeto o objetivo de desenvolver e melhorar as técnicas de previsão para descargas elétricas. Para tanto, será necessário modernizar e implementar novas metodologias ao algoritmo *Forecasting and Tracking the Evolution of Cloud Clusters* (ForTraCC, [4]) criado pelo INPE inicialmente para rastrear aglomerados de nuvens convectivas a partir de imagens satelitais no espectro do infravermelho. Com as modificações que serão propostas, que incluem a reformulação completa do código para uma linguagem mais moderna, o sistema será capaz de assimilar os dados de descargas atmosféricas e radiâncias multicanais da nova geração de sensores a bordo do satélite geoestacionário GOES-16. Um trabalho como este objetiva resolver anseios da sociedade sobre o monitoramento de tempestades e, conseqüentemente, amplia a visibilidade do INPE perante a comunidade. Este subprojeto consta no Projeto 4 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE.

4.3.2 - Objetivo Geral

Como o objetivo geral dos projetos dos Laboratórios Associados do COCTE é desenvolver produtos, processos, protótipos, softwares e técnicas inovadores nas áreas de novos materiais e sensores, tecnologia de plasma, combustão e propulsão, engenharia espacial, computação e matemática aplicada para atender missões espaciais e suas aplicações durante o período deste projeto.

Este subprojeto objetiva desenvolver e implementar computacionalmente métodos para rastrear, analisar e prever sistemas associados a descargas elétricas medidas a partir de sensores espaciais. Em conformidade com o objetivo específico 1.6 (EO1.6) que pretende desenvolver e implementar computacionalmente métodos para analisar e modelar sistemas não lineares e complexos relacionados às áreas de atuação do INPE. Além disso, analisar e implementar o uso das técnicas em complementariedade as metodologias de aprendizado de máquina para melhor determinar padrões meteorológicos que podem ajudar na previsão de tempo e clima.



Objetivo Específico 1:

Em conformidade ao proposto no projeto institucional, e relacionado aquele que se refere ao objetivo específico 1.6 (EO1.6), em complementaridade, pretende-se desenvolver e implementar computacionalmente métodos de extrapolação espacial e temporal para analisar e modelar sistemas não lineares e complexos, como a previsão de descargas elétricas, relacionados às áreas de atuação do INPE.

Objetivo Específico 2:

Além do supracitado, objetiva-se também implementar uma interface computacional para utilização e execução dentro de um ambiente operacional das ferramentas desenvolvida para o monitoramento e previsão de descargas elétricas. Além disso, verificar, validar e testar modelos físico matemáticos computacionais desenvolvidos ao longo do trabalho, apresentando os possíveis erro associados ao monitoramento e previsão, consolidando assim confiabilidade nos produtos desenvolvidos pela instituição.

4.3.3 - Insumos

Não existe previsão de custeio para este projeto.

4.3.3.1 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
4.3.1	Formação em Matemática, Física, Meteorologia, Ciência ou Engenharia da Computação, Engenharia Elétrica ou áreas afins, com 7 (sete) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação após a obtenção do diploma de	Técnicas de Inteligência Artificial; Processamento de imagens de satélite; Banco de dados relacionais e espaciais; Visualização Científica; Gerenciamento de sistemas baseado em Linux; Linguagens Python e Fortran; Inglês Técnico Científico.	1,2	D-B	3	1



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

4.3.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			2019		
			Out	Nov	Dez
Criação de um banco de dados georreferenciado e o desenvolvimento de um sistema de rastreamento de descargas elétricas	1, 2	Sistema de rastreamento/previsão desenvolvido e documentação apresentada (% entregue)	40	40	20
Validação da performance do modelo e definição dos erros associados	1,2	Definição das incertezas (% definidas)		50	50
Interface das ferramentas desenvolvidas para ambiente operacional do INPE.	1,2	Algoritmos de operacionalização do sistema de previsão (% entregue)		20	80

4.3.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	2019		
	Out	Nov	Dez
Desenvolvimento do sistema de rastreamento e previsão	X	X	X
Verificação da performance		X	X
Preparação para execução em ambiente operacional		X	X

4.3.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			2019		
			Out	Nov	Dez



Documentação dos procedimentos a serem executado no ambiente operacional e de pesquisa	1,2	Relatórios ou tutoriais dos algoritmos (Entrega)			X
Sistema de rastreo/previsão de tempo severo	1,2	Algoritmo de execução em ambiente operacional e de pesquisa (Entrega)	X	X	X

4.3.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			2019		
			Out	Nov	Dez
Aplicações das técnicas de domínio do profissional nos campos de estudos do INPE e seus colaboradores	1,2	Capacitação profissional (quantidade)	1	1	1
Algoritmo para a integração dinâmica dos dados do INPE aos softwares de rastreamento e previsão	1,2	Ferramenta para análise meteorológica (quantidade entregue)	1	1	1
Artigos científicos ou notas técnicas/capacitação nas ferramentas desenvolvidas	1,2	Publicações e oferecimento de seminários ou minicursos sobre as etapas desenvolvidas (quantidade)		1	1

4.3.8 - 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			



	B	4.160,00	3	1	12.480,00
	C	3.380,00			
	D	2.860,00			
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					12.480,00

4.3.9 - Equipe do Projeto

- Alan James Peixoto Calheiros (LabAC/CoCTE, responsável)

<http://lattes.cnpq.br/5419406895036725>

- Rafael Duarte Coelho dos Santos (LabAC/CoCTE)

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

- Daniel Alejandro Vila (DiDSA/CPTEC)

<http://lattes.cnpq.br/6440821154496824>

- Kleber Pinheiro Naccarato (CCST)

<http://lattes.cnpq.br/6324293045209180>

- Bolsista PCI classificado por meio deste edital

4.3.10 - Referências Bibliográficas

[1] AICH, V., R. HOLZWORTH, S. J. GOODMAN, Y. KULESHOV, C. PRICE, AND E. WILLIAMS (2018), Lightning: A new essential climate variable, *Eos*, 99, <https://doi.org/10.1029/2018EO104583>. Published on 07 September 2018.

[2] HOLLE, R. L. A Summary of recent national-scale lightning fatality studies. *American Meteorological Society*, v. 8, p. 35 - 42, Jan 2016.

[3] CALHEIROS, A. J. P., ENORÉ, D. P., MATTOS, E. V., da COSTA, I. C., & MACHADO, L. A. T. SISTEMA DE PREVISÃO IMEDIATA: DESCRIÇÃO DOS PRODUTOS. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 2017.

[4] VILA, D. A.; MACHADO, L. A. T.; LAURENT, H.; VELASCO, I. Forecast and Tracking the Evolution of Cloud Clusters (ForTraCC) Using Satellite Infrared Imagery: Methodology and Validation. *American Meteorological Society*, v. 23, p. 233 – 245, Apr 2008.



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

Subprojeto 4.4: Integração Dinâmica de Bases de Dados de Aplicações Espaciais em Plataforma de Laboratório Virtual

4.4.1 – Introdução

Um laboratório virtual é um ambiente interativo para a criação e execução de experimentos simulados. No caso do INPE, existem diversas bases de dados a respeito de fenômenos meteorológicos, clima espacial e ciências da terra que são de interesse de pesquisadores que realizam estudos nessas áreas. Uma abordagem viável seria, ao invés dos pesquisadores baixarem uma quantidade muito grande de dados para executarem seus algoritmos, eles enviariam o código de suas análises para ser executado diretamente em um ambiente controlado do laboratório virtual. Para isso ser possível, seria necessária uma plataforma com mecanismos de adaptação para execução de uma lógica que não é previamente conhecida.

Essa plataforma permitiria através de metadados a integração com diversos tipos de base de dados, como de dados meteorológicos e dados de clima espacial, assim como possíveis interfaces para exibição dos dados, como tabelas, gráficos temporais e exibição em mapas. Tanto as bases de dados quanto as saídas funcionarão como plugins que podem ser desenvolvidos de forma independente e anexados a plataforma.

Dessa forma, a ideia é criar uma plataforma onde pesquisadores possam desenvolver e submeter componentes com a implementação de análises baseadas nos dados presentes no laboratório virtual. Essa plataforma terá como requisito principal que usuários possam enviar componentes de software para serem carregados dinamicamente, representando novos experimentos no contexto do laboratório virtual. Esses componentes poderão ser submetidos pelo público em geral, fomentando a comunidade a contribuir com produtos utilizando os dados do INPE.

Os dados do projeto EMBRACE servirão para a criação de uma implantação piloto da plataforma. Esse projeto foi proposto em uma reunião do conselho do EMBRACE e aprovado pelos conselheiros. Durante o projeto será feito contato com outras áreas do INPE de forma a buscar outras bases para também serem integradas a plataforma.

Este subprojeto consta no Projeto 4, Objetivo Específico 1.2 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE. O subprojeto está inserido no PI do INPE no OE 1.2 na página 70.

4.4.2 - Objetivo Geral

O objetivo geral do 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- *Criar uma plataforma de laboratório virtual que possibilite o envio de componentes para análises envolvendo dados de bases de informações do INPE, permitindo a participação da comunidade na geração de produtos e a disponibilização mais rápida dos resultados.*

A utilização da plataforma desenvolvida será realizada primeiramente dentro do projeto EMBRACE, sendo esse apoio e interesse já aprovado em reunião do conselho. Dessa forma, novas análises envolvendo os dados já coletados poderão ser disponibilizadas mais rapidamente.

Devido a bolsa solicitada ter um escopo limitado de 3 meses, encaminha-se os objetivos específicos desse projeto dentro do escopo apresentado:

- Objetivo Específico 1.1: Criar uma API para integração de bases de dados na plataforma de laboratório virtual.
- Objetivo Específico 1.2: Realização de uma prova de conceito com a integração de dados do EMBRACE na plataforma.

4.4.3 - Insumos

4.4.3.1 – Bolsas

Descrever a necessidade de agregação de especialistas, pesquisadores e técnicos, com vistas à execução dos objetivos específicos do projeto 1, bem como, o quantitativo de bolsas PCI por nível necessário à inclusão destes recursos humanos.

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Qtidade
4.4.1	Profissional com diploma de nível superior em Ciência da Computação ou áreas afins e experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação.	Profissional com Experiência em Engenharia de Software; Programação orientada a objetos na linguagem Java; Banco de dados; Desenvolvimento web em Java (desejável); API de Reflexão (desejável); Criação de testes de unidade; Ferramentas de desenvolvimento:	1	D-D	3	1



		Git, Servidor de Integração Contínua, Trello e Tomcat .					
--	--	---	--	--	--	--	--

4.4.4 - Indicadores

Essa seção descreve os indicadores que serão utilizados para avaliar o andamento das atividades do projeto:

- **Adequação aos Requisitos (AR):** Será verificado se a atividade atendeu os requisitos necessários para o andamento do projeto.
- **Percentual de Funcionalidades Desenvolvidas (PFD):** Será feito um levantamento de funcionalidades que precisam ser implementadas para a desenvolvimento de um componente de software para aquela tarefa. Será feita uma estimativa de esforço através de uma técnica chamada User Story Points e esse indicador irá representar a quantidade de User Story Points atendidas.
- **Cobertura de Testes (CT):** É uma medida de qualidade do software desenvolvido, pois representa a porcentagem do código que é coberto por testes automatizados.

4.4.5 - Atividades de Execução

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

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Definição de API baseada em metadados	1.1	AR	X				
Implementação de Validação de API	1.1	PFD e CT	X				
Implementação de funcionalidade de integração de bases de dados	1.2	PFD e CT	X				
Seleção de dados do EMBRACE para participação	1.2	AR	X				
Criação de prova de conceito	1.2	AR e PFD	X				
Documentação dos resultados	1.1 e 1.2	AR	X				

4.4.6 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre									
	2019		2020		2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Definição de API baseada em metadados		X								
Implementação de Validação de API		X								
Implementação de funcionalidade de integração de bases de dados		X								
Seleção de dados do EMBRACE para participação		X								
Criação de prova de conceito		X								
Documentação dos resultados		X								

4.4.7 – 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	2022	2023
Prova de conceito para plataforma de laboratório virtual	1.1	AR, PFD e CT	X				

4.4.8 – Resultados Esperados

Os resultados esperados com esse projeto serão os seguintes:

- Resultado 1 – Prova de conceito de plataforma dinâmica de laboratório virtual – Criação de uma prova de conceito da plataforma de software para a integração dinâmica de análises envolvendo os dados do INPE
- Resultado 2 – Maior participação da comunidade na criação de produtos – Com uma maior simplicidade no desenvolvimento de produtos com os dados do INPE, espera-se uma maior participação da comunidade.



Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Resultado 1	1.1 e 2.1	AR, PFD e CT	X				
Resultado 2	1.1 e 2.1	AR		X			

4.4.9 - Recursos Solicitados

Custos: não existe previsão de custeio para este projeto.

Bolsas:

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

4.4.10 - Equipe do Projeto

- Eduardo Martins Guerra – Pesquisador Titular (LABAC) – coordenador da bolsa
- Bolsista PCI-DD (a ser selecionado)

4.4.11 - Referências Bibliográficas

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



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

Subprojeto 4.5: Elaboração e montagem de parte do banco de testes do ICDH do Experimento ELISA/EQUARS

4.5.1 – Introdução

Este subprojeto consta no Projeto 4 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE. A Coordenação de Laboratórios Associados - COCTE atua no desenvolvimento de produtos, processos, protótipos, softwares e técnicas inovadores nas áreas de novos materiais e sensores, tecnologia de plasma, combustão e propulsão, engenharia espacial, computação e matemática aplicada, visando atender missões espaciais e suas aplicações com o objetivo de promover o avanço da área espacial e do setor produtivo nacional.

Neste contexto, no Laboratório Associado de Plasmas (LABAP) que pertence ao COCTE, está em andamento o desenvolvimento de um Analisador Eletrostático de Energias a ser embarcado no satélite científico EQUARS do INPE - consta como objetivo específico 2.3 (OE2.3) no Projeto 4 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023. Entre as atividades necessárias para se atingir esse objetivo específico está o desenvolvimento de um dos submódulos que compõe o instrumento, a Interface de Controle e Manipulação de Dados (*Interface Control and Data Handling –ICDH*). Ele está em fase de finalização e entrega do modelo de engenharia por uma empresa contratada, com previsão de entrega para meados de 2020. Porém o seu aceite depende de uma série de testes funcionais de validação e para isso necessita-se da elaboração e montagem de um banco de testes baseados em circuitos eletrônicos que simulem os vários cenários de operação dele com os outros submódulos e módulos do instrumento ELISA. O bolsista de nível D-D executará o subprojeto intitulado “Elaboração e montagem de parte do banco de teste do ICDH do Experimento ELISA/EQUARS”. Neste subprojeto, o bolsista será responsável pela elaboração e montagem de apenas uma parte do banco de testes devido ao pouco período de execução.

4.5.2 - Objetivo Geral

Desenvolver produtos, processos, protótipos, softwares e técnicas inovadores nas áreas de novos materiais e sensores, tecnologia de plasma, combustão e propulsão, engenharia espacial, computação e matemática aplicada para atender missões espaciais e suas aplicações durante o período deste projeto.

Objetivo específico 1 - Construir um analisador eletrostático de energias (experimento ELISA – Electrostatic Energy Analyzer) para o satélite científico EQUARS (Equatorial Atmosphere Research Satellite) a ser lançado pelo INPE.

Objetivo específico 1.1 - Desenvolvimento de submódulo Interface de Controle e Manipulação de Dados (*Interface Control and Data Handling –ICDH*).



Objetivo específico 1.1.1 - Elaboração e montagem de banco de testes baseados em circuitos eletrônicos que simulem os vários cenários de operação entre os submódulos e módulos do instrumento ELISA..

4.5.3 - Insumos

4.5.3.1 – Bolsas

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

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/ Nível	Meses	Quantidade
4.5.1	Profissional com diploma de nível superior em Engenharia da Computação ou Engenharia Eletrônica e experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação.	Profissional com prática em elaboração de PCBs, circuitos digitais, microcontroladores, circuitos de aquisição de sinais (tratamento e manipulação de dados experimentais). Desejável experiência com simulador de circuitos elétricos.	1,1.1, 1.1.1	D-D	3	1

4.5.4 - Atividades de Execução

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

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas 2019		
			Out	Nov	Dez
Levantamento dos parâmetros básicos de entrada e saídas dos módulos e submódulos que compõe o instrumento Elisa	1,1.1, 1.1.1	% execução	100		
Apresentação da Proposta de testes a ser implementado	1,1.1, 1.1.1	% execução	50	100	
Montagem e testes no Programa simulador de circuitos elétricos	1,1.1, 1.1.1	% execução		100	

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

4.5.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Meses		
	2019		
	Out	Nov	Dez
Levantamento dos parâmetros básicos de entrada e saída dos módulos e submodulos que compõe o instrumento Elisa	X		
Apresentação da Proposta de testes a ser implementado	X	X	
Montagem e testes no Programa simulador de circuitos elétricos		X	
Montagem e testes dos circuitos elétricos no Protoboard		X	
Elaboração do PCB		X	X
Montagem e testes dos circuitos elétricos no PCB		X	X
Apresentação completa do teste em bancada			X
Elaboração relatório (manual) do teste apresentado ate o momento			X

4.5.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas 2019		
			Out	Nov	Dez
Parâmetros básicos de entrada e saída dos módulos e submodulos que compõe o instrumento Elisa	1,1.1, 1.1.1	Identificação dos Parâmetros	Identificados		
Proposta de testes a ser implementado	1,1.1, 1.1.1	Procedimentos detalhados	Iniciado	Finalizado	
Circuitos elétricos no Simulador	1,1.1, 1.1.1	Desenho e etapas de simulação		Totalmente efetuados	
Placa de circuito impresso - PCB	1,1.1, 1.1.1	Layout e placa física		Layout feito	Placa feita



Testes implementado em bancada	1.1.1, 1.1.1	Procedimentos detalhados			Totalmente realizado
Apresentação do teste em bancada	1.1.1, 1.1.1	Montagem e procedimentos			Apresentados completamente
Relatório (manual) do teste apresentado até o momento	1.1.1, 1.1.1	Confecção			Completo

4.5.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas 2019		
			Out	Nov	Dez
Realização do teste em bancada	1.1.1, 1.1.1	Sinais enviados e recebidos corretamente			Identificados, apresentados e verificados com êxito

4.5.8 - Recursos Solicitados

Custos: não existe previsão de custeio para este projeto.

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	D	2.860,00	3	1	8.580,00
Total (R\$)					8.580,00

4.5.9 -Equipe do Projeto

- Ing Hwie Tan
- Ricardo Toshiyuki Irita
- Bolsista PCI selecionado através deste edital



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

Subprojeto 4.6: Projeto Plasma MAGnetizado - PMAG

4.6.1 – Introdução

Este subprojeto consta no Projeto 4 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2019-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE. O experimento PMAG tem como objetivo estudar fenômenos básicos de plasma tanto espaciais como de laboratório consta como objetivo específico 2.4 (OE2.4) no Projeto 4 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023. Especificamente estará voltado ao estudo de instabilidades e turbulência nestes plasmas. Esta pesquisa será tanto experimental, teórica e utilizando simulação numérica. Todos os subsistemas para a montagem do experimento estão disponíveis e, para a aglutinação dos mesmos visando colocá-lo em funcionamento, está na dependência de finalizar uma mesa de sustentação e suportes para as bobinas magnéticas. O trabalho a ser desenvolvido pelo bolsista consiste no período da bolsa na montagem da mesa de sustentação.

4.6.2 - Objetivo Geral

Desenvolver um experimento versátil em seus parâmetros de plasma e topologias do campo magnético para estudo de instabilidades e turbulência em plasmas tanto do ambiente espacial (magnetosferas planetárias e física solar) quanto de laboratório. O objetivo deste experimento é a pesquisa de fronteira na física destes plasmas.

Esta pesquisa deverá aglutinar competências desenvolvidas em outros departamentos do INPE como o LABAC/COCTE e COCEA/DIDGE.

Objetivo Específico 1:

Montagem de uma mesa de sustentação para o projeto PMAG seguindo o projeto já feito para a mesma utilizando perfis padronizados de alumínio e componentes mecânicos padronizados, materiais já disponíveis no laboratório.

4.6.3 - Insumos

4.6.3.1 – Bolsas

Para realizar a montagem desta mesa é necessário de um técnico mecânico capacitado para usinagem e ajustes finos na confecção, alinhamento e nivelamento da mesa.

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
	Técnico de nível médio com diploma	Torneiro mecânico, especialista em	1	DE	3	1



4.6.1	de Escola Técnica em Mecânica ou áreas afins, reconhecido pelo MEC, e com experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação.	fresa e ferramentaria. Usinagem de peças diversas com experiência mínima de 10 anos no setor aeroespacial				
-------	---	---	--	--	--	--

4.6.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas 2019		
			outubro	novembro	dezembro
Usinagem de diversas peças e montagem da mesa de sustentação do experimento PMAG	1	Porcentagem de execução de usinagem das peças e aglutinação dos subsistemas.	30 %	30%	40%

4.6.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Mês		
	2019		
	outubro	novembro	dezembro
Usinagem de diversas peças e montagem da mesa de sustentação do experimento PMAG	X	X	X



4.6.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas 2019		
			outubro	novembro	dezembro
Mesa em perfis de alumínio padronizado, alinhada e nivelada.	1	Mesa alinhada e nivelada entregue			X

4.6.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas 2019		
			outubro	novembro	dezembro
Ter disponível uma mesa alinhada e nivelada para poder montar o PMAG, especificamente bobinas magnéticas e sistema de vácuo do experimento.	1	entrega			X

4.6.8 - Recursos Solicitados

Apresenta-se a seguir a totalidade de recursos solicitados para o Subprograma de Capacitação Institucional.

Custeio:

Não se aplica.

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00			
	C	3.380,00			
	D	2.860,00			
	E	1.950,00	03	01	5.850,00
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					5.850,00



4.6.9 - Equipe do Projeto

Renato Sérgio Dallaqua-Pesquisador –COCTE/LABAP
Margarete Oliveira Domingues –Pesquisador –COCTE/LABAC
Luis Eduardo Antunes –Pesquisador –COCEA/DGE
Rafael Faria Santana –Iniciação Científica

4.6.10 - Referências Bibliográficas

- [1] R.S.Dallaqua, S.W.Simpson, E.Del Bosco:Radial magnetic Field in vacuum arc centrifuge; Physics D, Applied Physics, vo.30, no.18, PP.2585-2590, 1997
- [2] M.J.Hole, R.S.dallaqua,S.W.Simpson, E.Del Bosco: Plasma instability of vacuum arc centrifuge, Physical Review E, 65(4),046409,2002
- [3] D.R.Austin, M.J.Hole, P.A.Robinson, I.R.Cairns,R.S.Dallaqua:Laboratory evidence for stochastic wave growth, Physical Review Letters, 99,205004, 2007
- [4] M.O.Domingues, S.M.Gomes, O.Russel, K.Schneider: An adaptive multiresolution scheme with local time for evolutionary PDEs: Journal of Computational Physics, vol.227, n0.8,pp.3758-3780,2008
- [5] MG.Kivelson, D.J.Southwood: Dynamical consequences of two modes of centrifugal instability in Jupiter outer magnetosphere: Journal of Geophysical Research, 110, A12209, 2005
- [6] D.B.Melrose: Instabilities in space and laboratory plasmas, Cambridge University Press, 1986
- [7] M.W.Kunz et.al.: Firehose and mirror instabilities in a collisionless shearing plasma, Physical Review Letters,112,205003,2018
- [8] V.Y.Trakhengerts, M.J.Rycroft; Whystlers and Alfven mode cyclotron masers in space, Cambridge Atm.and Space Science Series, 2008
- [9] A.A.Schekochihin et.al.: Astrophysical Gyrokinetics: Kinetic and fluid turbulent cascades in magnetized weakly collisional plasmas, The Astrophysical Journal Series, 2009



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

Subprojeto 4.7: Análise de Medidas e Elaboração da Documentação de Construção das Sondas Eletrostáticas do Satélite EQUARS

4.7.1 – Introdução

Este subprojeto consta no Projeto 4 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE. A Coordenação de Laboratórios Associados - COCTE atua no desenvolvimento de produtos, processos, protótipos, softwares e técnicas inovadores nas áreas de novos materiais e sensores, tecnologia de plasma, combustão e propulsão, engenharia espacial, computação e matemática aplicada, visando atender missões espaciais e suas aplicações com o objetivo de promover o avanço da área espacial e do setor produtivo nacional.

Neste contexto, no Laboratório Associado de Plasmas (LABAP) que pertence ao COCTE, está em andamento o desenvolvimento de um Analisador Eletrostático de Energias a ser embarcado no satélite científico EQUARS do INPE (objetivo específico 2.3 (OE2.3) no Projeto 4). O analisador eletrostático irá medir o espectro de energias de elétrons entre 1keV e 27keV que precipitam na Anomalia Magnética do Atlântico Sul (SAMA) e têm forte influência na ocorrência de irregularidades na densidade do plasma ionosférico. Para a detecção destas irregularidades sondas eletrostáticas (experimento IONEX) serão embarcadas no satélite para a medida de densidade e temperatura eletrônica ambientes do plasma ionosférico.

Versões similares deste instrumento foram lançadas em foguetes sub-orbitais, sendo que a última campanha, denominada Operação Mutiti, ocorreu em dezembro de 2018. O bolsista de nível PCI-E1 irá fazer a análise dos dados obtidos pelas sondas nesta operação para verificar seu funcionamento e auxiliar na definição da configuração ideal para o lançamento das sondas no satélite EQUARS. Este subprojeto intitulado “Análise de Medidas e Elaboração da Documentação de Construção das Sondas Eletrostáticas do Satélite EQUARS” auxiliará na otimização das operações conjuntas dos instrumentos EQUARS concernentes ao estudo das irregularidades ionosféricas.

4.7.2 - Objetivo Geral

Desenvolver produtos, processos, protótipos, softwares e técnicas inovadores nas áreas de novos materiais e sensores, tecnologia de plasma, combustão e propulsão, engenharia espacial, computação e matemática aplicada para atender missões espaciais e suas aplicações durante o período deste projeto.

Objetivo Específico 1: Construir um analisador eletrostático de energias (experimento ELISA – Electrostatic Energy Analyzer) para o satélite científico EQUARS (Equatorial Atmosphere Research Satellite) a ser lançado pelo INPE.

4.7.3 - Insumos

4.7.3.1 – Bolsas

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

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
4.7.1	Doutor em Geofísica Espacial com experiência efetiva mínima de 6 (seis) anos em projetos de P&D ou extensão inovadora, observadas nos últimos 10 (dez) anos, após a obtenção do título, comprovada por meio do Currículo Lattes nos campos Experiência Profissional e Projetos.	Profissional com experiência em análise de dados de sondas eletrostáticas embarcadas em sistemas espaciais.	1	E-1	1	1

4.7.4 - Atividades de Execução

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

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas 2019		
			Outubro	Novembro	Dezembro
Análise das medidas de temperatura e densidade eletrônica feitas na operação Mutiti	1	% execução			100



Elaboração da documentação da construção das sondas eletrostáticas do satélite EQUARS	1	% execução			100
---	---	------------	--	--	-----

4.7.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	2019		
	Outubro	Novembro	Dezembro
Análise das medidas de Temperatura e densidade eletrônica feitas pelas sondas da operação Mutiti			X
Elaboração da documentação da construção das sondas eletrostáticas do satélite EQUARS			X

4.7.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas 2019		
			Outubro	Novembro	Dezembro
Perfil de temperatura e densidade eletrônica na operação Mutiti	1	Entrega			X
“Dossiê as Designed” das sondas eletrostáticas do EQUARS	1	Entrega			X

4.7.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas 2019		
			Outubro	Novembro	Dezembro
Otimização da operação conjunta ELISA/IONEX	1	Dossiê as Designed das sondas eletrostáticas do EQUARS			X

4.7.8 - Recursos Solicitados

Não há previsão de custeio para este projeto

Bolsas:

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



4.7.9 - Equipe do Projeto

- Ing Hwie Tan
- Ricardo Toshiyuki Irita
- Bolsista PCI selecionado através deste edital



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

Subprojeto 4.8: Estudo Cinético Teórico da Hidrodehalogenação de Substâncias Depletoras da Camada de Ozônio

4.8.1 – Introdução

Os Halons (fluorocarbonetos bromados/clorofluorcarbonetos - CFC's) [1] representam um grupo de produtos químicos que apresentam propriedades desejáveis para uma ampla gama de aplicações industriais e de consumo, incluindo refrigeração, supressão de incêndio e fabricação de espumas poliméricas. Infelizmente, esses produtos químicos são potentes substâncias destruidoras do ozônio (Ozone Depleting Substances - ODS) e sintetizadoras de gases de efeito estufa (Green House Gases - GEE). O amplo uso desses produtos químicos causou sérios danos à camada de ozônio e contribuiu significativamente para o aquecimento global.

As substâncias que destroem a camada de ozônio (ODSs), listadas nos Anexos do Protocolo de Montreal (1987) [1], contêm bromo e/ou cloro e têm vida útil longa o suficiente para permitir a difusão na estratosfera, onde são dissociados pela radiação ultravioleta. O processo de dissociação provoca a liberação de átomos de bromo e cloro, que estão envolvidos cataliticamente na destruição do ozônio. Estima-se que 1 molécula de cloro possa decompor mais de 100.000 moléculas de ozônio antes de ser removida e que um átomo de bromo seja de 40 a 100 vezes mais efetivo que um átomo de cloro na destruição do ozônio. [2, 3]

Uma caracterização precisa das taxas de reação térmica e das razões de ramificação do produto das reações, sob condições apropriadas, é essencial para uma modelagem precisa da química da atmosfera planetária, nas nuvens interestelares e em processo de combustão. As moléculas hidrogenadas têm uma importante contribuição para a destruição da camada de ozônio. Assim sendo, as reações $CF_xCl_yBr_z + H$ (x, y ou $z = 0, 1, 2$ ou 3) serão investigadas neste projeto para esclarecer quais reações contribuem para a degradação da camada de ozônio.

Para investigar teoricamente os mecanismos cinéticos de reações, será necessário seguir alguns passos, que são: - determinar as energias, geometrias, frequências vibracionais, propriedades eletrônicas e termodinâmicas (entalpia, calor formação,

entropia e outros) de todas as espécies envolvidas na reação; - determinar o caminho de energia mínima (MEP) e a coordenada de reação intrínseca (IRC) para saber se um processo global envolve duas diferentes estruturas TS; onde os resultados serão utilizados na determinação da taxa de reação. As taxas de reação, os caminhos de mínima energia (MEP) e as propriedades, tais como Entalpia, Entropia e Calor Específico, etc., das reações que serão determinadas com o código APUAMA [4], e comparadas com valores experimentais e/ou teóricos, quando disponíveis.

Este subprojeto consta no PROJETO DE DESENVOLVIMENTO E DE PESQUISA DOS LABORATÓRIOS ASSOCIADOS do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE.

4.8.2 - Objetivo Geral

Desenvolver um experimento versátil em seus parâmetros de plasma e topologias de campo magnético para estudo de instabilidades e turbulência em plasmas do ambiente espacial (magnetosferas planetárias e física solar) – PMAGE (OE2.4, pagina 70 do PCI/INPE 2018-2023).

Desenvolver modelos físicos e computacionais para aprimorar o entendimento dos processos químicos, físicos, fotoquímicos e dinâmicos da alta atmosfera, estudando reações de hidrodesalogenação de Halons que levam à formação de moléculas mais estáveis e, conseqüentemente, não contribuem para a destruição da camada de ozônio, investigando rotas alternativas e possíveis substitutos das substâncias depletoras da camada de ozônio.

- **Objetivo Específico 1:**

Desenvolver modelos teóricos, computacionais e metodologias para pesquisar as reações que contribuem para a destruição da camada de Ozônio.

- **Objetivo Específico 2:**

Implementação do código computacional APUAMA para cálculos de taxas de reação para tratar os efeitos das excitações e anarmonicidade das vibrações das moléculas/radicais envolvidas nas reações com base na espectroscopia vibracional.



- Objetivo Específico 3:

Otimizar as geometrias de reagentes, produtos e estados de transição utilizando conjunto de base aug-cc-pVXZ (X=D, T, Q, 5 e 6) usando métodos de correlação eletrônica (MPx), do funcional da densidade (DFT) e coupled cluster (CC).

- Objetivo Específico 4:

Calcular as frequências vibracionais harmônicas e anarmônicas de reagentes, produtos e estruturas de transição, identificando por análise vibracional de todos os estados vibracionais (fundamental e excitados), envolvidos nas reações.

- Objetivo Específico 5:

Cálculo da coordenada intrínseca da reação (IRC) para confirmar que a estrutura de transição encontrada conecta os reagentes aos produtos.

- Objetivo Específico 6:

Construir as superfícies de energia potencial (SEP) das espécies envolvidas nas reações propostas.

- Objetivo Específico 7:

Calcular as energias das espécies (reagentes, TS's e produtos) utilizando o nível teórico altamente correlacionado CCSD(T) (coupled-cluster com perturbações simples, duplas e um tratamento perturbativo das triplas conectadas), usando os conjuntos de bases aug-cc-PVXZ (X=D, T, Q, 5 e 6).

- Objetivo Específico 8:

Determinar a taxa de reação das reações de hidrodessalogenação de halons, $CF_xCl_yBr_z + H$ (x, y ou z = 0, 1, 2 ou 3) utilizando o código APUAMA.

- Objetivo Específico 9:

Criação e implantação de um Banco de Dados, Processamento, Assimilação e Divulgação de dados científicos relacionados às reações de substâncias depletoras da



camada de ozônio que sejam de interesse da Instituição, da Comunidade Científica e da Sociedade em geral.

- Objetivo Específico 10:

Redação de artigos completos para publicação em periódicos internacionais especializados.

4.8.3 - Insumos

4.8.3.1 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico (OE)	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
4.8.1	Doutor em Física Atômica Molecular com experiência efetiva mínima de 6 (seis) anos em projetos de P&D ou extensão inovadora, observadas nos últimos 10 (dez) anos, após a obtenção do título, comprovada por meio do Currículo Lattes nos campos Experiência Profissional e Projetos.		1-10	E1	3	1

4.8.4 - Atividades de Execução

Atividades	OE	Indicadores	Meses		
			Outubro	Novembro	Dezembro
Revisão de literatura para identificar as abordagens utilizadas para a implementação do código APUAMA	1	% execução levantamento e documentação dos estudos das reações	100		



Levantamento dos modelos teóricos (nível de cálculo e funções de base)	1	% execução levantamento e documentação dos estudos das reações	100		
Determinação dos mecanismos cinéticos das reações	1	% execução	100		
Implementação dos efeitos anarmônicos vibracionais no código APUAMA	2	% execução	100		
Otimização das geometrias das espécies (moléculas e/ou radicais) das reações	3	% execução	50	50	
Cálculo das propriedades eletrônicas e termodinâmicas dos reagentes, moléculas, radicais e produtos	4	% execução	50	50	
Determinação das estruturas de transição das reações	5	% execução		100	
Cálculo da coordenada intrínseca da reação	5	% execução		100	
Determinação das Superfícies de Energia Potencial	6	% execução		100	
Calcular as energias das espécies utilizando o níveis teóricos altamente correlacionados	7	% execução		100	
Cálculos das taxas de reação	8	% execução		30	70
Criação/implantação do Banco de Dados das ODS's	9	% execução		30	70

4.8.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Período (meses)		
	Outubro	Novembro	Dezembro
Revisão de literatura para identificar as abordagens utilizadas para a implementação do código APUAMA	X		
Levantamento dos modelos teóricos (nível de cálculo e funções de base)	X		
Determinação dos mecanismos cinéticos das reações	X		
Implementação dos efeitos anarmônicos vibracionais no código APUAMA	X		
Otimização das geometrias das espécies (moléculas e/ou radicais) das reações	X	X	
Cálculo das propriedades eletrônicas e termodinâmicas dos reagentes, moléculas, radicais e produtos	X	X	
Determinação das estruturas de transição das reações		X	



Cálculo da coordenada intrínseca da reação		X	
Determinação das Superfícies de Energia Potencial		X	
Calcular as energias das espécies (reagentes, TS's e produtos) utilizando o níveis teóricos altamente correlacionados		X	
Cálculos das taxas de reação		X	X
Criação/implantação do Banco de Dados das ODS's		X	X

4.8.6 – Produtos

Produtos	OE	Indicadores	Metas		
			Outubro	Novembro	Dezembro
Código APUAMA	2	Produto Software (versão 5)	X		
Banco de Dados ODS's	9	% entrega		40	60
Formação de estudantes nas áreas da pesquisa	1-10	Estudantes	1	1	1
Divulgação científica em congressos ou similares	10	* N° de pôsteres apresentados/ período. * N° de apresentações orais		2	2
Artigos publicados em congressos e/ou revistas	10	Número de artigos publicados em congressos e/ou revistas			3

4.8.7 – Resultados Esperados

Resultados	OE	Indicadores	Metas						
			0-15	15-30	30-45	45-60	60-75	75-90	
Desenvolvimento/ implementação de ferramenta de software para cálculo de taxas de reação	2	Produto Software (versão 5)	X						
Formação de estudantes nas áreas da pesquisa	1-10	Formação de Estudantes	1	1	1	1	1	1	



Plataforma dinâmica de dados virtual – Criação de uma plataforma de software para a integração dinâmica de análises envolvendo os dados das reações ODS's.	9	* N° de pôsteres apresentados/período. * N° de apresentações orais		X	X	X	X	X
Divulgação da pesquisa realizada não somente para o INPE mas para comunidades nacional e internacional (via publicação de artigos em congressos e revistas) especializados .	10	Pesquisa Divulgada			X	X	X	X
Publicações Científicas	1-10	Artigos	X	X	X	X	X	X

4.8.8 - Recursos Solicitados

Bolsas:

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

4.8.9 - Equipe do Projeto

Patrícia Regina Pereira Barreto
 Henrique Oliveira Euclides

4.8.10 - Referências Bibliográficas

[1] United Nations Environment Programme, The Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer. [http://www.unep.org/ozone/pdf/Montrea- Protocol2000.pdf](http://www.unep.org/ozone/pdf/Montrea-Protocol2000.pdf),



2000.

[2] Garcia, R. R.; Solomon, S. J. *Geophys. Res.*, 1994, 99 (D6), 12937-12951.

[3] Solomon, S.; Wuebbles, D.; Isaksen, I.; Kiehl, J.; Lal, M.; Simon, P.; Sze, N. D. Ozone depletion potentials, global warming potentials, and future chlorine/bromine loading. *Scientific Assessment of Ozone Depletion; 1994; Report 37*, pp 13.1-13.6; World Meteorologist Organization Global Ozone Research and Monitoring Project, Geneva, 1995.

[4] H. O. Euclides, P. R. P. Barreto, *J. Mol. Model.* 23 (2017) 176.



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

Subprojeto 4.9: MODELAGEM DO INÍCIO DA DECOMPOSIÇÃO DE MONOPROPELENTE (HIDRAZINA) EM LEITO CATALÍTICO FRIO.

4.9.1 – Introdução

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

Um dos fatores principais para estender a vida útil de micropropulsores a decomposição de monopropelentes (e.g. hidrazina) é entender a partida a frio deste tipo de motor foguete. Nesta condição, o monopropelente líquido injetado na câmara encontra o leito catalítico frio. Devido a baixa temperatura, a decomposição do monopropelente não ocorre rapidamente, permitindo que o propelente ainda no estado líquido seja levado pela capilaridade para o interior dos poros do leito catalítico. Quando a decomposição ocorre, há um excesso de monopropelente na câmara e isso leva a um aumento de pressão tanto no interior do leito catalítico bem como na câmara com um todo. O aumento da pressão interna do leito produz fraturas do próprio leito e o aumento da pressão na câmara pode causar fadiga do material que a compõe. Por este motivo, entender os processos da decomposição do monopropelente, neste caso hidrazina, na partida a frio vai prover informações que ajudarão no desenvolvimento de novas câmara de decomposição de micropropulsores.

Devido a falta de profissionais especializados nesta área, o projeto terá um objetivo mais amplo, porém a modelagem e o futuro código numérico desenvolvido como consequência deste projeto poderá ser utilizado diretamente para analisar o caso da partida a frio de motorfoguetes a decomposição de hidrazina.

Com este objetivo, estudaremos o derramamento de combustíveis no solo (meio poroso) que é problema muito sério em termos de segurança e se assemelha ao jato de monopropelente penetrando nos poros do leito catalítico. Se o combustível se ignizar, as consequências são desastrosas. Por tanto, é importante conhecer as condições de ignição do combustível e a formação de um chama.

A dinâmica da penetração do combustível em meio poroso (o solo) está acoplada com a interação com o material poroso. Uma vez que a reação se inicie, há um aumento de pressão que força o combustível para fora do meio poroso e a queima se completa no ambiente. A chama pode causar danos para as regiões vizinhas devido a liberação de calor e onda de pressão. Fazendo um paralelo com a reação de decomposição dentro de um micro-motor-foguete, há o aumento de pressão do leito e da câmara, que podem danificá-los.

Na região fora do solo (meio poroso), usar-se-á a equação de Navier-Stokes para descrever a variação da quantidade de movimento. Dentro do meio poroso, o modelo deve considerar o processo de mudança de fase, a região na qual há as duas fases, onde os efeitos da capilaridade são importantes, e a troca de calor entre o meio poroso e o líquido combustível. O acoplamento entre as duas fases se dá na interface que é uma superfície livre e seu tratamento não é trivial.

4.9.2 - Objetivo Geral



Este projeto está vinculado ao PCI 2019-2023/INPE, item OE4.1 – Modelagem e desenvolvimento de sistemas de propulsão monopropelente para controle de atitude e correção de órbita de satélites (decomposição de hidrazina e de propelentes de baixo impacto ambiental (H₂O₂, N₂O, etc.)).

Objetivo Específico 1: Desenvolver uma modelagem capaz de mostrar todos os processos envolvidos na partida a frio de micro-motorfoguetes a decomposição de monopropelente (hidrazina) e, a partir dela, códigos numéricos capazes de simular as partidas a frio em uma gama enorme de condições.

Devido a complexidade do problema, não haverá tempo para o desenvolvimento do código numérico no período da bolsa (2 meses).

4.9.3 - Insumos

4.9.3.1 – Custeio

Não há previsão

4.9.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
4.9.1	Doutor em Física, Matemática, Eng. Mecânica, Eng. Aeroespacial ou Eng. Aeronáutica com experiência efetiva mínima de 6 (seis) anos em projetos de P&D ou extensão inovadora, observadas nos últimos 10 (dez) anos, após a	Experiência Profissional em Modelagem Matemática baseada nas Equações de Conservação. Conhecimento em escoamento em meio poroso e Combustão nos Regimes de Chama Difusiva e Pré-Misturada e conhecimento nas técnicas de estudo da	1	E-1	2	1



	obtenção do título, comprovada por meio do Currículo Lattes nos campos Experiência Profissional e Projetos.	estrutura interna das chamadas.				
--	---	---------------------------------	--	--	--	--

4.9.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas 2019		
			Out	Nov	Dez
Descrição física dos processos de combustão em meio poroso: Modelo Qualitativo	1	Relatório 1: Apresentação do documento contendo a descrição física.		XXXX	
Modelagem matemática dos processos da decomposição na escala da câmara: descrição matemática da combustão em meio poroso e descrição dos processos na escala dos poros (modelos submalhas) : Modelo Quantitativo	1	Relatório 2: Apresentação do documento contendo a descrição matemática, com sugestões para o desenvolvimento futuro do código numérico de simulação.			XXXX

4.9.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Mês /2019
------------	-----------



	Out	Nov	Dez
Elaboração do Modelo Qualitativo		XXXX	
Elaboração do Modelo Quantitativo			XXXX

4.9.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas 2019		
			Out	Nov	Dez
Modelo matemático detalhado para a descrição da a penetração da hidrazina no leito catalítico e ignição	1	Relatório detalhado que possibilite o desenvolvimento de um código numérico de simulação no futuro			XXXX

4.9.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas 2019		
			Out	Nov	Dez
Modelagem de escoamento reativo em meio poroso.	1	Modelo para descrever os processos da decomposição de hidrazina em leito catalítico a baixa temperatura			XXXX

4.9.8 - Recursos Solicitados

Custeio:

Não há previsão.

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-E	1	6.500,00	2	1	13.000,00
	2	4.550,00			
Total (R\$)					13.000,00



4.9.9 - Equipe do Projeto

Fernando Fachini Filho

Bolsista

4.9.10 - Referências Bibliográficas

- 1- S. Jugjai, N. Polmart, *Exp. Therm. Fluid Sci.*, 27 (2003) 901-909.
- 2- S. Jugjai, C. Pongsai, *Combust. Sci. Technol.*, 179 (2007), 1823-1840.
- 3- M.A.E. Kokubun, F.F. Fachini, *J. Fluid Mech.*, 698 (2012) 185-210.
- 4- T. Takeno, K. Sato, *Combust. Sci. Technol.*, 20 (1979) 73-84.
- 5- A. Liñan, *Acta Astronaut.*, 1 (1974) 1007-1039.
- 6- S. Cheatham, M. Matalon, *J. Fluid Mech.*, 414 (2000) 105-144.
- 7- D. Lo Jacono, P. Papas, M. Matalon. P.A. Monkewitz, *Proc. Combust. Inst.*, 30 (2005) 501-509.
- 8- E. Robert, P.A. Monkewitz, *Proc. Combust. Inst.*, 32 (2009) 987-994.
- 9- X. Fu, R. Viskanta, J.P. Gore, *Exp. Therm. Fluid Sci.*, 17 (1998) 285-293.
- 10- S.L. Olson, P.V. Ferkul, J.S. Tien, 22nd Symposium (International) on Combustion, (1988) 1213-1222.
- 11- A. Kumar, J.S. Tien, *Int. J. Spray Combust. Dyn.*, 4 (2012), 299-322.
- 12- M. Matalon, G.S.S. Ludford, J. Buckmaster, *Acta Astronaut.*, 6 (1979) 943-959.
- 13- M. Matalon, G.S.S. Ludford, *Acta Astronaut.*, 6 (1979) 1377-1386.
- 14- B.H. Chao, C.K. Law, J.S. Tien, 23rd Symposium (International) on Combustion (1990) 523-531.
- 15- B.H. Chao, C.K. Law, *Combust. Flame*, 92 (1993) 1-24.
- 16- K. Mills, M. Matalon, 27th Symposium (International) on Combustion, (1998) 2535-2541.
- 17- F.F. Fachini, K. Seshadri, *Combust. Sci. Technol.*, 175 (2003) 125-155.
- 18- H.Y. Wang, W.H. Chen, C.K. Law, *Combust. Flame* 148 (2007) 100-116.
- 19- A.Yu. Snegirev, *Combust. Flame*, 162 (2015) 3622-363.



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

Subprojeto 4.10: Carbono vítreo reticulado modificado como substrato para filmes de diamante micro/ultrananocristalino dopado com boro

4.10.1 – 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 problema mundial da disponibilidade de água de boa qualidade causada pelo aumento do consumo e a diminuição dos recursos hídricos, demanda uma busca contínua por novos materiais e tecnologias para tratamento de águas poluídas. Neste sentido, os processos eletroquímicos são considerados um dos mais eficientes para solucionar os problemas ambientais, entretanto, a eficiência do processo dependerá largamente das propriedades do material eletrodico e das substâncias orgânicas envolvidas no processo. O carbono vítreo reticulado (*Reticulated Vitreous Carbon - RVC*) é um material promissor na área eletroquímica devido às suas características como maior área superficial, elevada densidade de corrente, baixa resistência ao fluxo elétrico, entre outras [1]. O seu processamento a partir de resinas com elevado teor de carbono permite o controle da sua geometria e da porosidade. Pode-se trabalhar com a modificação de resinas e o uso de nanoreforços para melhorar outras propriedades como a mecânica, térmica e elétrica. O diamante dopado com boro é considerado o eletrodo com maior poder oxidante e ideal para a completa oxidação de orgânicos em CO₂ no tratamento de efluentes [2]. Estudos sobre nano e ultrananodiamante começaram a ser mais explorados, uma vez que estes filmes têm mostrado um grande destaque em aplicações eletroquímicas, devido a sua maior razão superfície/volume do que o diamante microcristalino e pela sua condutividade elétrica ser fortemente influenciada pelo composto transpoliacetileno que traz o dímero C₂ em sua estrutura [3]. Neste trabalho busca-se processar uma espuma de carbono com maior resistência mecânica, maior estabilidade térmica para facilitar o crescimento de filmes de diamante além de uma boa condutividade elétrica para serem aplicadas na área eletroquímica. A literatura mostra poucos trabalhos relacionados aos nanocompósitos com matriz de carbono derivada de polímeros e reforçadas com grafite modificada. Com isso, esse projeto visa contribuir com os poucos estudos tecnológicos existentes na área de obtenção e caracterização de espumas de carbono reforçadas com grafite expandida, com posterior crescimento de micro e ultrananodiamante e aplicação na limpeza de águas.

4.10.2 - Objetivo Geral

Este projeto está vinculado ao PCI 2019-2023/INPE, item OE3.3 - Pesquisa e desenvolvimento de materiais carbonosos e poliméricos na área aeroespacial aplicados em eletrodos de alta eficiência em sistemas eletroquímicos aplicados na limpeza de águas. Desse modo, tem-se como objetivo a produção e caracterização do carbono vítreo reticulado modificado com a grafite expandida visando a produção de uma matriz carbonosa com melhorada resistência mecânica, condutividade elétrica, e estabilidade térmica para o crescimento de filmes de diamante micro e ultrananocristalino dopados com boro.



Objetivo Específico 1:

Produção de RVC modificado com grafite expandida na qual deve-se investigar a estrutura formada a partir da interação entre um nanoreforço grafitizável (grafite expandida) e uma matriz não-grafitizável (resina furfurílica)

Objetivo Específico 2:

Crescimento de filmes de diamante micro e ultrananocristalino dopado com boro sobre o RVC modificado

Objetivo Específico 3:

Utilizar o RVC modificado e os eletrodos com filme de diamante dopado sobre o RVC modificado em limpeza de águas.

4.10.3 - Insumos

4.10.3.1 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
4.10.1	Doutor em Engenharias com experiência efetiva mínima de 3 (três) anos em projetos de P&D ou extensão inovadora, observadas nos últimos 10 (dez) anos, após a obtenção do título, comprovada por meio do Currículo Lattes nos campos Experiência Profissional e Projetos.	Profissional com experiência em síntese de resina furfurílica, processamento de carbono vítreo, crescimento de filme de diamante, e degradação eletroquímica de contaminantes orgânicos	1	E2	3	1

4.10.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			1º mês	2º mês	3º mês
1) Produção de RVC modificado com grafite expandida	1	% execução	100%		
2) Crescimento de filmes de diamante micro e ultrananocristalino dopados com boro sobre o RVC modificado	2	% execução		100%	
3) Aplicação do RVC modificado e os eletrodos com filme de diamante dopado sobre o RVC modificado em limpeza de águas	3	% execução			100%

4.10.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Meses		
	2019		
	1	2	3
Atividade 1	X		
Atividade 2		X	
Atividade 3			X

4.10.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Artigos publicados em congressos e/ou periódicos nacional e internacional	1, 2, 3	Número de artigos		1			



4.10.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Obtenção e caracterização de novos materiais com propriedades bem definidas para aplicação como eletrodo em processos de limpeza de água	1, 2, 3	Relatórios Técnicos	1				
Publicações em periódicos nacionais, internacionais com seletivas políticas editoriais.	1, 2, 3	Publicações		1			

4.10.8 - Recursos Solicitados

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00	3	1	13.650,00
Total (R\$)					13.650,00

4.10.9 - Equipe do Projeto

Equipe	Área de Experiência
Neidenei Gomes Ferreira http://lattes.cnpq.br/3273084621532688	Engenharia e Tecnologias Espaciais
Equipe Bolsistas	Área de Experiência
André Ferreira Sardinha http://lattes.cnpq.br/4142315463474736	Engenharia e Tecnologias Espaciais



Raíssa Samira Rocha da Silva http://lattes.cnpq.br/6617065947501603	Engenharia e Tecnologias Espaciais
Laís Gimenes Vernasqui http://lattes.cnpq.br/9470290295051445	Engenharia e Tecnologias Espaciais

4.10.10 - Referências Bibliográficas

- [1] N. Amini, K. F. Aguey-Zinsou, and Z. X. Guo, “Processing of strong and highly conductive carbon foams as electrode,” *Carbon N. Y.*, vol. 49, no. 12, pp. 3857–3864, 2011.
- [2] Y. Feng, L. Yang, J. Liu, and B. E. Logan, “Electrochemical technologies for wastewater treatment and resource reclamation,” *Environ. Sci. Water Res. Technol.*, vol. 2, no. 5, pp. 800–831, 2016.
- [3] O. a. Williams, “Nanocrystalline diamond,” *Diam. Relat. Mater.*, vol. 20, no. 5–6, pp. 621–640, 2011.



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

Subprojeto 4.11: DESENVOLVIMENTO DO COMPÓSITO MoS₂/FC PARA APLICAÇÃO EM DISPOSITIVO DE CONVERSÃO DE ENERGIA

4.11.1 – 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 desenvolvimento de fontes alternativas para o armazenamento e a conversão de energia tem sido de grande interesse mundial, principalmente, devido ao possível esgotamento de combustíveis fósseis e à questão ambiental. Enquanto na Europa e Estados Unidos o desenvolvimento de fontes renováveis de energia tem sido claramente orientado para a diversificação de políticas climáticas e energéticas, em países emergentes, o desenvolvimento de novos materiais para sistemas de armazenamento de energia ainda é considerado bastante crítico. Nos últimos anos, impulsionada pelos três imperativos da segurança, sustentabilidade e eficiência econômica, o setor de energia sofreu rápida reforma. É neste contexto que os supercapacitores, também conhecidos como capacitores eletroquímicos, são susceptíveis de desempenhar um papel importante em sistemas de armazenamento de energia, com significativas vantagens, que incluem, a grande densidade de potência, o ciclo de vida longo e com segurança operacional. O grande desafio da tecnologia eletroquímica é projetar e construir o material desejado através do conhecimento fundamental das propriedades dos materiais e função da escala atômica através da macroescala. Considerando esse foco, a implementação de competência do INPE em Eletroquímica já está sendo desenvolvida no grupo de Eletroquímica e Materiais Carbonosos - LABEMAC/LABAS com a busca de novos materiais compósitos com propriedades físicas e químicas que permitam produzir eletrodos de alto desempenho para aplicação em dispositivos de energias de fontes renováveis visando o setor aeroespacial que pode contribuir significativamente para um avanço tecnológico mundial. Para tanto, esse projeto objetiva a produção, caracterização e aplicação de eletrodos híbridos baseados em materiais bidimensional e tridimensional carbonosos, e semicondutores em continuidade aos trabalhos já em desenvolvimento no grupo.

4.11.2 - Objetivo Geral

Este projeto está vinculado ao PCI 2019-2023/INPE, item OE3.3 - Pesquisa e desenvolvimento de materiais compósitos carbonosos e poliméricos e semicondutores na área aeroespacial para dispositivos de conversão de energia. O trabalho visa desenvolver e caracterizar um material compósito básico que possa ser utilizado como eletrodo de alto desempenho em supercapacitores ou capacitores eletroquímicos tipo I para conversão e armazenamento de energia voltada para área aeroespacial. Laboratório de Eletroquímica de Materiais Carbonosos- LABEMAC/LABAS/INPE.

Objetivo Específico 1:

Estudo e síntese de materiais bidimensionais a partir de MoS₂,



Objetivo Específico 2:

Desenvolvimento de materiais compósitos binários baseados em MoS₂ e fibra de carbono objetivando obter eletrodos híbridos com maior reforço estrutural, além de efeito sinérgico entre suas propriedades.

Objetivo Específico 3:

Caracterização morfológica, estrutural e eletroquímica do compósito MoS₂/fibra de carbono.

4.11.3 - Insumos

4.11.3.1 – Custeio

Não se aplica.

4.11.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
4.11.1	Doutor em Engenharias com experiência efetiva mínima de 3 (três) anos em projetos de P&D ou extensão inovadora, observadas nos últimos 10 (dez) anos, após a obtenção do título, comprovada por meio do Currículo Lattes nos campos Experiência Profissional e Projetos.		1	E2	3	1

4.11.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			1º mês	2º mês	3º mês
1) Estudo e síntese de materiais bidimensionais a partir de MoS ₂	1	% execução	100%		
2) Desenvolvimento de materiais compósitos binários baseados em MoS ₂ e fibra de carbono	2	% execução		100%	
3) Caracterização morfológica, estrutural e eletroquímica do compósito MoS ₂ /fibra de carbono visando aplicação em supercapacitores	3	% execução			100%

4.11.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Meses		
	2019		
	1	2	3
Atividade 1	X		
Atividade 2		X	
Atividade 3			X

4.11.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Artigos publicados em congressos e/ou periódicos nacional e internacional	1, 2, 3	Número de artigos		1			

4.11.7 – Resultados Esperados



Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Obtenção e caracterização de um novo compósito com propriedades bem definidas para aplicação como eletrodo em supercapacitores	1, 2, 3	Relatórios Técnicos	1				
Publicações em periódicos nacionais, internacionais com seletivas políticas editoriais.	1, 2, 3	Publicações		1			

4.11.8 - Recursos Solicitados

Custeio:

Não se aplica.

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00			
	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	3	1	13.650,00
Total (R\$)					13.650,00



4.11.9 - Equipe do Projeto

Equipe	Área de Experiência
Neidenei Gomes Ferreira http://lattes.cnpq.br/3273084621532688	Engenharia e Tecnologias Espaciais
Equipe Bolsistas	Área de Experiência
André Ferreira Sardinha http://lattes.cnpq.br/4142315463474736	Engenharia e Tecnologias Espaciais
Raíssa Samira Rocha da Silva http://lattes.cnpq.br/6617065947501603	Engenharia e Tecnologias Espaciais
Laís Gimenes Vernasqui http://lattes.cnpq.br/9470290295051445	Engenharia e Tecnologias Espaciais

4.11.10 - Referências Bibliográficas

K. Singh, S. Kumar, K. Agarwal, K. Soni, V. R. Gedela, K. Ghosh, Three-dimensional Graphene with MoS₂ Nanohybrid as Potential Energy Storage/Transfer Device. *Scientific Reports* 7: 9458, 1-12 (2017).

W. Choi, N. Choudhary, G. H. Han, J. Park, D. Akinwande, Y. H. Lee, Recent development of two-dimensional transition metal dichalcogenides and their applications. *Materials Today*, 20: 3, 116-130 (2017).



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

Subprojeto 4.12: Revestimento de superfícies internas de tubos de alumínio ranhurado com filmes DLC para aplicações na área espacial

4.12.1 – Introdução

Dispositivos de controle térmico como tubos de calor são usados amplamente em satélites espaciais [1][2]. A velocidade de escoamento, o arrasto e a formação de gases não condensáveis são atualmente um dos grandes problemas relacionados com o funcionamento destes tubos de calor [2]. Além de provocar perdas de eficiência, ela pode comprometer a missão espacial. Devido a estas dificuldades, grandes esforços estão sendo realizados por pesquisadores da Engenharia de Superfícies para desenvolver processos que retardem ou evitem esses problemas. Uma possibilidade para satisfazer esses requisitos é o uso de um material bem estabelecido que vem recebendo grande atenção para o recobrimento interno de superfícies tubulares, chamado filme de carbono amorfo hidrogenado ou, comumente conhecido como filme DLC (Diamond-Like Carbon) [3]. O filme DLC é normalmente aplicado como revestimento a outros materiais devido à suas propriedades únicas como maior dureza, inércia química, elevada condutividade térmica, transparência óptica, baixa constante dielétrica, baixo coeficiente de atrito, biocompatibilidade, entre outros [4].

Recentemente, o revestimento DLC em sistemas tubulares tornou-se um projeto no LABAS e, uma série de trabalhos tem sido reportados na literatura [5][6]. Esta pesquisa se encontra em um estágio avançado e têm mostrado resultados interessantes que contribuem significativamente para o avanço de recobrimento interno de tubos de grande porte. Desta forma, o presente projeto estudará o revestimento interno de tubos de alumínio 6063 ranhurados com filmes DLC, em função da relação dimensional comprimento/diâmetro (L/D). Os filmes de DLC serão crescidos através do processo plasma melhorado por deposição química na fase vapor (PECVD, em inglês, Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition). Para a realização dos experimentos, encontra-se disponível um reator de grande porte, bem como, toda a infraestrutura de preparação do substrato e todas suas caracterizações. Cumpre lembrar que este subprojeto consta no Projeto 4 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE.

Espera-se obter a máxima razão (L/D) com filmes de DLC com propriedades constantes. Futuros experimentos serão planejados pelo grupo a partir destes resultados. Além disso, será realizada uma estreita colaboração com o Grupo de Engenharia de Superfícies do INPE / GES-INPE.

4.12.2 - Objetivo Geral

O objetivo geral deste projeto é o crescimento de filmes DLC sobre a superfície interna de tubos de alumínio 6063 ranhurado. Os objetivos específicos (OE) são listados:

OE1: Estudo da distribuição do filme DLC depositado no interior do tubo em função da relação diâmetro/comprimento;



OE2: Desenvolvimento de interfaces para deposição de DLC sobre ligas de alumínio, incluindo caracterizações de superfície por XPS e caracterizações MEV e Raman;
 OE3: Caracterizações tribológicas em tubos de alumínio.

4.12.3 - Insumos

4.12.3.1 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
4.12.1	Doutor em Física com experiência efetiva mínima de 3 (três) anos em projetos de P&D ou extensão inovadora, observadas nos últimos 10 (dez) anos, após a obtenção do título, comprovada por meio do Currículo Lattes nos campos Experiência Profissional e Projetos.	Experiência em plasmas com experiência na deposição de filmes por Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition, incluindo filmes de Diamond-Like Carbon no interior de tubos	OE1, OE2, OE3	E2	3	1

4.12.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas 2019		
			Outubro	Novembro	Dezembro
Estudar a distribuição do filme DLC depositado no interior do tubo em função da relação diâmetro/comprimento	OE1	Presença de filme DLC na superfície interna do Tubo	100%		



Desenvolvimento de interfaces para deposição de DLC sobre ligas de alumínio, incluindo caracterizações de superfície por XPS e caracterizações MEV e Raman	OE2	Relação ID/IG baixo		100%	
Caracterizações tribológicas em tubos de alumínio	OE3	Baixo coeficiente de fricção			100%

4.12.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Meses		
	2019		
	Outubro	Novembro	Dezembro
Atividade 1	X		
Atividade 2		X	
Atividade 3			X

4.12.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Relatório científico/técnico do projeto	OE1-OE3	Relatório	X				
Artigos publicados em congressos e/ou revistas	OE1-OE3	Publicação	X				

4.12.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Filme DLC depositado em tubos com diferentes L/D	OE1	Presença de Filme DLC em tubo com L/D grande	x				
Filmes poliméricos	OE2	ID/IG menor que 0.8	x				



Superfície DLC resistentes ao desgaste	OE3	Forte aderência do filme DLC	x				
--	-----	------------------------------	---	--	--	--	--

4.12.8 - Recursos Solicitados

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00	3	1	13.650,00
Total (R\$)					13.650,00

4.12.9 - Equipe do Projeto

Dr. Vladimir Jesus Trava Airoldi
Dr. Evaldo Jose Corat
Dra. Graziela Da Silva Savonov

4.12.10 - Referências Bibliográficas

- [1] Nadjara dos Santos, DESENVOLVIMENTO DE TUBO DE CALOR CIRCUITADO (LOOP HEAT PIPE-LHP) PARA APLICAÇÕES ESPACIAIS, tese de doutorado, <http://urlib.net/sid.inpe.br/mtc-m18@80/2009/04.07.18.33>.
- [2] Jorge Bertoldo Junior, ESTUDO DO DESEMPENHO DE TUBOS DE CALOR DE ALUMÍNIO RANHURADOS NA PRESENÇA DE GÁS NÃO CONDENSÁVEL DURANTE TESTES AMBIENTAIS, tese de doutorado, <http://urlib.net/8JMKD3MGP3W34P/3P3B6UL>.
- [3] L.F. Bonetti, G. Capote, L. V. Santos, E.J. Corat, V.J. Trava-Airoldi, Thin Solid Films. vol. 515 pp. 375-379 (2006).
- [4] A. Grill, Diamond and Related Materials, vol. 8, no. 2-5. pp. 428-434 (1999).
- [5] E.J.D.M. Pillaca, M.A. Ramírez, J.M. Gutierrez Bernal, D.C. Lugo, V.J. Trava-Airoldi, DLC deposition inside of a long tube by using the pulsed-DC PECVD process, Surface & Coatings Technology 359 (2019) 55 - 61.
- [6] E.J.D.M. Pillaca, V.J. Trava-Airoldi and M.A. Ramírez, Thin solid films, Axial distribution improvements of DLC film on inner surface of a long metallic tube. On review.

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

Subprojeto 4.13: Solidificação de Materiais em Microgravidade

4.13.1 - Introdução

Este subprojeto consta no Projeto 4 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, página 72, item OE3.6. Disponível na página do INPE.

O ambiente espacial é único devido ao vácuo, a radiação de alta energia do Sol e outras fontes cósmicas, e a aparente ausência de efeitos gravitacionais. Este último fator, chamado microgravidade, permite observar e explorar fenômenos que seriam mascarados sob a influência da gravidade terrestre. A realização de experimentos em um ambiente de microgravidade permite uma melhor compreensão e aperfeiçoamento dos processos físicos, químicos e biológicos na Terra [1,2]. Por ser considerada uma área estratégica de pesquisa, no Brasil, o Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE) fornece diretrizes e ações prioritárias que buscam o desenvolvimento de tecnologia crítica e pesquisa em microgravidade, e a formação de especialistas em atividades espaciais [3].

A área de ciência dos materiais é uma das que mais se beneficiam do ambiente de microgravidade. Isto inclui estudos sobre materiais imiscíveis, ligas eutéticas, desenvolvimento morfológico durante a solidificação, fenômenos de nucleação, crescimento dendrítico isotérmico, macross segregação e o comportamento das partículas insolúveis à frente da interface de solidificação. No Brasil, existem poucas instalações multiusuárias (incluindo um forno multiusuário de alta temperatura construído no INPE) capazes de fornecer as condições adequadas de temperatura, gradiente térmico e resfriamento controlado para o processamento, solidificação e crescimento de ligas e cristais de diversos tipos de materiais [1,2,4].

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, através do grupo de Microgravidade do Laboratório Associado de Sensores e Materiais (LABAS) possui grande experiência em projetos em ambiente de microgravidade e foi selecionado no 4º Anúncio de Oportunidade (4ºAO) do Programa Microgravidade da Agência Espacial Brasileira (AEB) para desenvolver um novo forno multiusuário para voos em foguete de sondagem brasileiro (VSB-30). O novo forno será capaz de solidificar seis amostras simultaneamente e operará em temperaturas na faixa de 100 a 600°C.

Dessa forma, este projeto contemplará vários objetivos envolvendo pesquisas de materiais em microgravidade, sendo o principal a solidificação de ligas em ambiente de microgravidade, conforme descrito nas ações de Pesquisa e Desenvolvimento de Produtos e Processos Inovadores para o Setor Espacial. Devido à disponibilidade permanente dos equipamentos, experimentos em laboratório utilizando um tubo de queda livre e um forno para solidificação em centrífuga, serão também realizados para melhor compreensão de vários fenômenos envolvendo a ação da gravidade na solidificação de materiais. Este projeto propõe assim dotar a área de ciências dos materiais, que é uma das que mais se beneficia do ambiente de microgravidade, com mais uma facilidade multiusuária permanente para experimentos em microgravidade.



4.13.2 - Objetivo Geral

Este projeto sobre pesquisa de solidificação de materiais em ambiente de microgravidade a bordo do foguete de sondagem VSB-30. E ele está vinculado ao PCI 2019-2023/INPE, pagina 72, item OE3.6.- Experimento de solidificação de ligas sob microgravidade em foguetes suborbitais.

Objetivo Específico 1:

Conclusão do sistema eletrônico de controle e monitoração do forno elétrico de solidificação em ambiente de microgravidade.

Objetivo Específico 2:

Realização de testes de qualificação do forno de solidificação e do seu sistema eletrônico.

Objetivo Específico 3:

Realização de experimentos de solidificação de ligas eutéticas de BiSn e BiCd, e também da qualificação para uso espacial do forno multiusuário de solidificação de materiais, bem como do seu sistema eletrônico de controle e monitoração. O ambiente de microgravidade ocorrerá a bordo do foguete de sondagem brasileiro VSB-30, com lançamento previsto para dezembro de 2019, na Base de Lançamento de Alcântara-CLA/MA (Operação Igaratá).

4.13.3 - Insumos

4.13.3.1 - Custeio

Não se aplica.

4.13.3.2 - Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
4.13.1	Doutor com experiência efetiva mínima de 3 (três) anos em projetos de P&D ou extensão inovadora, observadas nos últimos 10 (dez)	Experiência em desenvolvimento de fornos para foguetes de sondagem e Solidificação de Materiais em Microgravidade	1	E2	03	1



	anos, após a obtenção do título, comprovada por meio do Currículo Lattes nos campos Experiência Profissional e Projetos.					
--	--	--	--	--	--	--

4.13.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas - 2019		
			Outubro	Novembro	Dezembro
Montagem Final do Módulo de Controle Eletrônico	1	Indicador 1	x		
Testes do Sistema Eletrônico e do Programa de Monitoração	1	Indicador 2		x	
Testes de Qualificação Final do Forno	2	Indicador 3		x	
Campanha de Lançamento	3	Indicador 4			x

4.13.5 - Cronograma de Atividades

Atividades	2019		
	Outubro	Novembro	Dezembro
Atividade 1	x		
Atividade 2	x	x	
Atividade 3		x	
Atividade 4			x

4.13.6 - Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas
			2019
Módulo Eletrônico	1	Indicador 1, 2	1
Forno de Solidificação	2	Indicador 3	1
Experimento em Microgravidade	3	Indicador 4	1
Artigos publicados em congressos e/ou revistas	1, 2, 3	Número de artigos	1
Participação em congressos nacionais e internacionais incluindo palestras e minicursos	1, 2, 3	Número de participações em congressos	1



4.13.7 - Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas
			2019
Forno Multiusuário	1	Indicador 1,2	x
Publicações de artigos em revistas nacionais e internacionais	1, 2, 3	Publicações	1

4.13.8 - Recursos Solicitados

Custeio:

Não a previsão de custeio.

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00			
	C	3.380,00			
	D	2.860,00			
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00	3	1	13.650,00
Total (R\$)					13.650,00

Equipe do Projeto

Dr. Chen Ying An (supervisor)

Dr. Irajá Newton Bandeira

Referências Bibliográficas

[1]HAMACHER, H.; FITTON, B.; KINGDON, J. The environment of earth-orbitingsystems. In: WALTER, H. U. (Ed.). **Fluid sciences and materials science in space: A european perspective**. Berlin, Germany: Springer, 1987. cap. I, p. 1–50.

[2]NAUMANN, R. J.; HERRING, H. W. **Materials processing in space: Early experiments**. Washington, D.C.: NASA, 1980. Scientific and Technical Information Branch.



- [3] AGENCIA ESPACIAL BRASILEIRA. **Programa Nacional de Atividades Espaciais: PNAE: 2012 - 2021/** Agência Espacial Brasileira. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, Agência Espacial Brasileira, 2012.
- [4] TOLEDO, R. C. **Study of solidification of eutectic alloys in microgravity environment** (PhD Thesis). São José dos Campos: INPE, 2013. In portuguese.

Projeto 5: PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM CIÊNCIAS ESPACIAIS E ATMOSFÉRICAS

Subprojeto 5.1: Desenvolvimento do software de redução de dados do instrumento SPARC4

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 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.

5.1.2 - 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.

5.1.3 - Insumos

5.1.3.1 – 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

5.1.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
5.1.1	Formação em Astronomia, Física, Computação ou áreas afins, com 7 (sete) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação após a obtenção do diploma de nível superior ; ou com título de doutor;	Experiência em redução de dados astronômicos	1	D-B	36	1

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

5.1.4 - 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	entrega da versão 2.0	Entrega definitiva do software	-x-

5.1.5 – 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						■	■			

5.1.6 – Produtos

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

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

5.1.7 – 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	-	0	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	0	1	1	-
---	---	--	---	---	---	---	---

5.1.8 - Recursos Solicitados

Custeio:

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

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			0,0
	B	4.160,00	36	01	147.600,00
	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\$)					147.600,00

5.1.9 - 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)

5.1.10 - Referências Bibliográficas

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

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

[3] 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 5.2: Definição de cenários do ambiente espacial para modelagens magneto- hidrodinâmicas

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.

Instabilidades de plasmas são modos normais de um sistema que cresce no espaço e no tempo [1]. Os estudos dessas instabilidades em seu caráter não linear requerem adoção de ferramentas, entre as quais a modelagem magneto-hidrodinâmica (MHD), que permitam lidar com tais processos não lineares. Em sentido geral, as modelagens MHD revelam-se atualmente abordagens indispensáveis para a investigação da física dos plasmas espaciais seja na heliosfera ou em outras regiões do universo [2]. Nas próximas décadas, ao mesmo tempo que complementam os estudos teóricos na área espacial por endereçar lacunas nas capacidades de análises de dados, as modelagens possibilitam o entendimento da evolução dos processos de plasmas e, em seu caráter prático, permitem estruturar ferramentas essenciais ao desenvolvimento de aplicações de clima espacial [3, 4, 5].

O objetivo deste projeto é realizar uma investigação prospectiva, ou seja, levantar um cenário de ambiente espacial visando uma modelagem magneto-hidrodinâmica considerando fenômenos ou situações que envolvam instabilidades de plasmas. Como parte da metodologia, haverá duas abordagens consideradas. A primeira uma avaliação de informações existentes na literatura, a compilação de informações relevantes e a proposição de alguns cenários que se pode considerar para simulação. A segunda uma simulação magneto-hidrodinâmica envolvendo a interação do plasma solar com a Lua, por esta ser um corpo mais simples (sem atmosfera, sem campo magnético e, portanto, sem magnetosfera própria), contudo às vezes estando no vácuo e às vezes deslocando-se na magnetosfera da Terra. As soluções para desenvolvimento pretendem ser ambientadas em sistema computacional de maior performance (um sistema HPC), para simulações de plasmas espaciais, hoje já implantado via projeto FINEP-CT-INFRA 01120527-00, nas facilidades da Coordenação Geral de Ciências Espaciais (CGCEA) e do Programa de Estudos e Monitoramento Brasileiro de Clima Espacial (Embrace).

De forma resumida, as etapas do trabalho consistem em (a) um levantamento e compilação das informações de instabilidades de plasmas de interesse da física espacial e (b) uma simulação MHD considerando a incidência do plasma solar sobre a Lua, definindo uma condição conceitual, ou piloto.

Sucintamente, as etapas do trabalho constituem-se de (a) uma seleção de casos físicos distintos do meio interplanetário (eventos) relacionados à interação eletrodinâmica entre o plasma solar e o sistema magnetosfera-ionosfera; (b) a proposição de um modelo físico de inicialização e de normalização das variáveis para a modelagem a ser usada;

Esta proposta também se insere em um conjunto de esforços de integração de colaborações nacionais e internacionais. Ela faz parte, e agrega valor, de um trabalho multidisciplinar envolvendo a cooperação entre a Divisão de Geofísica Espacial (DIDGE), a Divisão de Astrofísica (DIDAS), o Laboratório de Computação e Matemática Aplicada (LABAC) e o Laboratório de Plasmas (LABAP), do INPE, e o Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), do DCTA, e a Universidade de Southampton, na Inglaterra. Por fim, para a execução deste projeto, o candidato desejado é o que reúna a qualificação ou perfil adquirido com uma dessas áreas de formação: ou física, ou matemática, ou computação científica, ou combinação dessas, com experiência em simulação e, preferencialmente, simulações de plasmas espaciais.

A relevância do projeto proposto diz respeito a servir de base para outros projetos que estarão em andamento, por meio deste programa PCI ou de outra forma de fomento científico. Tais iniciativas são muito necessárias e indispensáveis, pois as instabilidades levam a ocorrências de fenômenos relevantes no contexto das Ciências Espaciais [2,4], com implicações inclusive práticas para missões de satélites, para aeronavegação e para telecomunicações. Sob tal contexto, as atividades propostas representam contribuições potenciais em programas nacionais e internacionais de estudos de Clima Espacial [2]. A ambição pretendida é a estruturação de uma modelagem do ambiente espacial, propiciando, como objetivo geral, uma plataforma físico-matemática básica para futuras abordagens e ampliações de investigações e diagnósticos de instabilidades no ambiente espacial. Este projeto constitui-se assim etapa importante na evolução das atividades científicas espaciais, envolvendo uma equipe multidisciplinar emergente no INPE, de relevância para o Brasil e com trabalhos de competitividade internacional.

Contexto e abordagem teórica:

O propósito de longo prazo é a contribuição ao estudo de formação de instabilidades no ambiente de interação envolvendo a Lua, a magnetosfera terrestre e o vento solar. Tais instabilidades, especificamente as instabilidades de Kelvin Helmholtz (KH), os modos de lágrima e os choques levam a ocorrências de fenômenos relevantes no contexto das Ciências Espaciais. De forma geral tal objetivo será buscado por meio de modelagem magneto-hidrodinâmica (MHD) usando o código FLASH (veja Fryxell et al. [A]). Basicamente serão criados dois cenários distintos: um deles modelará um objeto desprovido de campo magnético e atmosfera, porém possuindo condutividade em sua superfície, e interagindo com o vento solar; o outro, a ser realizado posterior a este projeto, consistirá na modelagem da magnetosfera terrestre (veja Wu, Walker e Dawson [B]). Considerando que o referido objeto represente a Lua, tornar-se-á possível futuramente a modelagem do sistema vento solar-magnetosfera terrestre-Lua por meio da abordagem proposta no presente projeto. Para a modelagem MHD de vento estelar com um objeto sem atmosfera e campo magnético, ver Evangelista et al. [C].

A ocorrência de instabilidades no plasma espacial, particularmente nos ventos estelares, é um fenômeno que desperta grande interesse. Por exemplo, em Foullon et al. [D] os autores estudam as instabilidades de KH nas ejeções coronais; em Sundqvist e Owocki [E] são utilizadas simulações hidrodinâmicas para o estudo de instabilidades nos ventos de estrelas massivas e quentes; em Airapetian, Carpenter e Ofman [F] são apresentadas simulações MHD de ventos produzidos por gigantes vermelhas, onde o tal vento sofre a ação de ondas de Alfvén não lineares e de baixa frequência.

Particularmente, os processos físicos aos quais serão dedicados mais atenção serão: as instabilidades de KH, os modos em lágrimas (tearing mode) e os choques (Otto e

Fairfield [G]). As instabilidades de KH podem surgir, por exemplo, na interface entre duas camadas de fluido a qual possua, entre outras condições específicas, uma velocidade resultante de cisalhamento. Exemplo de tal instabilidade são os padrões ondulatórios característicos observados entre os cinturões na atmosfera de Júpiter. Fenômenos de larga escala são também observados em plasmas espaciais na magnetopausa e nos limites de correntes de vento solar de altas velocidades.

Segundo Cramer e Donnelly [H], o modo em lágrima resistivo é o mecanismo que em alguns casos tornará instável o equilíbrio MHD de um plasma o qual, considerando-se outros aspectos, seria considerado estável. No contexto astrofísico o fenômeno foi relacionado ao mecanismo de liberação de energia nos flares solares e ao problema da desconexão da matéria protoestelar a partir do campo magnético interestelar durante a formação da estrela.

Quanto aos choques, a descoberta do fenômeno do vento solar por meio de satélites e observações do espaço ofereceu uma excelente oportunidade para a busca de tais ocorrências no plasma no meio interplanetário. Nesse contexto é importante mencionar Parker [I], o qual utiliza uma descrição macroscópica em MHD, a qual se mostrou útil, entre outras coisas, na descrição do comportamento supersônico do vento solar. Em relação aos choques, veja também Echer, Alves e Gonzalez [J].

5.2.2 - Objetivo Geral

O objetivo deste subprojeto é *definição de cenários do ambiente espacial para modelagens magneto-hidrodinâmicas*, que se insere institucionalmente (PD-INPE 2016-2019 OE.5 e OE.9) e no programa de capacitação institucional (PCI – Programa 5, objetivos específicos 4 e 5), conforme se segue.

Institucionalmente:

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), em seu Objetivo Estratégico 5, do Plano Diretor 2016-2019, prevê a realização de geração de conhecimento científico por meio de pesquisa básica e de tecnologias com desenvolvimento industrial na área de Ciências Espaciais e Atmosféricas. As pesquisas e os desenvolvimentos nesta área têm por objetivo entender fenômenos físicos e químicos que ocorrem nas áreas de Aeronomia, Astrofísica e Geofísica Espacial. Também ligado a esta área há no Plano Diretor 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.

No programa de capacitação institucional:

O Objetivo Geral (OG) deste projeto PCI - Programa 5 - 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.

De forma mais precisa, o subprojeto apresentado atende aos seguintes objetivos específicos:

Objetivo Específico 4: Desenvolver modelos teóricos, computacionais e metodologias para pesquisar as relações entre o Sol e as magnetosferas planetárias.

Objetivo Específico 5: Elaboração de modelos físicos e computacionais do Sol, Meio Interplanetário, Magnetosfera, Ionosfera Equatorial e Geomagnetismo e suas interações. Para atingir o OE5 serão realizadas as seguintes atividades: o Desenvolvimento de ambiente numérico computacional de modelagem magneto-hidrodinâmica em HPC e análise de dados implementado para plasmas espaciais (Heliosféricos, astrofísicos e de clima espacial).

5.2.3 - Insumos

5.2.3.1 – Custeio

Não existe previsão de custeio para este subprojeto.

5.2.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Qtidade
5.2.1	Formação em Matemática Aplicada, Física, Computação, Engenharia, ou áreas afins com 7 (sete) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação após a obtenção do diploma de nível superior ; ou com título de doutor; ou ainda, com grau de mestre há, no mínimo, 4 (quatro) anos.	Conhecimentos de física ou de solução de sistemas de equações diferenciais parciais, Conhecimento de eletrodinâmica , conhecimento para programação em ambiente de HPC e conhecimentos avançados em inglês e relativa habilidade em linguagens C++ e fortran	4 e 5	D-B	3	1

5.2.4 - Atividades de Execução

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

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas (por mês)		
			2019 (10)	2019 (11)	2019 (12)
Levantamento da informação na literatura	4 e 5	Definição de condições para simulações MHD visando futuros desenvolvimentos de estudos de instabilidades em plasma espacial	50%	50%	
Implementação do modelo MHD para simulação envolvendo a Lua	4 e 5	Modelagem física funcionando		50%	50%
Relatório	4 e 5	Documento			100%

5.2.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Mês									
	2019 (10)		2019 (11)		2019 (12)					
	1	2	1	2	1	2				
Levantamento e proposição de cenários	X	X	X	X						
Implementação de código MHD para corpo inerte (Lua)			X	X	X	X				
Redação relatório					X	X				

5.2.6– 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 (10)	2019 (11)	2019 (12)	

Texto descritivo dos cenários	4 e 5	Cenários descritos		X			
Modelo MHD funcionando para a Lua	4 e 5	Modelo estruturado e funcionando			X		
Resultados gráficos e/ou tabulados	4 e 5	Gráficos de situações analisadas			X		
Relatório	4 e 5	Documentação do desenvolvimento			X		

5.2.7 – Resultados Esperados

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

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas			
			2019 (10)	2019 (11)	2019 (12)	
Capacidade de propor modelos MHD considerando cenários de investigação	4 e 5	Cenários sugeridos para escolha		1		
Capacidade de executar modelagem para a Lua	4 e 5	Modelo físico para modelagem			1	
Divulgação institucional de relatórios e publicações	4 e 5	Publicação de relatórios / artigos			1	
Oferecimento de capacitações técnico-científicas	4 e 5	Seminários e discussões científicas	1	1	1	

5.2.8 - Recursos Solicitados

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

Custeio:

Não existe previsão de custeio para este subprojeto.

Bolsas:

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

5.2.9 - Equipe do Projeto

- Odin Mendes (DIDGE, supervisor responsável)
<http://lattes.cnpq.br/8260056540566311>

- Oswaldo Miranda, DIDAS
<http://lattes.cnpq.br/9527086189389353>

- Margarete Oliveira Domingues, LABAC
<http://lattes.cnpq.br/4693848330845067>

- Renato Sergio Dallaqua, LABAP
<http://lattes.cnpq.br/6288422242209474>

- Ralf Deiterding (Universidade de Southampton, Reino Unido)
<https://www.southampton.ac.uk/engineering/about/staff/rd1y14.page>

- Cayo Prado Fernandes Francisco, IEA/DCTA
<http://lattes.cnpq.br/6426135606782312>

- Bolsista PCI aprovado para este projeto

5.2.10 - Referências Bibliográficas

[1] Melrose, D. B. Instabilities in space and laboratory plasmas. Cambridge, Cambridge, 1989.

[2] Khazanov, G. V. Space weather Fundamentals. Boca Raton, CRC Press, 2016.



- [3] Mendes, O.; da Costa ; Domingues, M. O. Introduction to planetary electrodynamics: a view of electric fields, currents and related magnetic fields. *Advances in Space Research*, Inglaterra, v. 35, n.5, p. 812-818, 2005.
- [4] Mendes, O.; Domingues, M. O.; Echer, E.; Hajra, R.; Menconi, V.E. Characterization of high-intensity, long-duration continuous auroral activity (HILDCAA) events using recurrence quantification analysis. *NONLINEAR PROCESSES IN GEOPHYSICS (ONLINE)*, v. 24, p. 407-417, 2017.
- [5] Evangelista, E. F. D.; Domingues, M. O.; Mendes, O.; Miranda, O. D. A brief study of instabilities in the context of space magnetohydrodynamic simulations. *Revista Brasileira de Ensino de Física (Online)*, v. 38, p. 1, 2016.
- [6] Müller, M. S. L. Numerical methods applied to space magnetohydrodynamics for high performance computing. Doctorate thesis, INPE, 2019.
- [A] Fryxell, B. et al., FLASH: an Adaptive Mesh Hydrodynamics Code for Modeling Astrophysical Thermonuclear Flashes, *Astrophys. J. Suppl. S.*, vol.131:273-334 (2000).
- [B] Wu, C.C., Walker, R.J. and Dawson, J.M., A three dimensional MHD model of the Earth's Magnetosphere, *Geo. Res. Let.*, vol.8(5):523-526 (1981).
- [C] Evangelista, E.F.D., Miranda, O.D., Mendes, O. and Domingues, M.O., Simulating the Interaction of a Non-magnetized Planet with the Stellar Wind Produced by a Sun-like Star Using the FLASH Code, *Braz. J. Phys.*, accepted (2019).
- [D] Foullon, C. et al., Magnetic Kelvin-Helmholtz Instability at the Sun, *Astrophys. J. Lett.*, vol. 729(1):L8 (2011).
- [E] Sundqvist, J.O. and Owocki, S.P., Clumping in the inner winds of hot, massive stars from hydrodynamical line-driven instability simulations, *MNRAS*, vol. 428(2):1837-1844 (2013).
- [F] Airapetian, V., Carpenter, K. and Ofman, L., 2.5D MHD Simulations Of Winds From Red Giants Stars: Broadband Alfvén Waves, *Bulletin of the American Astronomical Society*, vol. 42:342 (2010).
- [G] Otto, A. and Fairfield, D.H., Kelvin-Helmholtz instability at the magnetotail boundary: MHD simulation and comparison with Geotail observations, *J. Geophys. Res.* 105(A9):21175-21190 (2000).
- [H] Cramer, N.F. and Donnelly, I. J., *Astronomical Society of Australia, Proceedings* vol. 3, no. 5-6 (1979). pp. 367-368.
- [I] Parker, E.N., Dynamics of the interplanetary gas and magnetic fields, *Astrophys. J.*, vol. 128:664-676 (1958).
- [J] Echer, E., Alves, M.V. and Gonzalez, W.D., Ondas de Choque Não-colisionais no Espaço Interplanetário, *Rev. Bras. Ens. Fís.*, vol. 28:51-66 (2006).

Projeto 5: PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM CIÊNCIAS ESPACIAIS E ATMOSFÉRICAS

Subprojeto 5.3: Validação da Qualidade de Dados Eletromagnéticos para Obtenção de Modelos 3D de Distribuição da Condutividade Elétrica

5.3.1– Introdução

Este subprojeto consta no Projeto 5 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE. Relaciona-se com o seu objetivo específico 6, o qual trata da investigação experimental das variações temporais do campo magnético terrestre observadas na superfície da Terra. Uma das atividades previstas nesse objetivo específico é a obtenção de modelos 3D sobre a distribuição da condutividade elétrica no país, diretamente relacionados com os produtos a serem obtidos neste subprojeto.

Um dos focos atuais das atividades de pesquisa no grupo de Geomagnetismo do INPE concentra-se no uso de variações temporais do campo magnético terrestre medidas na superfície da Terra (em particular aquelas oriundas de processos internos de indução eletromagnética) para inferir a distribuição da condutividade elétrica em diferentes profundidades na crosta e manto superior terrestre. Essa informação é essencial para estudos de Geofísica Básica (evolução geotectônica das regiões estudadas), Geofísica Aplicada (prospecção de recursos minerais) e também para aferir o efeito de correntes geomagneticamente induzidas (GIC) associadas à variabilidade do Clima Espacial em sistemas tecnológicos instalados na superfície da Terra.

Dados de variações do campo eletromagnético são coletados em várias estações dispostas nos locais de estudo na superfície da Terra, os quais devem ser processados para obtenção de funções de transferência entre os campos elétricos e magnéticos. Essas funções de transferência são apresentadas na forma de um tensor de impedâncias, cujas componentes podem ser profundamente afetadas por ruídos de origem antrópica, tais como aqueles associados a linhas de transmissão de energia elétrica, linhas férreas eletrificadas, cercas elétricas e correntes utilizadas como proteção contra corrosão em tubulações metálicas. A presença desses ruídos torna necessário o uso de ferramentas matemáticas adequadas visando a minimização de seus efeitos e a validação dos tensores antes de serem utilizados para a obtenção do modelo final 3D de distribuição geoeletrica.

Nos últimos anos, o INPE tem gerado, em uma extensa área do território nacional, um volume significativo de dados de indução eletromagnética, os quais precisam ser continuamente monitorados e pré-processados por meio de algoritmos complexos e eficientes, antes de sua interpretação e divulgação na forma de trabalhos acadêmicos e artigos científicos. A tendência atual é que essa quantidade de dados seja ainda mais incrementada para atender as necessidades do programa de Clima Espacial do instituto de obter modelos de transferência e dissipação terminal da energia eletromagnética incidente na superfície terrestre, para avaliar e prever os impactos das correntes GIC. Um passo crucial nesse procedimento é a aferição da qualidade das funções de transferência derivadas a partir dos dados adquiridos. Este subprojeto objetiva agregar temporariamente um profissional com experiência em tecnologia de informação e conhecimento das técnicas geofísicas de indução eletromagnética para implementar

códigos computacionais desenvolvidos e em desenvolvimento pelo grupo de Geomagnetismo do INPE para processamento robusto de dados de sondagens eletromagnéticas e consequente validação dos tensores de impedância. Paralelamente, pretende-se que seja desenvolvida uma interface que integre esses programas de validação das funções de transferência dos dados eletromagnéticos com o pacote de modelagem 3D usado para obter a distribuição 3D de condutividade elétrica.

5.3.2- Objetivo Geral

Para incrementar a capacitação institucional do INPE no desenvolvimento de modelos 3D da distribuição da condutividade elétrica no país (Objetivo específico 6 do Projeto 5 dos projetos institucionais do INPE) é necessário validar as funções de transferência (tensor de impedâncias) obtidas pelas sondagens de indução eletromagnética já disponíveis e aquelas ainda por adquirir. Este subprojeto pretende estabelecer um método para essa validação através dos seguintes objetivos específicos:

Objetivo Específico 1:

Aprimorar a qualidade dos algoritmos utilizados para validar as componentes do tensor de impedâncias obtidas em sondagens eletromagnéticas.

Objetivo Específico 2:

Desenvolver rotinas de integração entre o programa de validação de dados e os programas de inversão de dados usados para obter a distribuição 3D de condutividade elétrica.

5.3.3- Insumos

5.3.3.1 – 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\$)

5.3.3.2 – Bolsas

Descrever a necessidade de agregação de especialistas, pesquisadores e técnicos, com vistas à execução dos objetivos específicos do projeto 1, bem como, o quantitativo de bolsas PCI por nível necessário à inclusão destes recursos humanos.

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Qtidade
5.3.1	Formação em Geologia, Geofísica, 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 no processamento de dados geofísicos com métodos eletromagnéticos; Conhecimento avançado de linguagens de programação C++ e Fortran; Experiência com os aplicativos de análise estatística R, de controle de versão git e com métodos de testes automáticos de integração em programação.	1,2	D-B	3	1

5.3.4 - Atividades de Execução

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

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Implementar melhorias nas rotinas de validação dos dados	1	Testes das rotinas de validação aprovados	X				
Integrar as rotinas de validação de dados com o programa de inversão 3D.	2	Arquivos capazes de serem lidos pelo programa de modelagem 3D	X				

5.3.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre									
	2019		2020		2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Implementação das rotinas de validação de dados		X								
Integração das rotinas de validação com o programa de inversão de dados		X								

5.3.6 – 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	2022	2023
Programa de validação de dados	1	Teste de integração do algoritmo de validação	X				
Integração dos programas de validação de dados e modelagem 3D	2	Testes de integração dos programas de validação de dados e modelagem 3D.	X				

5.3.7 – 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
Melhoria na qualidade dos dados utilizados como entrada para a modelagem da distribuição de condutividade	1	Aprovação dos testes do produto 1	X				

Agilização do procedimento para obtenção o modelo 3D de condutividade	2	Aprovação dos testes do produto 2	X				
---	---	-----------------------------------	---	--	--	--	--

5.3.8 - 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	3	1	12.480,00
	C	3.380,00			
	D	2.860,00			
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					12.480,00

5.3.9 - Equipe do Projeto

Andrea Cristina Lima Santos Matos
 Antonio Lopes Padilha
 Livia Ribeiro
 Alves Maria
 José Barbosa
 Wanderli
 Kabata

5.3.10 - Referências Bibliográficas

Fontes, S.L., Harinarayana, T., Dawes, G.J.K., Hutton, V.R.S. (1988). Processing of noisy magnetotelluric data using digital filters and additional data selection criteria. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 52 (1–2), 30-40.

Junge, A. (1996). Characterization of and correction for cultural noise. *Surveys in*

Geophysics, 17(4), 361-391.

Kiyan, D., Jones, A.G., Vozar, J. (2013). The inability of magnetotelluric off-diagonal impedance tensor elements to sense oblique conductors in three-dimensional inversion. *Geophysical Journal International*, 196 (3), 1351–1364.

Newman, G.A., Lindsey, N.J., Gasperikova, E., Bertrand, E.A., Caldwell, T.G. (2015). The importance of full impedance tensor analysis for 3D magnetotelluric imaging the roots of high temperature geothermal systems: Application to the Taupo Volcanic Zone, New Zealand. In: *Proceedings World Geothermal Congress 2015, Melbourne, Australia*.

Price, P. (2002). Geomagnetically induced current effects on transformers. *IEEE Transactions on Power Delivery*, 17 (4), 1002–1008.

Shang, K., Wang, Z. (2011). Calculation of telluric current in geomagnetic induced problems using the Finite Element Method. *2011 Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference, Wuhan*, pp. 1-4. doi: 10.1109/APPEEC.2011.5747712.

Tietze, K., Ritter, O. (2013). Three-dimensional magnetotelluric inversion in practice - The electrical conductivity structure of the San Andreas Fault in Central California. *Geophysical Journal International*, 195 (1), 130–147.

Zorin, N.I., Alekseev, D.A. (2018). Causality and dispersion relations in electrical prospecting. *Russian Geology and Geophysics*, 59 (3), 313-323.

Projeto 5: Pesquisa e Desenvolvimentos em Ciências Espaciais e Atmosféricas

Subprojeto 5.4: Desenvolvimento de instrumentação e software de análise de dados para os projetos protoMIRAX e nanoMIRAX/LECX.

5.4.1 – Introdução

Os fenômenos mais energéticos do universo, que geralmente ocorrem na vizinhança de objetos colapsados tais como buracos negros e estrelas de nêutrons, manifestam-se principalmente através da emissão de raios X e gama. Esses fenômenos são de grande importância em astrofísica, uma vez que a emissão de radiação eletromagnética nessas energias se dá através de processos físicos que só ocorrem em regiões singulares onde reinam condições físicas extremas. Nesses objetos, parâmetros físicos relevantes tais como temperatura, densidade, campo gravitacional e campo magnético podem atingir valores elevadíssimos. A astronomia de raios X, que recentemente comemorou cinco décadas de existência a partir da descoberta de Scorpius X-1 [1], é hoje um ramo da astronomia de importância altamente reconhecida. Os grandes observatórios de raios X lançados recentemente, como Chandra [2], XMM-Newton [3], INTEGRAL [4], Swift [5] e NuSTAR [6], e o fabuloso retorno propiciado por essas missões em termos de descobertas e aberturas de novos paradigmas em astrofísica atestam a grande relevância desta faixa do espectro para o estudo do universo. Raios X são produzidos por uma enorme variedade de objetos, desde estrelas até aglomerados de galáxias e “bursts” de raios gama a altos “redshifts”.

O experimento MIRAX (Monitor e Imageador de Raios X – [7]) foi concebido e está sendo desenvolvido no INPE com o objetivo de inserir o Brasil mais fortemente nessa área da astrofísica, principalmente através do desenvolvimento de instrumentação competitiva. O instrumento principal do projeto consiste numa câmera imageadora de raios X, de amplo campo de visada, operando na faixa de energia entre 10 e 200 keV. Esta câmera irá fazer um mapeamento sem precedentes, do ponto de vista da cadência e da estratégia observacionais, das fontes astrofísicas de raios X energéticos na região central de nossa Galáxia e em todo o céu do Hemisfério Sul. O estudo do universo na faixa de energia que o MIRAX irá operar tem sido relativamente pouco explorado, o que faz com que a missão tenha uma oportunidade singular de contribuir de forma importante para o conhecimento nessa área.

Numa época em que a astronomia mundial é cada vez mais focada em observações em todos os comprimentos de onda possíveis, é fundamental que a astronomia brasileira passe a conceber e desenvolver projetos espaciais. A missão MIRAX poderá ser a primeira missão espacial do Brasil na área de astronomia; com ela, o país dará um enorme passo na direção de desenvolver a área de astronomia espacial e entrar no seleto rol de nações que têm a capacidade de desenvolver instrumentos astrofísicos e colocá-los no espaço. Para que a missão seja competitiva e tenha relevância no cenário internacional da astronomia e astrofísica, é preciso que os instrumentos científicos embarcados sejam de última geração. No caso do MIRAX, foi concebida no INPE uma câmera imageadora de raios X que utiliza a técnica de máscara codificada, a qual permite a formação de imagens através de codificação espacial do fluxo de raios X incidente. Com essa técnica, imagens de campo amplo são produzidas a partir da decodificação computacional da distribuição de posições das interações de raios X nos detectores sensíveis à posição (ver, por exemplo, Braga et al. 2002 [8]). A câmera do MIRAX está sendo construída no laboratório da Divisão de Astrofísica do INPE no âmbito do projeto protoMIRAX [9] [10].

As características do MIRAX têm o potencial de transformar a missão em uma das principais missões internacionais de monitoramento de fontes transientes de raios X na primeira metade da década de 2020, uma vez que não estão planejados lançamentos de novas missões com capacidade imageadora em amplos campos de visada nesta escala de tempo. Duas missões que incluem instrumentos que podem ser citados como concorrentes diretos do MIRAX são a missão indiana ASTROSAT (atualmente em órbita [11]) e a missão sino-francesa de “Gamma-Ray Bursts” (GRBs) SVOM (em fase final de desenvolvimento [12]), mais particularmente os instrumentos CZTI e ECLAIR, respectivamente. No entanto, o CZTI tem um campo de apenas $6^\circ \times 6^\circ$ e uma sensibilidade semelhante à do MIRAX, enquanto que o instrumento francês ECLAIR (campo de $89^\circ \times 89^\circ$ e alta sensibilidade) estará operando de modo a maximizar a busca por GRBs e não terá a cadência observacional necessária para obter séries temporais quase contínuas de fontes transientes Galácticas. Os dados do MIRAX serão extremamente importantes para a área de astronomia de raios X a nível internacional e propiciarão à comunidade astronômica brasileira a oportunidade de abrir uma nova janela observacional.

Este projeto tem como objetivo o desenvolvimento de software de análise de dados em astrofísica de raios X e de instrumentação nessa área. Esta capacitação é essencial para que sejam atingidos os objetivos dos projetos protoMIRAX e LECX do grupo de Astrofísica de Altas Energia da Divisão de Astrofísica do INPE, que fazem parte do objetivo específico 13 do Projeto 5 do Plano Institucional do INPE 2018-2023. O projeto permitirá o desenvolvimento de ferramentas de análise, tanto no domínio espectral como temporal, dos dados que serão obtidos com a operação dos experimentos citados. Ademais, o grupo trabalha também com dados públicos de missões internacionais, o que necessita igualmente de desenvolvimento de software específico de análise de dados.

O candidato a ser selecionado deverá ter as seguintes competências e experiência mínimas:

1. Doutorado em Astrofísica de Altas Energias Experimental
2. Experiência em análise de dados de missões espaciais de raios X e/ou gama, especialmente a respeito de binárias de raios X com objetos compactos.
3. Experiência com desenvolvimento de instrumentação na área de detectores e técnicas experimentais em astrofísica de raios X e/ou gama.

Este subprojeto consta no Projeto 05 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE.

5.4.2 - Objetivo Geral

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: Desenvolver modelos físicos, modelos computacionais, instrumentação e plataformas de balão e satélites associadas para aumentar os conhecimentos sobre os mecanismos físicos responsáveis pela emissão eletromagnética de altas energias (raios X e raios gama) de diversas fontes cósmicas, tais como estrelas

compactas em sistemas binários, supernovas, galáxias, aglomerados de galáxias e quasares.

5.4.3 - Insumos

5.4.3.1 – Custeio

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

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

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

5.4.3.2 – Bolsas

Descrever a necessidade de agregação de especialistas, pesquisadores e técnicos, com vistas à execução dos objetivos específicos do projeto 1, bem como, o quantitativo de bolsas PCI por nível necessário à inclusão destes recursos humanos.

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
5.4.1	Formação em Astrofísica de Altas Energias Experimental 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		1	D-A	3	1



	mínimo, 6 (seis) anos.					
--	---------------------------	--	--	--	--	--

5.4.4 - Atividades de Execução

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

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	2019
1 - Finalização do desenvolvimento do experimento protoMIRAX	1	- relatórios de testes	Realizar integração e testes do experimento
2 - Finalização do desenvolvimento do experimento de nanosat LECX	1	- relatórios de desenvolvimento	Montar o LECX na plataforma do nanoMIRAX e realizar integração e testes da missão
3 - Estudar fontes cósmicas de raios X e gama através do uso de dados públicos de missões internacionais	1	- relatórios de software desenvolvidos	Desenvolver software de redução e análise de dados

5.4.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	2019
1 - Finalização do desenvolvimento do experimento protoMIRAX	X
2 - Finalização do desenvolvimento do experimento de nanosat LECX	X
3 - Estudar fontes cósmicas de raios X e gama através do uso de dados públicos de missões internacionais	X

5.4.6 – 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	2019
			- Relatório de integração e testes do protoMIRAX
Protótipo ou subsistema de Instrumento científico para observação em Astrofísica testado.	1	* N° de relatórios de testes em protótipos * No de protótipos desenvolvidos	



Documento de Projeto de Instrumentação ou Missão Científica	1	* N° de documentos	- Documento de projeto da missão LECX em nanosat
Instrumento científico para observação em astrofísica disponível para a comunidade científica _	1	* N° de relatórios	Relatório de preparação para lançamento do experimento protoMIRAX em voo de balão estratosférico

5.4.7 – 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	2019
Aumento do número de publicações científicas para o cumprimento da Meta anual estabelecida para a CGCEA (Meta do Plano de Trabalho INPE-AEB-AO 20VB-PO 0009-2018)	13	* Percentual do N° de publicações em relação ao total anual estabelecido para a CGCEA (Total = 50 publicações por ano)	* 4% da meta anual de publicações da CGCEA
Contribuição para a realização de prospecção, concepção e elaboração de requisitos científicos e técnicos de instrumentos científicos para Ciências Espaciais (Meta 5.1 do Plano Diretor do INPE)	13	*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)	13	* N° de desenvolvimentos de projetos instrumentais	1

5.4.8 - Recursos Solicitados

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

Custeio:

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

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



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

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00	3	1	15.600,00
	B	4.160,00			
	C	3.380,00			
	D	2.860,00			
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					15.600,00

5.4.9 - Equipe do Projeto

João Braga, Pesquisador Titular da DIDAS/CGCEA/INPE – pesquisador responsável
Flavio D’Amico - Pesquisador da DIDAS/CGCEA/INPE
Paulo Eduardo Freire Stecchini – Estudante de Doutorado DIDAS, bolsista FAPESP
Cesar Strauss - Engenheiro Doutor, DIDAS
Luiz Antonio Reitano – Técnico DIDAS
Alan Braga Cassiano – Técnico DIDAS
Lázaro Aparecido Pires de Camargo – Tecnologista DIDAE
Maria de Fátima Mattiello Francisco – Tecnologista INPE
José Oscar Fernandes –Tecnologista SLB/INPE

5.4.10 - Referências Bibliográficas

- [1] Giacconi, R.; Gursky, H.; Paolini, F. R.; Rossi, B. B. 1962, “Evidence for X Rays from Sources Outside the Solar System”, *Physical Review Letters*, **9**, 439.
- [2] Weisskof, M. C.; Tananbaum, H. D.; Van Speybroeck, L. P.; O’Dell, S. L. 2000, “The Chandra X-ray Observatory (CXO): Overview”, *Proceedings of SPIE*, **4012**, 2.
- [3] Jansen, F. et al, 2001. “XMM-Newton observatory. I. The spacecraft and operations”, *Astronomy & Astrophysics*, **365**, L1.
- [4] Schönfelder, V, ”Science with INTEGRAL in perspective”, *Gamma 2001: Gamma-Ray Astrophysics*, 2001.

- [5] Wells, A., et al. 2004, “The Swift Gamma-Ray Burst Observatory”, *Proceedings of SPIE*, **5488**, 403.
- [6] Harrison, F. A.; Craig, W. W.; Christensen, F. E. et al. 2013, “The Nuclear Spectroscopic Telescope Array (NuSTAR) High-energy X-Ray Mission”, *The Astrophysical Journal*, **770**, 103.
- [7] Braga, J. 2006, “MIRAX Mission Overview and Status”. In: “The Transient Milky Way: A Perspective for MIRAX,” ed. F. D’Amico, J. Braga, & R. E. Rothschild, *AIP Conference Proceedings*, v. **840**, p. 3-7.
- [8] Braga, J.; D’Amico, F.; Villela, T.; Mejía, J.; Fonseca, R. A.; Rinke, E. 2002, “Development of the imaging system of the balloon-borne gamma-ray telescope Máscara Codificada (MASCO)”, *Review of Scientific Instruments*, **73**, 3619.
- [9] Braga, J.; D’Amico, F.; Avila, M. A. C.; Penacchioni, A. V.; Sacahui, J. R.; Santiago Jr., V. A.; Mattiello-Francisco, F.; Strauss, C.; Fialho, M. A. A. 2015, “The protoMIRAX hard x-ray imaging balloon experiment”, *Astronomy & Astrophysics*, **580**, A108.
- [10] Castro, M.; Braga, J.; Penacchioni, A.V.; D’Amico, F.; Sacahui, J.R. 2016, “Background and Imaging Simulations for the Hard X-Ray Camera of the protoMIRAX Mission”, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **459**, 3917.
- [11] Singh, et al. 2014, “The ASTROSAT Mission”, *Proc. SPIE* **9144**.
- [12] Götz, D. et al. 2009, “SVOM: a new mission for Gamma-Ray Burst Studies”, *AIP Conference Proceedings*, **1133**, 25.

Projeto 5: PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM CIÊNCIAS ESPACIAIS E ATMOSFÉRICAS

Subprojeto 5.5: Estudo da ocorrência de ELTs no continente Americano no âmbito da rede LEONA e sua influência na ionosfera

5.5.1 – Introdução

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

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

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

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

Com a finalidade de realizar observações de FADAS de modo consistente foi criada a Rede Colaborativa para a Investigação de Eventos Luminosos Transientes e Emissões de Alta Energia de Tempestades – LEONA na América Latina, projeto liderado pelo INPE e contribui para realizar a meta 5.2 do Plano Diretor 2016-2019. A rede é composta por: (a) um servidor central, estações de observação de ELTs instaladas em algumas localidades do Brasil e da Argentina, uma estação de detecção de ALETs; (b) softwares que permitem a comunicação com, e o gerenciamento de todas as estações de FADAS, e softwares instalados em cada estação que permitem a realização de observações e coleta de dados em cada uma delas. As estações de observação de ELTs são compostas por câmeras, um suporte que permite seu direcionamento, denominado pantilt, um hardware de inserção de tempo nas imagens das câmeras, obtidos com alta precisão por uma antena GPS, hardwares de controle desses equipamentos, um computador contendo os softwares locais

e demais acessórios. A estação ALETs é composta por um detecção de nêutrons com 2 módulos de detecção de nêutrons, uma unidade de controle, um computador contendo os softwares locais e acessórios.

5.5.2 – Objetivo Geral

Este subprojeto tem como objetivo geral contribuir com a realização de pesquisa científica para fazer avançar os conhecimentos atuais sobre os ELTs e a ocorrência desses fenômenos na América do Sul, realizando pesquisa científica de ponta sobre o acoplamento eletrodinâmico atmosférico e espacial no Brasil e na América do Sul, no âmbito do projeto LEONA. O ponto de partida será investigar a interação dos ELTs e da atividade elétrica dos sistemas meteorológicos convectivos que os geram, na forma de relâmpagos, com a ionosfera.

De modo a atingir esse objetivo geral, o seguinte Objetivo Específico (OE) foi definido:

OE 1: Análise científica de dados de ELTs e dos sistemas convectivos que os geram em conjunto com dados ionosféricos;

OE 2: Realização de coleta regular de dados com a LEONA envolvendo observação noturna de ELTs e acompanhamento da detecção automática de ALETs.

5.5.3 – Insumos

5.5.3.1 – Custeio

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

5.5.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
5.5.1	Formação em Física ou áreas afins com 10 (dez) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação,	Habilidade em programação para análise de dados científicos e modelagem científica computacional, em linguagens computacionais utilizadas para tal, por exemplo:	1-2	D-A	3	1

	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	Matlab, IDL, Fortran, Phyton, C, C. Conhecimento de inglês intermediário, com boa leitura, é um diferencial.				
--	--	--	--	--	--	--

É necessária a agregação do(a) profissional para realizar as tarefas necessárias para cumprir o Objetivo Específico de modo a contribuir com a realização de trabalhos de pesquisa científica com os dados coletados com a rede LEONA, buscando desvendar os mecanismos físicos dos fenômenos estudados e sua relação com outros fenômenos geofísicos, além de realizar as observações noturnas dos ELTs nos períodos adequados e monitorar a detecção automática das ALETs.

5.5.4 – Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			Mês 10	Mês 11	Mês 12
OE 1	1	Identificação de possíveis perturbações ionosféricas relacionadas com ELTs	Dias de estudo com parâmetros adequados selecionados	Análise dos dados de ELTs em conjunto com dados ionosféricos	Resultados preliminares obtidos
OE 2	2	Dados de FADAS coletados regularmente, catalogados e armazenados	Imagens de ELTs capturadas e emissões de ALETs registradas	Imagens de ELTs capturadas e emissões de ALETs registradas	Imagens de ELTs capturadas e emissões de ALETs registradas

5.5.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Meses		
	Mês 10	Mês 11	Mês 12

OE1: Realizar análise científica de dados de ELTs e dos sistemas convectivos que os geram em conjunto com dados ionosféricos	X	X	X
OE2: Realizar coleta de dados com a LEONA e armazená-los	X	X	X

5.5.6 – Produtos

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

Produtos	O.E.	Indicadores	Metas
			2019
Resultados Científicos e Metodologias desenvolvidas, incluindo modelos numéricos computacionais	1	*Dados analisados *Relatório de desenvolvimento	- Relatório entregue
Conjunto de dados de FADAS coletados com a LEONA expandido	2	* Número de noites com dados de ELTs coletados, catalogadas e armazenadas. * Número de dias/noites com dados de ALETs identificados e armazenados.	- Mínimo de 3 noites com ELTs - Mínimo de 3 dias ou noites com ALETs

5.5.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas
			2019



Aumento do número de publicações científica para o cumprimento da Meta anual estabelecida para a CGCEA (Meta do Plano de Trabalho INPE-AEB-AO 20VB-PO 0009-2018)	1,2	Número mínimo de artigos científicos em preparação para publicação	1
--	-----	--	---

5.5.8 - Recursos Solicitados

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

Custeio:

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

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00	3	1	15.600,00
	B	4.160,00			
	C	3.380,00			
	D	2.860,00			
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					15.600,00

5.5.9 - Equipe do Projeto

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

Dr. Jonas Rodrigues de Souza (colaborador da área de física espacial e atmosférica);

Dr. Esfhan Alam Kherani (colaborador da área de física espacial e atmosférica);

Dr. Eduardo Martins Guerra (colaborador da área de computação);

Dr. Carlos Hugo Villalobos (bolsista PCI -DB, colaborador na área de física espacial e atmosférica);

5.5.10 - Referências Bibliográficas

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

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

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

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

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

Projeto 5: PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM CIÊNCIAS ESPACIAIS E ATMOSFÉRICAS

Subprojeto 5.6: Desenvolvimento e integração de equipamentos da rede LEONA

5.6.1 – Introdução

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

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

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

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

Com a finalidade de realizar observações de FADAS de modo consistente foi criada a Rede Colaborativa para a Investigação de Eventos Luminosos Transientes e Emissões de Alta Energia de Tempestades – LEONA na América Latina, projeto liderado pelo INPE e contribui para realizar a meta 5.2 do Plano Diretor 2016-2019. A rede é composta por: (a) um servidor central, estações de observação de ELTs instaladas em algumas localidades do Brasil e da Argentina, uma estação de detecção de ALETs; (b) softwares que permitem a comunicação com, e o gerenciamento de todas as estações de FADAS, e softwares instalados em cada estação que permitem a realização de observações e coleta de dados em cada uma delas. As estações de observação de ELTs são compostas por câmeras, um suporte que permite seu direcionamento, denominado pantilt, um hardware de inserção de tempo nas imagens das câmeras, obtidos com alta precisão por uma antena GPS, hardwares de controle desses equipamentos, um computador contendo os softwares locais e demais acessórios. A estação ALETs é composta por um detecção de nêutrons com 2

módulos de detecção de nêutrons, uma unidade de controle, um computador contendo os softwares locais e acessórios.

5.6.2 – Objetivo Geral

Este subprojeto tem como objetivo geral o desenvolvimento e integração de equipamentos para realizar a observação e detecção das FADAS pela rede LEONA. Ele é fundamental para o aprimoramento da rede com as estações atuais, a instalação de novas estações da rede, necessárias ao desenvolvimento da pesquisa científica sobre o acoplamento eletrodinâmico atmosférico e espacial.

De modo a atingir esse objetivo geral, o seguinte Objetivo Específico (OE) foi definido:

OE 1: Desenvolvimento de novos hardwares de controle dos equipamentos, com especificações aprimoradas;

OE 2: Realização de coleta regular de dados com a LEONA envolvendo observação noturna de ELTs e acompanhamento da detecção automática de ALETs.

5.6.3 – Insumos

5.6.3.1 – Custeio

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

5.6.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
5.6.1	Graduação em Engenharia Elétrica, Engenharia Eletrônica, Automação, Análise de Sistemas ou áreas afins e experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação	Desejável conhecimento e experiência em confecção de hardware de controle de automação, experiência com Arduino e com firmware. Experiência em programação, linguagens: Python, C, C++, Java, HTML,	1,2	D-D	3	1

		<p>Github. Conhecimento de inglês intermediário, com boa leitura, é um diferencial. Bom conhecimento de câmeras CCD é um diferencial bastante desejado.</p>				
--	--	---	--	--	--	--

É necessária a agregação do(a) profissional para realizar as tarefas necessárias para cumprir os Objetivos Específicos de 1 a 5, de modo a expandir a rede LEONA para outras localidades, aprimorar os seus sistemas de hardware, bem como realizar as observações noturnas dos ELTs nos períodos adequados e monitorar a detecção automática das ALETs.

Um observação importante: para que o Objetivo Geral seja atingido, o(a) profissional selecionado deverá trabalhar em conjunto com o(a) profissional a ser também selecionado para realizar as atividades de desenvolvimento de softwares descritas no Subprojeto 5.7.1 – Desenvolvimento de softwares para funcionamento da rede LEONA, parte desta Chamada. Os dois Subprojetos estão intimamente relacionados e a obtenção dos Produtos e Resultados Esperados em ambos Subprojetos (5.5.1 e 5.7.1) será fruto da atuação dos dois profissionais, um desenvolvendo os hardwares, o outro desenvolvendo os softwares e os dois atuando junto para a integração dos mesmos à rede LEONA.

5.6.4 – Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			Mês 10	Mês 11	Mês 12
OE 1	1	Hardwares de controle com novas funcionalidades	Sistemas atuais compreendidos	Capacidade de reproduzi-los	Protótipos com novas funcionalidades desenvolvido
OE 2	2	Dados de FADAS coletados regularmente	Imagens de ELTs capturadas e emissões de ALETs registradas	Imagens de ELTs capturadas e emissões de ALETs registradas	Imagens de ELTs capturadas e emissões de ALETs registradas

5.6.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Meses		
	Mês 10	Mês 11	Mês 12
OE1: Desenvolver novos hardwares de controle dos equipamentos	X	X	X
OE2: Realizar coleta de dados com a LEONA e armazená-los	X	X	X

5.6.6 – Produtos

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

Produtos	O.E.	Indicadores	Metas
			2019
Novos hardwares testados e integrados	1	* Relatório de desenvolvimento * Protótipo desenvolvido	-Relatório entregue - Protótipo desenvolvido
Conjunto de dados de FADAS coletados com a LEONA expandido	2	* Número de noites com dados de ELTs coletados e catalogadas. * Número de dias/noites com dados de ALETs identificados.	- Mínimo de 3 noites com ELTs - Mínimo de 3 dias ou noites com ALETs

5.6.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas
			2019
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	Hardware de controle da LEONA com novas funcionalidades	Protótipo desenvolvido
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).	2	Número mínimo de artigos científicos em preparação para publicação	1

5.6.8 - Recursos Solicitados

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

Custeio:



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

Bolsas:

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

5.6.9 - Equipe do Projeto

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

Dr. Jonas Rodrigues de Souza (colaborador da área de física espacial e atmosférica);

Dr. Eduardo Martins Guerra (colaborador da área de computação contribuindo com a orientação do desenvolvimento dos softwares);

Dr. Carlos Hugo Villalobos (bolsista PCI -DB, colaborador na área de física espacial e atmosférica);

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

Novo bolsista PCI-DD que irá atuar no desenvolvimento dos softwares da LEONA, a ser selecionado.

5.6.10 - Referências Bibliográficas

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

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

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

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

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

Projeto 5: PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM CIÊNCIAS ESPACIAIS E ATMOSFÉRICAS

Subprojeto 5.7: Desenvolvimento de softwares para funcionamento da rede LEONA

5.7.1 – Introdução

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

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

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

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

Com a finalidade de realizar observações de FADAS de modo consistente foi criada a Rede Colaborativa para a Investigação de Eventos Luminosos Transientes e Emissões de Alta Energia de Tempestades – LEONA na América Latina, projeto liderado pelo INPE e contribui para realizar a meta 5.2 do Plano Diretor 2016-2019. A rede é composta por: (a) um servidor central, estações de observação de ELTs instaladas em algumas localidades do Brasil e da Argentina, uma estação de detecção de ALETs; (b) softwares que permitem a comunicação com, e o gerenciamento de todas as estações de FADAS, e softwares instalados em cada estação que permitem a realização de observações e coleta de dados em cada uma delas. As estações de observação de ELTs são compostas por câmeras, um suporte que permite seu direcionamento, denominado pantilt, um hardware de inserção de tempo nas imagens das câmeras, obtidos com alta precisão por uma antena GPS, hardwares de controle desses equipamentos, um computador contendo os softwares locais e demais acessórios. A estação ALETs é composta por um detecção de nêutrons com 2

módulos de detecção de nêutrons, uma unidade de controle, um computador contendo os softwares locais e acessórios.

5.7.2 – Objetivo Geral

Este subprojeto tem como objetivo geral o desenvolvimento dos softwares necessários para realizar a observação e detecção das FADAS pela rede LEONA. Ele é fundamental para o aprimoramento da rede com as estações atuais, a instalação de novas estações da rede, necessárias ao desenvolvimento da pesquisa científica sobre o acoplamento eletrodinâmico atmosférico e espacial.

De modo a atingir esse objetivo geral, o seguinte Objetivo Específico (OE) foi definido:

OE 1: Aprimoramento dos softwares de controle dos equipamentos das Estações da rede e desenvolvimento de novas funcionalidades;

OE 2: Aprimoramento dos softwares do servidor central LEONA, migração para o novo servidor físico adquirido;

OE 3: Realização de coleta regular de dados com a LEONA envolvendo observação noturna de ELTs e acompanhamento da detecção automática de ALETs.

5.7.3 – Insumos

5.7.3.1 – Custeio

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

5.7.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
5.7.1	Profissionais com diploma de nível superior em Ciência da Computação, Engenharia da Computação, Tecnologia da Informação (TI) ou áreas afins e experiência em desenvolvimento de softwares	Desejável: Conhecimento e experiência em programação, linguagens: Java, Javascript, Html, AngularJS, C, C++, Matlab, Fortran, Bash script, Python, C, C++,	1-3	D-D	3	1

	para projetos científicos, tecnológicos ou de inovação	HTML, Github. Conhecimento de inglês intermediário, com boa leitura, é um diferencial. Conhecimento sobre câmeras CCD e equipamentos científicos é um diferencial bastante desejado.				
--	--	--	--	--	--	--

É necessária a agregação do(a) profissional para realizar as tarefas necessárias para cumprir os Objetivos Específicos de 1 a 3, de modo aprimorar os sistemas de softwares da rede LEONA, bem como realizar as observações noturnas dos ELTs nos períodos adequados e monitorar a detecção automática das ALETs.

Um observação importante: para que o Objetivo Geral seja atingido, o(a) profissional selecionado deverá trabalhar em conjunto com o(a) profissional a ser também selecionado para realizar as atividades de desenvolvimento de softwares descritas no Subprojeto 5.5.1 – Desenvolvimento e integração de equipamentos da rede LEONA, parte desta Chamada. Os dois Subprojetos estão intimamente relacionados e a obtenção dos Produtos e Resultados Esperados em ambos Subprojetos (5.5.1 e 5.6.1) será fruto da atuação dos dois profissionais, um desenvolvendo os hardwares, o outro desenvolvendo os softwares e os dois atuando junto para a integração dos mesmos à rede LEONA.

5.7.4 – Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			Mês 10	Mês 11	Mês 12
OE 1	1	Softwares de controle com novas funcionalidades, incluindo aferição do apontamento das câmera	Softwares atuais compreendidos	Capacidade de aprimorá-los	Softwares aprimorados com novas funcionalidades
OE 2	2	Servidor central LEONA no novo servidor físico e gerenciando todas as estações	Softwares atuais compreendidos	Capacidade de aprimorá-los	Software instalado no novo servidor físico e gerenciando estações atuais

OE 3	3	Dados de FADAS coletados regularmente, catalogados e armazenados	Imagens de ELTs capturadas e emissões de ALETs registradas	Imagens de ELTs capturadas e emissões de ALETs registradas	Imagens de ELTs capturadas e emissões de ALETs registradas
------	---	--	--	--	--

5.7.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Meses		
	Mês 10	Mês 11	Mês 12
OE1: Aprimorar softwares de controle dos equipamentos das Estações da rede e desenvolvimento de novas funcionalidades	X	X	X
OE2: Aprimorar os softwares do servidor central LEONA, migrá-los para o novo servidor físico adquirido	X	X	X
OE3: Realizar coleta de dados com a LEONA e armazená-los	X	X	X

5.7.6 – Produtos

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

Produtos	O.E.	Indicadores	Metas
			2019
Novos softwares testados e integrados aos hardwares	1, 2	* Relatório de desenvolvimento * Novas funcionalidades desenvolvidas	-Relatório entregue - Novas funcionalidades desenvolvidas
Conjunto de dados de FADAS coletados com a LEONA expandido	3	* Número de noites com dados de ELTs coletados, catalogados e armazenados. * Número de dias/noites com dados de ALETs identificados e armazenados.	- Mínimo de 3 noites com ELTs - Mínimo de 3 dias ou noites com ALETs

5.7.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas
			2019



Contribuição para o desenvolvimento de projetos de instrumentação científica em plataformas espaciais e no solo em Ciências Espaciais (Meta 5.2 do Plano Diretor do INPE)	1,2	LEONA preparada para expansão	Softwares com novas funcionalidades, servidor central instalado no novo servidor físico
Aumento do número de publicações científica para o cumprimento da Meta anual estabelecida para a CGCEA (Meta do Plano de Trabalho INPE-AEB-AO 20VB-PO 0009-2018)	3	Número mínimo de artigos científicos em preparação para publicação	1

5.7.8 - Recursos Solicitados

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

Custeio:

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

Bolsas:

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

	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					8.580,00

5.7.9 - Equipe do Projeto

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

Dr. Jonas Rodrigues de Souza (colaborador da área de física espacial e atmosférica);

Dr. Eduardo Martins Guerra (colaborador da área de computação contribuindo com a orientação do desenvolvimento dos softwares);

Dr. Carlos Hugo Villalobos (bolsista PCI -DB, colaborador na área de física espacial e atmosférica);

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

Novo bolsista PCI-DD que irá atuar no desenvolvimento dos hardwares da LEONA, a ser selecionado.

5.7.10 - Referências Bibliográficas

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

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

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

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

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

Projeto 5: PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM CIÊNCIAS ESPACIAIS E ATMOSFÉRICAS

Subprojeto 5.8: Estudo de fenômenos transientes solares

5.8.1 – Introdução

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

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

Entre as áreas do serviço do Clima Espacial, o Sol destaca-se como elemento ativo capaz de produzir fenômenos energéticos que interagem com a magnetosfera terrestre produzindo perturbações em sistemas tecnológicos essenciais à sociedade.

Dentre os fenômenos que afetam diretamente os ambientes terrestres próximos, estão a explosão solar e a ejeção de massa coronal (CME). Em forma resumida, trata-se de um excesso de radiação eletromagnética no primeiro caso e a injeção de partículas carregadas na magnetosfera terrestre quando o fenômeno se caracteriza como geo-efetivo.

Portanto, o monitoramento e a previsão destes fenômenos são essenciais para a prestação do serviço de clima espacial. O serviço do clima espacial é, portanto, uma análise científica do momento do Sol e meio interplanetário para alimentar modelos de previsão necessários à antecipação de danos aos sistemas embarcados em satélites, proteção de linhas de transmissão de alta potência, comunicação, geo-referenciamento, dentre outros.

5.8.2 - Objetivo Geral

O objetivo geral desse projeto é estudar a variação dos campos magnéticos solares para identificação de condições necessárias à ocorrência de explosões, ruptura de filamentos, ejeções de massa e formação buracos coronais com produção de ventos solares rápidos. O alerta precoce destas formações possibilita a análise de propagação posterior da cadeia de fenômenos que afetam o sistema terrestre. Os equipamentos utilizados para uma análise bem fundamentada destas condições contam com experimentos em satélites tais como imagens em extremo ultravioleta em diversas linhas de emissão, absorção em óptica e magnetogramas, fluxo de raios X de baixa energia, fluxos, espectros e imagens em rádio.

O programa Embrace conta com instrumentos em rádio e recebe em parceria com outros centros de serviços de clima espacial, imagens em tempo quase real possibilitando o desenvolvimento e uso de ferramentas para a pesquisa e prestação do serviço de clima espacial.

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

Objetivo Específico 1: Obtenção e tratamento das informações obtidas pela rede de equipamentos do Embrace e parcerias, que estão relacionadas à formação de condições que produzem atividade explosiva solar. Serão utilizadas as seguintes informações:

1. Configuração do campo magnético solar;
2. Mapas em 17 GHz para monitoramento da emissão giro-ressonante das regiões ativas solares;
3. Monitoramento de linhas cromosféricas e coronais para observação de estruturas filamentosas;

Objetivo Específico 2: Obtenção e tratamento de informações obtidas em imagens em EUV e rádio de buracos coronais. Serão utilizadas as seguintes informações:

1. Mapas em EUV nas linhas de 193 e 211 Angstroms em conjunto com magnetogramas para mapear a presença e área de buracos coronais.

Objetivo Específico 3: Modelos de previsão de atividade solar:

1. Modelagem da atividade solar com uso das características magnéticas observadas com o uso de algoritmos do tipo ‘machine deep learning’

Objetivo Específico 4: Estudo de caso de região ativa e submissão de artigo científicos a periódicos indexado dos resultados das pesquisas sobre o tema.

5.8.3 – Insumos

5.8.3.1 – Custeio

5.8.3.2 – Bolsas

Para alcançar os objetivos geral e específicos do projeto o candidato deverá ter experiência em modelagem da atmosfera solar, conhecimento das técnicas de extrapolação de campos magnéticos, metodológicas e computacionais:

- 1) **Estrutura solar:** conhecimento da estrutura interior e da atmosfera solar, conhecimento dos mecanismos de radiação e da transferência radiativa solar;
- 2) **Extrapolação magnética:** interpretação de magnetogramas LOI e vetoriais, técnica de extrapolação magnética com soluções lineares livre de forças;
- 3) **Técnicas de calibragem de imagens em rádio:** conhecimento das rotinas de calibragem no sistema SolarSoftware (SSW) e rotinas próprias para identificação da emissão de sol calmo e estruturas quiescentes;
- 4) **Técnicas de calibragem de imagens em EUV:** conhecimento das rotinas de calibragem no sistema SSW e rotinas próprias para identificação da emissão de sol

calmo e estruturas quiescentes, co-alinhamento temporal de imagens, rotação diferencial;

- 5) **Técnicas em paralelização:** conhecimento de técnicas computacionais em paralelização de códigos numéricos em sistemas de processamento paralelo;
- 6) **Conhecimento em técnicas de computação numérica de algoritmos genéticos:** maximização de ajuste numérico de modelos de vento solar;
- 7) **Domínio das linguagens C e IDL.**

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
5.8.1	Doutor em Física ou áreas afins com experiência efetiva mínima de 6 (seis) anos em projetos de P&D ou extensão inovadora, observadas nos últimos 10 (dez) anos, após a obtenção do título, comprovada por meio do Currículo Lattes nos campos Experiência Profissional e Projetos	Experiência em modelagem da atmosfera solar, conhecimento das técnicas de extrapolação de campos magnéticos, metodológicas e computacionais (vide mais detalhes da experiência acima)	1 a 4	E1	3	1

5.8.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas
			2019

Desenvolvimento de software de extrapolação de campo magnético e análise de magnetogramas.	1 e 2	Software testado e campo magnético de regiões ativas extrapolados e analisados	Extrapolação de campo magnético de magnetogramas LOI e análise de regiões ativas.
Análise dos principais mecanismos de emissão em rádio de regiões ativas	1	Estudo de regiões ativas solares que poderão ser utilizadas como parâmetros nos modelos de previsão de atividade solar	Modelagem da atividade solar com uso das características magnéticas observadas com o uso de algoritmos do tipo 'machine deep learning'

5.8.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre	
	2019	
	1	2
Desenvolvimento de software de extrapolação de campo magnético e análise de magnetogramas.		X
Análise dos principais mecanismos de emissão em rádio de regiões ativas		X

5.8.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019				
Publicação de Artigos em revistas indexadas de Geofísica Espacial	4	1 ou mais artigos submetidos	Submissão de artigos para publicação.				
Publicação diária do nível de atividade solar e previsão de ocorrência de ventos solares rápidos		Boletim diário	Acompanhamento e auxílio na publicação de Boletim diário				
Software Integrado de extrapolação de campo magnético e transferência radiativa para caracterização de regiões ativas.	1, 2, 3 e 4	Software Integrado de interesse científico e para o programa de Clima Espacial.	Construção das ferramentas de caracterização da região ativa e análise de regiões ativas de períodos anteriores.				

5.8.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas
			2019



Aumento do número de publicações científica para o cumprimento da Meta anual estabelecida para a CGCEA (Meta do Plano de Trabalho INPE-AEB-AO 20VB-PO 0009-2018).	5	Percentual do N° de publicações em relação ao total anual estabelecido para a CGCEA (Total = 50 publicações/anos)	1
Publicação diária de análise do sistema solar para publicação de alertas.		Boletim diário	X

5.8.8 – 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			
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00	3		19.500,00
	2	4.550,00			
Total (R\$)					19.500,00

5.8.9 - Equipe do Projeto

Joaquim Eduardo Rezende Costa, Marcelo Banik, Cristiano Wrasse, Rafael R.S. de Mendonça, Paulo Jauer, José Roberto Cecatto, Alisson Dal Lago, Luis Eduardo Antunes Vieira, Marlos Rothenbach da Silva

5.8.10 - Referências Bibliográficas

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

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

Projeto 7: CENTROS REGIONAIS DO INPE

Subprojeto 7.1: Climatologia Numérica Regional no INPE/Eusébio

7.1.1 – Introdução

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

Através de acordo com a SECITECE, o grupo de climatologia numérica do INPE/Eusébio adquiriu um cluster de computadores que viabilizou o desenvolvimento de pesquisas numéricas regionais do comportamento da atmosfera, sobre a região nordeste do Brasil, particularmente aquela coberta pela vegetação pertencente ao bioma Caatinga. Este cluster tem a capacidade de possibilitar o processamento paralelo dos programas numéricos que simulam o comportamento da atmosfera, desde que, para tanto, seja feita a necessária e adequada configuração. Até o presente, devido a inexistência de um especialista na área, esta configuração permite o processamento sequencial, com limitações para o uso do paralelismo. O auxílio de um especialista possibilitará uma configuração que permitirá otimizar a performance do cluster. Desta forma, os primeiros resultados sobre o comportamento da atmosfera, sobre a descrita região, utilizando o processamento paralelo poderão ser obtidos. A posteriori, os trabalhos realizados atualmente serão agilizados através do processamento paralelo.

7.1.2 - Objetivo Geral

Possibilitar a utilização do processamento paralelo no cluster de computadores existente no INPE/Eusébio, o que agilizará a obtenção dos resultados de suas pesquisas.

Objetivo Específico 1:

Configurar o cluster de computadores existente no INPE/Eusébio para sua utilização no processamento paralelo e testá-lo com modelo *Weather Research and Forecasting (WRF)* (Skamarock et al., 2005), já em uso em processamento sequencial.

Objetivo Específico 2:

Realizar o tratamento estatístico para avaliar a melhoria no desempenho paralelo do modelo WRF, quando comparado com o processamento sequencial.

Objetivo Específico 3:

Publicar os resultados.

7.1.3 - Insumos

7.1.3.1 – Custeio

Sem necessidade de custeio.

7.1.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
7.1.1	Doutor em Ciências Exatas, Computação ou da Terra, Meteorologia, com experiência efetiva mínima de 3 (três) anos em projetos de P&D ou extensão inovadora, observadas nos últimos 10 (dez) anos, após a obtenção do título, comprovada por meio do Currículo Lattes nos campos <i>Experiência Profissional e Projetos</i> .		1, 2 e 3	E-2	3	1

7.1.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			2019 (mês 1)	2019 (mês 2)	2019 (mês 3)
Realizar a configuração para processamento paralelo do cluster	1	Cluster configurado	Configuração para o paralelismo do cluster		
Realizar testes estatísticos nas saídas do modelo	2	Comparação da performance do modelo		Fazer a estatística	
Publicar os resultados.	3	Resultados publicados			Escrever os resultados e publicar.

7.1.5– Cronograma de Atividades

Atividades	Meses (2019)		
	1	2	3
Configurar o Cluster para o processamento paralelo	X		
Realizar os testes estatísticos de comparação		X	
Elaborar um relatório final com os resultados			X

7.1.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas
			2019
Relatório final sobre a comparação dos processos de simulação do WRF	3	divulgação por meio de artigos em periódicos.	Artigo sobre o desempenho do modelo WRF para simulação paralela.

7.1.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas
			2019
Viabilização da utilização do cluster em processamento paralelo.	2	Publicação dos resultados.	Paralelismo implementado e testado.

7.1.8 - Recursos Solicitados

Custeio:

Não estão previstas despesas com custeio.

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-E	2	4.550,00	3	1	13.650,00
Total					13.650,00

7.1.9 - Equipe do Projeto

Dr. Vicente de Paula Silva Filho - Supervisor
 Dra. Luciana Cristina de Sousa Vieira - Bolsista
 Dra. Vanessa de Almeida Dantas - Bolsista

7.1.10 - Referências Bibliográficas

INPE. Plano Diretor (2016-2019). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos-SP, Brasil, 2016.

MCTIC. Portaria MCTIC nº 2.195 de 2018-DOU 20-04-2018. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. Brasília-DF, Brasil, 2018.

Skamarock, W. C.; Klemp J. B.; Dudhia, J.; Gill, D. O.; Barker, D. M.; Wang, W.; Powers, J. G. 2005. A description of the Advanced Research WRF Version 2. *NCAR Technical Note, NCAR/TN-468+STR*, 88pp. DOI:10.5065/D6DZ069

Projeto 7: Centros Regionais do INPE

Subprojeto 7.2: Software do Computador de Bordo do CubeSat CONASAT-0

7.2.1 – Introdução

O 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 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 Centro Regional do Nordeste (CRN), com sede em Natal (RN), coordena e opera o Sistema Integrado de Dados Ambientais (SINDA), que visa atender demandas e necessidades de uso de dados ambientais principalmente para atividades realizadas por instituições de excelência no país. Esse sistema faz parte do Sistema Brasileiro de Coleta de Dados Ambientais (SBCDA), que, atualmente, é composto também pela rede de Plataformas de Coleta de Dados (PCDs) distribuídas pelo território brasileiro, pelas Estações de Recepção de Alcântara e de Cuiabá e pelos satélites SCD-1, SCD-2 e CBERS-4.

Os satélites supracitados têm operado por um tempo maior do que a vida útil estimada durante o projeto, o que aumenta a possibilidade de ocorrência de falhas capazes de comprometer o seu funcionamento. Nesse contexto, o CRN tem desenvolvido o projeto chamado CONASAT (Constelação de Nanossatélites para Coleta de Dados Ambientais), que tem como objetivo principal conceber uma solução tecnologicamente atualizada para o SBCDA baseada no uso de nanossatélites (1 kg à 10 kg) e em tecnologias emergentes nos ramos da eletrônica e de telecomunicações. Por meio do uso de uma constelação de nanossatélites, o projeto CONASAT busca possibilitar a melhora na qualidade do serviço do SBCDA, no que diz respeito à capacidade, abrangência geográfica e tempos de revisita [1]. Cada nanossatélite desenvolvido para o projeto é baseado no padrão Cubesat [2][3] e é composto por vários subsistemas, entre os quais destaca-se o Subsistema de Controle de Bordo (CDHS, do inglês, *Command and Data Handling System*), cujo elemento principal é o computador de bordo (OBC, do inglês, *On-Board Computer*) responsável pelo processamento de informações, bem como pelo gerenciamento, armazenamento e controle de dados entre os demais subsistemas do Cubesat.

O laboratório do projeto CONASAT localizado na sede do CRN, em Natal (RN), possui um modelo de desenvolvimento de Cubesat equipado com diversos subsistemas e com um computador de bordo em que se encontra instalado um sistema operacional Linux. A interface oferecida no laboratório, permite a programação e execução, no OBC, de códigos escritos nas linguagens C/C++ e RUST. Desse modo, este subprojeto propõe o aperfeiçoamento do *software* de controle de bordo já instalado no OBC do modelo de desenvolvimento. Além disso, busca-se a realização de testes e a aplicação do *software* de acordo com os requisitos da missão.

7.2.2 - Objetivo Geral

Realizar pesquisa e desenvolvimento tecnológico para: realizar a modernização do Sistema Brasileiro de Coleta de Dados Ambientais (SBCDA) por satélites.

Objetivo Específico 1: Atualização do *software* de controle de bordo do CubeSat CONASAT-0.

Objetivo Específico 2: Desenvolvimento de aplicações de *software* para o sistema de controle de bordo do CONASAT-0 de acordo com os requisitos de missão.

7.2.3 - Insumos

7.2.3.1 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria /nível	Meses	Quantidade
7.2.1	Profissional com diploma de nível superior e experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação. Formação em Engenharia Elétrica ou Engenharia Mecatrônica ou Engenharia da Computação ou áreas afins	Experiência em programação de Sistemas Embarcados. Desejável conhecimento de linguagens de programação C/C++ ou RUST e uso do sistema operacional Linux	1	D-D	3	2

7.2.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
1.1) Analisar e corrigir eventuais erros do <i>software</i> embarcado no OBC	1	Verificação do correto funcionamento do OBC	Análise completa e correção dos erros de <i>software</i>	-	-	-	-
1.2) Atualização de aplicações já desenvolvidas para o sistema de controle do OBC	1	Aplicações atualizadas testadas	Conclusão da atualização das aplicações para adequação aos requisitos da missão				

2) Desenvolver aplicação para interação entre o sistema do OBC e o EDC desenvolvido no CRN	2	Aplicação desenvolvida testada com o sistema de controle de bordo	Integração da aplicação desenvolvida ao sistema de controle de bordo do OBC				
---	---	---	---	--	--	--	--

7.2.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre									
	2019		2020		2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1.1) Analisar e corrigir eventuais erros do <i>software</i> embarcado no OBC										
1.2) Atualização de aplicações já desenvolvidas para o sistema de controle do OBC										
2) Desenvolver aplicação para interação entre o sistema do OBC e o EDC desenvolvido no CRN										

7.2.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
<i>Software</i> para controle de bordo para testes em laboratório e utilização no Cubesat CONASAT-0	1	<i>Software</i> de controle de bordo testado	Completa a a correção de erros de <i>software</i> e a atualização de aplicações				
Modelo de desenvolvimento de Cubesat com integração entre carga útil (EDC) e sistema de controle de bordo	2	Teste e validação da interação entre o OBC e o EDC	Completa a a integração do EDC ao sistema de controle de bordo				

7.2.7 – Resultados Esperados

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



	Específico		2019	2020	2021	2022	2023
Sistema de controle de bordo atualizado para os requisitos do Cubesat CONASAT-0	1	Relatórios e publicações sobre o sistema atualizado	Documentação da atualização do <i>software</i> de controle de bordo	-	-	-	-
Integração do EDC ao sistema de controle de bordo do OBC	2	Relatórios e publicações sobre a integração do EDC ao sistema do OBC	Documento com informações sobre a integração do EDC com OBC	-	-	-	-

7.2.8- 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			
	D	2.860,00	3	2	17.160,00
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					17.160,00

7.2.9 - Equipe do Projeto

Manoel Jozeane Mafra de Carvalho
Giuliani Paulineli Garbi
José Marcelo Lima Duarte

7.2.10 - Referências Bibliográficas

[1] CARVALHO, M. J. M.; LIMA, J. S. S.; JOTHA, L. S.; AQUINO, P. S. CONASAT - Constelação de Nano Satélites para Coleta de Dados Ambientais. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 16. (SBSR), 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2013. p. 9108-9115.

[2] HEIDT, Hank et al. CubeSat: A new generation of picosatellite for education and industry low-cost space experimentation. 2000.

[3] PUIG-SUARI, Jordi; TURNER, Clark; AHLGREN, William. Development of the standard CubeSat deployer and a CubeSat class PicoSatellite. In: 2001 IEEE Aerospace Conference Proceedings (Cat. No. 01TH8542). IEEE, 2001. p. 1/347-1/353 vol. 1.

Projeto 7: Centros Regionais do INPE

Subprojeto 7.3: Software da Estação Multimissão de Natal (EMMN)

7.3.1 – Introdução

A Estação Multimissão de Natal (EMMN) é um projeto de pesquisa e desenvolvimento tecnológico, com origem no reaproveitamento de uma estação francesa destinada aos Satélites de Aplicação Científica (SACI), desenvolvido pelo INPE. Ela está sendo projetada para agregar as funcionalidades de centro de controle e missão, com base em computadores interconectados através de rede Ethernet, Queiroz e Carvalho (2006). A EMMN visa atender aos propósitos na coleta de dados do Sistema Brasileiro de Coleta de Dados Ambientais, que é constituído pela constelação de satélites SCD1, SCD2 e CBERS4, pelas Plataformas de Coleta de Dados (PCD's), pelas Estações de Recepção de Cuiabá e de Alcântara e pelo Centro de Missão Coleta de Dados de Natal.

As PCD's - Plataformas de Coleta de Dados, nasceram da necessidade de se monitorar, registrar e analisar dados em lugares remotos, de difícil acesso ou espalhados por uma região geograficamente distante, INPE(2009). Um exemplo clássico são os dados meteorológicos (temperatura, pressão, direção e velocidade do vento, umidade etc.), utilizados por meteorologistas para previsão do tempo. Atualmente, as PCD's comunicam-se com a EMMN através dos satélites do Sistema Brasileiro de Coleta de Dados Ambientais (SBCDA).

Como resultado deste projeto, espera-se: revisão dos sistemas atualmente existentes e seus artefatos; Mapeamento de recursos implementados para integração de subsistemas; conclusão elicitação dos requisitos; mapeamento e configuração da rede de comunicação da EMMN; especificação arquitetural da EMMN e integração de comunicação do sistema de controle de missão da EMMN com o Sistema de Controle do CubeSat SPORT em São José dos Campos.

7.3.2 - Objetivo Geral

Realizar pesquisa e desenvolvimento tecnológico para: realizar a modernização do Sistema Brasileiro de Coleta de Dados Ambientais (SBCDA) por satélites.

Objetivo Específico 1: Revisão, mapeamento de sistemas e elicitação de requisitos para o sistema de Controle de Missão da EMMN

Objetivo Específico 2: Documentação do processo de elicitação e revisão de requisitos

Objetivo Específico 3: Especificação, documentação e revisão final do modelo arquitetural para a Estação Multimissão de Natal

Objetivo Específico 4: Elicitação de requisitos e integração da rede na EMMN

Objetivo Específico 5: Desenvolvimento da Integração de comunicação entre EMMN com o Centro de Missão CubeSAT - SPORT - São José dos Campos

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	Profissional com 7 (sete) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação, após a obtenção do diploma de nível superior em ciência da computação, engenharia de computação, engenharia de software ou áreas afins; ou com título de doutor; ou ainda, com grau de mestre há, no mínimo, 4 (quatro) anos.	Projeto para elicitação documentação e especificação de sistemas.	1, 2, 3 e 5	D-B	3	3
7.3.2	Técnico de nível médio com diploma na área de Redes de Computadores, Tecnologia da	Projeto para elicitação documentação e configuração da rede da EMMN	4	D-E	3	1

<p>Informação com ênfase em redes e afins, emitido por Escola Técnica reconhecida pelo MEC e com experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação</p>						
---	--	--	--	--	--	--

7.3.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
1.1) Revisão bibliográfica dos manuais dos subsistemas desenvolvidos	1	Revisão de manuais e documentação dos subsistemas	Revisão geral de documentação e manuais					
1.2) Artefato de mapeamento contendo a árvore de subsistemas existente	1	Relatório contendo o mapeamento de subsistemas existentes	Relatório contendo o mapeamento de subsistemas existentes					
1.3) Diagrama UML: Diagrama de classes	1	Elaboração de Documentação/ Diagramas	Diagrama de classes					
1.4) Diagrama UML: Componentes	1	Elaboração de Documentação/ Diagramas	Diagrama de componentes					
2.1) Elicitação de requisitos	2	Elicitação de requisitos	Entrevista com responsáveis pela operação da EMMN					
2.2) Documentação da elicitação de requisitos	2	Documentação escrita	Relatório					
2.3) Conceito inicial de arquitetura do sistema	2	Reunião de Brainstorming	Definição de conceito arquitetural inicial					
2.4) Diagrama UML: Diagrama de Componentes	2	Elaboração de Documentação/ Diagramas	Diagrama de Componentes					
2.5) Diagrama UML: Classes, objetos e atividades	2	Elaboração de Documentação/ Diagramas	Diagrama de Classes, objetos e atividades					
3.1) Diagrama UML: Sequência e Casos de uso	3	Elaboração de Documentação/ Diagramas	Diagrama de Sequência e Casos de uso					
3.2) Revisão do modelos de arquitetura	3	Elaboração de Documentação/ Diagramas	Relatório inicial da arquitetura					
3.3) Documentação revisada do modelo de arquitetura	3	Elaboração de Documentação/ Diagramas	Revisão do relatório de arquitetura					

3.4) Relatório final do modelo de arquitetura	3	Elaboração de Documentação/ Diagramas	Versão final da documentação do modelo arquitetural					
3.5) Testes de Integração de comunicação centro de controle de missão da EMMN com São José dos Campus	1,2,3, 4 e 5	Testes de comunicação	Testes de comunicação					

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) Revisão bibliográfica dos manuais dos subsistemas desenvolvidos										
1.2) Artefato de mapeamento contendo a árvore de subsistemas existente										
1.3) Diagrama UML: Diagrama de classes										
1.4) Diagrama UML: Componentes										
2.1) Elicitação de requisitos										
2.2) Documentação da elicitação de requisitos										
2.3) Conceito inicial de arquitetura do sistema										
2.4)) Diagrama UML: Diagrama de Componentes										
2.5) Diagrama UML: Classes, objetos e atividades										
3.1) Diagrama UML: Sequência e Casos de uso										
3.2) Revisão do modelos de arquitetura										
3.3) Documentação revisada do modelo de arquitetura										
3.4) Relatório final do modelo de arquitetura										
3.4) Testes de Integração de comunicação centro de controle de missão da EMMN com São José dos Campus										

7.3.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Mapeamento e árvore de produtos dos subsistemas da EMMN	1	Relatório de revisão	Relatório				
Diagramas UML da arquitetura	2	Relatório de revisão	Diagramas e artefatos				
Relatório final da arquitetura	3	Relatório de revisão	Relatório e artefatos				

7.3.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Requisitos de operação da EMMN elicitados	1	Relatório e publicações sobre o desenvolvimento	Relatório de elicitação de requisitos					
Diagramas de modelagem UML e artefatos	2	Relatório e publicações sobre o desenvolvimento	Diagramas UML					
Modelo de arquitetura para o Centro de Controle de Missão da EMMN	3	Relatório e publicações sobre o desenvolvimento	Modelo arquitetural					
Comunicação Centro de Controle de Missão EMMN e Centro de Controle	4 e 5	Comunicação estabelecida entre os centros	Comunicação estabelecida					

7.3.8 - 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	3	3	R\$37.440
	C	3.380,00			
	D	2.860,00			
	E	1.950,00	3	1	R\$5.850,00
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					R\$43.290,00

7.3.9 - Equipe do Projeto

- 1) Manoel Jozeane Mafra de Carvalho
- 2) José Marcelo Lima Duarte

- 3) Marcos Aurélio Ferreira dos Santos
- 4) Moisés Cirilo de Brito Souto, IFRN
- 5) Pesquisador com mestrado (Bolsista PCI)
- 6) Pesquisador com mestrado (Bolsista PCI)
- 7) Pesquisador com mestrado (Bolsista PCI)
- 8) Pesquisador com curso técnico (Bolsista PCI)

7.3.10 - Referências Bibliográficas

[1] SOUTO, Moisés Cirilo de Brito. Driver de Rede para o Sistema de Controle e Rastreamento de Satélites da Estação Multimissão de Natal. UFRN: Natal, RN. 2009.

[2] DUARTE, José Marcelo Lima e CARVALHO, Manoel Jozeane Mafra de. Programa para Rastreamento de Satélite da Estação EMMN. Natal, RN: INPE, 2005.

[3] INPE. Sistema de coleta de dados ambientais. Disponível em <<http://satelite.cptec.inpe.br/PCD/sistema.jsp>> Acesso em 15 abril de 2019.

[4] QUEIROZ, Kurios Iuri Pinheiro de Melo e CARVALHO, Manoel Jozeane Mafra de. Descrição Funcional do Subsistema de Controle e Rastreamento da Estação Multimissão de Natal (EMMN). Natal, RN: INPE, 2006.

Projeto 7: Centros Regionais do INPE

Subprojeto7.4: Plataforma de Coleta de Dados Samanaú

7.4.1 – Introdução

Em linhas gerais, o objetivo do projeto Samanaú é o desenvolvimento de um sistema de coleta de dados flexível, que possa ser reaproveitado para a aquisição de diferentes tipos de dados ambientais. Deste modo, a motivação que permeia este trabalho, surge da necessidade de monitorar apropriadamente os recursos naturais e as condições climáticas, sobretudo em regiões menos desenvolvidas social e economicamente, que de outra forma não contariam com tais sistemas em razão do alto custo de aquisição e manutenção.

A principal premissa do projeto Samanaú é o baixo custo final de aquisição, que permite sua utilização com capilaridade espacial para redes de coleta de dados de alta resolução. O projeto Samanaú.SAT dá continuidade ao que foi desenvolvido anteriormente no projeto Samanaú, significando a integração de uma plataforma de coleta de dados de baixo custo com o Sistema Integrado de Dados Ambientais (SINDA). O resultante da junção de todos os componentes do projeto Samanaú e Samanaú.SAT é chamada plataforma Samanaú.

7.4.2 - Objetivo Geral

Estabelecer a integração de uma plataforma Samanaú.PCD ao SINDA, através de um transmissor, padrão ARGOS/SCD, de satélite do modelo V-HALL, do fabricante ELTA.

Objetivo Específico 1: Revisão técnica dos tentativas de integração entre o transmissor e a plataforma Samanaú.SAT

Objetivo Específico 2: Documentação do processo de integração

Objetivo Específico 3: Integração física de hardware

Objetivo Específico 4: Integração lógica via software

Objetivo Específico 5: Testes de Integração e comunicação entre Samanaú.PCD/V-HALL e SINDA

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	Qtidade
7.4.1	Profissional com 7 (sete) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação, após a obtenção do diploma de nível superior em engenharia elétrica, engenharia eletrônica, ciência da computação, engenharia de computação, engenharia de software ou áreas afins; ou com título de doutor; ou ainda, com grau de mestre há, no mínimo, 4 (quatro) anos.	Projeto de integração de sistema embarcado	1, 2, 3, 4 e 5	D-B	3	1
7.4.2	Técnico de nível médio com diploma na área de Manutenção e Suporte em Informática ou áreas afins, emitido por Escola Técnica reconhecida pelo MEC e com experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação	Integração de módulos de sistemas embarcados	1,2,3,4 e 5	D-E	3	1

7.4.3	Ensino médio e/ou formação profissionalizante com experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação, relacionados a sistemas embarcados.	Integração de módulos de sistemas embarcados		D-F	3	1
-------	---	--	--	-----	---	---

7.4.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
1.1) Revisão bibliográfica dos manuais dos subsistemas desenvolvidos	1	Revisão de manuais e documentação dos subsistemas	Revisão geral de documentação e manuais				
2.1) Requisitos de integração e comunicação	2	Elicitação de requisitos	Leitura de manuais e documentação				
2.2) Documentação da elicitação de requisitos	2	Documentação escrita	Relatório				
2.3) Conceito inicial de integração entre os módulos	2	Reunião de Brainstorming	Definição de conceito arquitetural inicial				
2.4) Construção e conexão da fiação e circuitos para comunicação entre os módulos	3	Diagrama esquemático inicial	Diagrama de interconexão de componentes				
2.5) Testes iniciais de comunicação entre módulo de hardware com interface lógica via software	3 e 4	Codificação	Código fonte				
3.1) Firmware revisado com comunicação entre Samanaú.PCD e ELTA V-HALL	4	Codificação	Código fonte e binário compilado				
3.2) Testes de integração entre software e hardware	3 e 4	Comunicação entre os módulos	Relatório de teste				
3.3) Documentação revisada	5	Elaboração de Documentação/ Diagramas	Revisão do relatório de arquitetura				
3.4) Relatório final do modelo de arquitetura	5	Elaboração de Documentação/ Diagramas	Versão final da documentação do modelo arquitetural				
3.5) Testes comunicação entre Samanaú.PCD e SINDA	1,2,3, 4 e 5	Testes de comunicação	Relatório Testes de comunicação				

7.4.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre										
	2019		2020		2021		2022		2023		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
1.1) Revisão bibliográfica dos manuais dos subsistemas desenvolvidos											
2.1) Requisitos de integração e comunicação											
2.2) Documentação da elicitação de requisitos											
2.3) Conceito inicial de integração entre os módulos											
2.4) Construção e conexão da fiação e circuitos para comunicação entre os módulos											
2.5) Testes iniciais de comunicação entre módulo de hardware com interface lógica via software											
3.1) Firmware revisado com comunicação entre Samanaú.PCD e ELTA V-HALL											
3.2) Testes de integração entre software e hardware											
3.3) Documentação revisada											
3.4) Relatório final do modelo de arquitetura											

7.4.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Módulo de hardware para interligação entre Samanaú.PCD e transmissor Elta V-Hall	1,2,3	Módulo de hardware	Desenho esquemático					
Firmware (software) para integração lógica entre Samanaú.PCD e ELTA V-HALL	1,2,4	Código fonte	Código e documentação					
Relatório final da arquitetura	1,2,3,4,5	Relatório de revisão	Relatório e artefatos					

7.4.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Módulo de hardware para interligação entre Samanaú.PCD e transmissor Elta V-Hall	1,2,3	Esquemático	Integração					
Firmware (software) para integração lógica entre Samanaú.PCD e ELTA V-HALL	1,2,4	Código fonte	Firmware Funcionando					
Integração de comunicação entre Samanaú.PCD e Elta V-HALL	4 e 5	Comunicação estabelecida entre os centros	Comunicação estabelecida					

7.4.8 - Recursos Solicitados

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

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00	3	1	R\$12.480,00
	C	3.380,00			
	D	2.860,00			
	E	1.950,00	3	1	R\$5.850,00
	F	900,00	3	1	R\$2.700,00
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					R\$21.030,00

7.4.9 - Equipe do Projeto

- 1) Manoel Jozeane Mafra de Carvalho
- 2) José Marcelo Lima Duarte
- 3) Marcos Aurélio Ferreira dos Santos
- 4) Moisés Cirilo de Brito Souto, IFRN
- 5) Pesquisador com mestrado (Bolsista PCI)
- 6) Pesquisador com curso técnico (Bolsista PCI)

7) Pesquisador com nível médio (Bolsista PCI)

7.4.10 - Referências Bibliográficas

[1] SOUTO, M. C. B. Driver de Rede para o Sistema de Controle e Rastreo de Satélites da Estação Multimissão de Natal. Universidade Potiguar. Natal. 2009.

[2] SOUTO, M. C. B.; SKEETE, A. C. A. Proposta de projeto de pesquisa - Projeto Samanaú: chassi v2.1. IFRN/INPE. Natal. 2015.

[3] SOUTO, M. C. D. B. et al. Centro de Competências em Software Livre como ferramenta de apoio ao ensino, extensão e pesquisa no Intituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. IX Congresso de Iniciação Científica do IFRN - Tecnologia e Inovação para o semiárido. Currais Novos, RN: IFRN. 2013.

[4] TAVARES, F. O. L. et al. Projeto Samanaú. Instituto Federal da Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. Caicó. 2012.

[5] TAVARES, F. O. L. et al. Projeto Samanaú: Redes de sensores sem fio de Caicó. Relatório Técnico: Feira Brasileira de Ciências e Engenharia. São Paulo: EPUSP. 2013.

[6] TAVARES, F. O. L. et al. Samanaú.Sat: Plataforma de baixo custo para coleta de dados integrada ao sistema integrado de dados ambientais - SINDA. Relatório Técnico: Feira Brasileira de Ciências e Engenharia. São Paulo: EPUSP. 2014.

[7] YAMAGUTI, W. et al. Collection and treatment of the environmental data with the Brazilian satellite SCD1. Revista Brasileira de Ciencias Mecanicas, 16, 1994. 205-211.

[8] YAMAGUTI, W.; ORLANDO, V.; PEREIRA, S. D. P. Sistema Brasileiro de Coleta de Dados Ambientais: Status e planos futuros. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Natal: INPE. 2009. p. 1-2.

Projeto 7: Centros Regionais do INPE

Subprojeto 7.5: Moduladores e Demoduladores Completamente Digitais para Transponder TT&C

7.5.1 – 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.

7.5.2 - Objetivo Geral

Atividade de Integração e Testes de Subsistema 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;

7.5.3 - Insumos

7.5.3.1 – Custeio

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

7.5.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
7.5.1	Profissional com 10 (dez) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação, após a obtenção do diploma de nível superior em engenharia de telecomunicações, eletrônica ou áreas afins; ou com título	Projeto em sistemas de telecomunicações ou em sistemas de processamento de sinais ou sistemas eletrônicos envolvendo dispositivos analógicos ou digitais.	1, 2, e 3	D-A	60	1

	de doutor há, no mínimo, 2 (dois) anos; ou ainda, com grau de mestre há, no mínimo, 6 (seis) anos					
--	---	--	--	--	--	--

7.5.4 - 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/CS 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

7.5.5 – 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											

7.5.6 – 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

7.5.7 – 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	

7.5.8 - 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	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

7.5.9 - Equipe do Projeto

- 1) Antonio Macílio Pereira de Lucena
- 2) Francisco de Assis Tavares Ferreira da Silva
- 3) Adeildo Sombra da Silva
- 4) Pesquisador com doutorado (Bolsista PCI)

7.5.10 - 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 7.6: Avaliação de Controle Robusto em Subsistemas Elétricos de Potência para Cubesat.

7.6.1– 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 nanosatélites; Computação Científica, Clima Espacial, Previsão do Tempo e Sensoriamento Remoto para as regiões da caatinga, pampas, amazônica e Antártida.

7.6.2- Objetivo Geral

Avaliar o desempenho de controladores robustos em subsistemas elétricos de potência (EPS) comparando-os com o desempenho dos controladores clássicos.

Objetivo Específico 1: Estudar a comutação do método de controle em situações de eclipse e *sunlight*.

Objetivo Específico 2: Aprimorar o modelo médio de pequenos sinais do painel solar utilizado em arquiteturas de EPS.

Objetivo Específico 3: simulação em tempo real, baseada em Hardware-in-the-loop, para validação dos sistemas de controle.

7.6.3- Insumos

7.6.3.1– Custeio

Descrever recursos de custeio destinados a diárias e passagens com o objetivo de: Não se aplica.

7.6.3.2– Bolsas

Descrever a necessidade de agregação de especialistas, pesquisadores e técnicos, com vistas à execução dos objetivos específicos do projeto 1, bem como, o quantitativo de bolsas PCI por nível necessário à inclusão destes recursos humanos.

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
7.6.1	Profissional 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	Engenharia Espacial para nanossatélites	1	D-C	3	1

7.6.4- Atividades de Execução

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

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			1	2	3
1. Estudar a comutação do método de controle	1	Comutação robusta versus comutação clássica.	Comutação robusta em funcionamento		
2. Modelagem do painel solar.	2	Modelo por fonte de tensão e modelo por fonte de corrente.		Avaliação do PV EPS por fonte de tensão e fonte de corrente.	
3. simulações em Hardware-in-the-loop.	3	Avaliação de modelos.			Simulação do EPS em plataforma HIL

7.6.5– Cronograma de Atividades

Atividades	Meses		
	1	2	3
1. Modelagem do sistema	X		
2. Projeto de controladores	X	X	
3. Modelagem do painel solar	X		
3. Validação em HIL	X		X
4. Submissão de 1 artigo			X

7.6.6– Produtos

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

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			1	2	3
Submissão de 1 artigo para revista	1 a 3	Resultados de simulação obtidos	Resultados dos testes simulados de comutação.	Validação da resposta dos modelos obtidos.	Submissão do artigo para a revista.

7.6.7– Resultados Esperados

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

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			1	2	3
Evoluir na compreensão de sistemas EPS, para operação em Cubesat	1 a 3	Divulgação dos avanços alcançados por meio da publicação de artigos em periódicos científicos	Compreensão dos sistemas comutação de controladores.	Compreensão das distinções entre os modelos do painel solar.	Validação por meio de HIL e submissão de 1 artigo científico.

7.6.8 - Recursos Solicitados

Apresentar a totalidade de recursos solicitados para o Subprograma de Capacitação

Institucional. Custeio:

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

Não se

aplica.

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00			
	C	3.380,00	3	1	10.140
	D	2.860,00			
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					10.140

7.6.9 - Equipe do Projeto

Me. Everson Mattos (INPE/CRCRS); Dr. Vinicius Foletto Montagner (UFSM); EE. Lucas Cielo Borin (GEPOC)

7.6.10 - Referências Bibliográficas

Mattos, E. Andrade, A. M. S. S., Schuch, N. J., Martins, M. L., Pinheiro, J. R., Análise e projeto de um subsistema elétrico de potência distribuído de arquitetura empilhada para cubesat. Anais do Congresso Brasileiro de Automática (CBA2018), João Pessoa – PB, Brasil.

K. Zhou, J. C. Doyle, and K. Glover, Robust and Optimal Control. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice-Hall, 1996.

Koch, G. G., Maccari, L. A., Oliveira, R. C. L. F., Montagner, V. F., Robust H_{∞} State Feedback Controllers based on LMIs applied to Grid-Connected Converters. IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRIAL ELECTRONICS, v. 66, p. 1-1, 2018.

Koch, G. G., Gabbi, T. S., Vieira, R. P., Pinheiro, H., Bernardes, T. A., Oliveira, R. C. L. F., Montagner, V. F., Linear Matrix Inequality Based Synthesis of PI Controllers for PMSM with Uncertain Parameters. ELETRÔNICA DE POTÊNCIA (IMPRESSO), v. 23, p. 1-10, 2018.

Projeto 7: Centros Regionais do INPE

Subprojeto 7.7: Aumento da acurácia do mapeamento dos remanescentes de vegetação do bioma Pampa

7.7.1– 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 e Sensoriamento Remoto para as regiões do Pampa, da Mata Atlântica, da Caatinga, da Amazônia e da Antártica.

7.7.2- Objetivo Geral

Inclusão de imagens do infravermelho termal do sensor do satélite Landsat 8 (banda OLI8) na classificação de coberturas da terra e suas mudanças no Pampa brasileiro – P&D para melhoria do mapeamento dos remanescentes de vegetação dos biomas brasileiros

Objetivo Específico 1: Pesquisar, acessar, processar e compor banco de dados com imagens de satélite e mapas de área piloto no Pampa brasileiro (2 órbitas/ponto). Serão considerados dados de 2016, 2017 e 2018.

Objetivo Específico 2: Validar os dados de temperatura da banda OLI8 com dados de estações meteorológicas de superfície (área piloto próxima ao INPE/CRCRS). Classificações digitais das imagens das 3 datas.

Objetivo Específico 3: Estimativa da acurácia das classificações. Validação dos dados com mapas do INPE, dados auxiliares e viagem a campo (área piloto próxima ao INPE/CRCRS). Avaliação dos resultados.

Objetivo Específico 4: Escrita e submissão de artigo para periódico científico nacional com os resultados encontrados.

7.7.3- Insumos

7.7.3.1– Custeio Não se aplica.

7.7.3.2– Bolsas

Descrever a necessidade de agregação de especialistas, pesquisadores e técnicos, com vistas à execução dos objetivos específicos do projeto 1, bem como, o quantitativo de bolsas PCI por nível necessário à inclusão destes recursos humanos.

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Qtidade
7.7.1	Profissional com 7 (sete) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação após a obtenção do diploma de nível superior em Ciências Exatas ou da Terra; ou com título de doutor; ou ainda, com grau de mestre há, no mínimo, 4 (quatro) anos.	Ciências Exatas e da Terra	1	D-B	3	1

7.7.4- Atividades de Execução

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

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			Outubro	Novembro	Dezembro
1. Pesquisar, acessar, processar e compor banco de dados.	1	Banco de dados disponível	Construção do banco de dados e início do processamento.		
2 Validar os dados de temperatura da banda OLI8, classificar as imagens.	2	Classificações concluídas		Validar os dados de temperatura e classificar as imagens de 2016, 2017 e 2018.	

3. Estimativa da acurácia das classificações. Validação dos dados com mapas do INPE, dados auxiliares e viagem a campo.	3	Mapas com acurácias estimadas, dados validados.		Mapas com acurácias estimadas, dados validados com outras fontes de informações.	
4 Escrita e submissão de artigo científico para periódico nacional com os resultados encontrados.	4	Artigo concluído e submetido para periódico científico.			Escrita e submissão de artigo científico.

7.7.5– Cronograma de Atividades

Atividades	Mês		
	Outubro	Novembro	Dezembro
1. Construir banco de dados	X		
2. Classificar imagens e validar dados	X	X	
3. Estimar acurácia dos mapas gerados		X	
4. Escrever e submeter artigo científico		X	X

7.7.6 – 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		
			Outubro	Novembro	Dezembro
Indicação de banda do termal para classificação de cobertura da terra no Pampa	1 a 4	Mapas de remanescentes do Bioma pampa com alta acurácia	Formar banco de dados e classificar imagens.	Validar dados e estimar acurácia dos mapas.	Divulgar resultados através de artigo científico.

7.7.7 – 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		
			Outubro	Novembro	Dezembro
Evoluir na precisão dos mapas dos remanescentes do Bioma pampa	1 a 4	Divulgação dos resultados e avanços pela publicação de artigos científicos	Formação do banco e processamento dos dados	Validação dos dados e estimativas de acurácia	Escrita e submissão de artigo científico

7.7.8 - Recursos Solicitados

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

Custeio: Não se aplica. Bolsas:

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

7.7.9- Equipe do Projeto

Dra. Tatiana Mora Kuplich (CRCRS)

Dra. Daniela Wancura Barbieri Peixoto (bolsista CNPq SET-E do CRCRS).

7.7.10 - Referências Bibliográficas

ALI, I. et al. Satellite remote sensing of grasslands: From observation to management. **Journal of Plant Ecology**, v. 9, n. 6, p. 649–671, 2016.

GÓMEZ, C., WHITE, J. C., & WULDER, M. A. Optical remotely sensed time series data for land cover classification: A review. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, Vol. 116, pp. 55–72. 2016.

TEWKESBURY, A. P. et al. A critical synthesis of remotely sensed optical image change detection techniques. **Remote Sensing of Environment**, 2015.

Projeto 9: CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS

Subprojeto 9.1: Aprimoramento da modelagem de radiação solar por satélite no CPTEC e disseminação de produtos

9.1.1- Introdução

Este projeto visa fomentar as pesquisas no CPTEC na área de radiação solar e terrestre utilizando informações de sensoriamento remoto orbital e de modelagem atmosférica, bem como tem o objetivo de melhorar a caracterização da radiação solar na América do Sul e de ampliar a disseminação de dados do centro. O presente projeto é bastante amplo, porém para atender a essa chamada, o estudo focará no uso de dados históricos de 20 anos de irradiância solar incidente à superfície para avaliar a homogeneidade e a estabilidade temporal desses dados. As informações geradas são relevantes para ser incluídas aos manuais de uso do produto, os quais são disponibilizados aos diferentes usuários.

A série histórica foi estimada através do modelo de irradiância solar global (conhecido como GL, versão 1.2, Ceballos et al. 2004). Esta versão utiliza informações de um único canal visível do satélite GOES e considera propriedades da superfície e da atmosfera praticamente constantes no tempo e no espaço. Este modelo é rodado operacionalmente, e seus resultados são diariamente divulgados através do portal web do CPTEC <http://satelite.cptec.inpe.br/radiacao/>. Nesta página, são publicados campos instantâneos, diários, mensais e séries históricas.

Atualmente, o CPTEC tem uma série de 22 anos de dados em alta resolução espacial (4 km) e temporal (mínimo a cada 30 minutos), compreendendo um conjunto de dados único na América do Sul. Este conjunto histórico de dados foi estimado utilizando as imagens do canal visível do sensor IMAGER da segunda e terceira geração do GOES (GOES-8, 10, 11, 12 e 13) e, recentemente, vem utilizando imagens avançadas do ABI/GOES-16. Portanto, nesta fase, possíveis mudanças temporais de radiação solar diária, variabilidade climáticas ou ainda mudanças associada a artefactos técnicos (exemplos, transição de satélites ou a degradação de sensores) serão estudadas utilizando métricas estabelecidas pelo projeto “Global Climate Observing System- GCOS”, e também utilizado em pesquisa de mestrado no INPE de

Considerando a extensão e a composição dos dados por diferentes satélites, a análise de homogeneidade e da estabilidade é relevante para que os produtos de radiação do CPTEC/INPE possa ser referência mundial e, assim a radiação solar a superfície estima via satélite no CPTEC possa se

tornar uma das variáveis climáticas regionais no âmbito do projeto GCOS da Organização Mundial de Meteorologia. Os resultados desta etapa gerará uma ferramenta de apoio às atividades de pesquisa, disseminação de dados e atendimento ao usuário do CPTEC.

A principal justificativa para este projeto, é que o modelo GL compõe uma das ferramentas operacionais da DSA, e seus produtos tem sido amplamente utilizados por diversas pesquisas nacionais e internacionais e em distintos contextos: i) validação de modelos atmosféricos regionais (PINTO et al., 2010, Campos et al., 2015); ii) modelagem da evapotranspiração potencial (BASTOS et al., 2000); iii) cômputo do saldo de radiação à superfície (ENORÉ, 2012) e iv) assimilação de dados de superfície (GONÇALVES et al., 2009), e v) potencial solar (ORTEGA et al., 2010). Adicionalmente, a disponibilidades de dados do GOES-16 através da recepção via sistema “broadcast”, tornam-se propícias pesquisas nesta área. Espera-se que as atividades que vêm sendo realizadas na área de modelagem de radiação via satélite tornar-se referência mundial e, e que os produtos sejam reconhecidos pela OMM como uma base de dados que possibilita avaliar o clima regional. O projeto ainda visa desenvolver ferramentas computacionais inovadoras com o objetivo de ampliar a capacidade de utilização de dados e imagens de satélites por especialistas, tomadores de decisão do setor público e privado, pesquisadores, professores universitários e sociedade em geral. Este subprojeto consta no Projeto 9 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE.

9.1.2 - **Objetivo Geral**

O objetivo geral é de aprimorar o modelo físico de estimativa de radiação solar global via satélite do CPTEC utilizando novas tecnologias de sensores orbitais, em particular, dados do sensor ABI a bordo do satélite GOES-16. Especificamente, esta pesquisa está associada aos objetivos 2 e 3 do Projeto Institucional, em que consistem:

Objetivo 2: Ser participante ativo no sistema mundial de intercâmbio de informações meteorológicas e ambientais, recebendo e enviando dados e desenvolvendo aplicativos de acesso e análise de dados.

Objetivo 3: Aprimorar o Sistema de Informações de Satélites Ambientais, visando ser um centro de referência em recepção, arquivo, processamento e disseminação de imagens para.

Objetivos Específicos do projeto

Objetivo Específico 1 : Estudar a homogeneidade, instabilidade, variabilidade temporal e espacial da base de radiação solar global incidente

à superfície do CPTEC sobre a América do Sul.

9.1.3 - Insumos

9.1.3.1 - Custeio

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Participação em estágios, cursos e visitas	Diárias	
Despesas de transporte para participação em estágios, cursos e visitas	Passagens	

9.1.3.2 - Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria / nível	Meses	Quantidade
9.1.1	Profissional com diploma de nível superior em Meteorologia, Computação ou áreas afins, e com experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação	Experiência em programação fortran, shell, Phyton, sensoriamento remoto e manipulação de imagens de satélite, geoinformáticas	1	DD	3	1



9.1.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			Mes 1	Mes 2 e 3
1 - Avaliar as estimativas de radiação solar via satélite do CPTEC utilizando diferentes redes de observações à superfície.	1	Publicar resultados Estatísticos sobre a qualidade dos dados de radiação solar do CPTEC/INPE.	Organizar conjunto de dados observacionais e de satélite disponíveis para compilação dos produtos de radiação e utilização neste estudo.	Avaliar estatisticamente a acurácia da irradiância solar global inferida por satélite através das diferentes versões do modelo GL com dados observacionais, provenientes de diferentes redes de observação radiométrica.
2 - Analisar a homogeneidade e estabilidade da serie histórica	1	Compilação de informações sobre a estabilidade e homogeneidade dos		Usar o testes estatísticos na avaliação da homogeneidade dos dados de radiação solar

9.1.5 - Cronograma de Atividades

Atividades	Mes 1 , 2019	Mes 2 , 2019	Mes 3, 2019
1 - Avaliar as estimativas de RadSol via satélite do CPTEC utilizando diferentes redes de observações à superfície.			
1.1 - Organizar conjunto de dados observacionais e de satélite disponíveis para compilação dos produtos de radiação e validação neste estudo.	X		
1.2 - Avaliar estatisticamente a acurácia da irradiância solar global inferida por satélite através das diferentes versões do modelo GL com dados observacionais, provenientes de diferentes redes de observação radiométrica.		X	
2 - Analisar a homogeneidade e estabilidade da serie histórica			X



9.1.6 - Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas
			2019
Mapas de	1	n. de mapas publicado no período.	> 20 mapas dados anuais de radiação Solar incidente à superfície
Relatórios / Notas técnicas	1	n. de relatórios por período	1- Doc. Informações estatísticas sobre homogeneidade

9.1.7 - Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas
			2019
Produção Intelectual	1	N. relatórios N. artigos em revista e congresso N. Nota Técnicas	1- Nota técnica sobre a Homogeneidade e qualidade dos dados
Capacitação Tecnológica	1	N. ferramentas de P&D	Algoritmo de análise de homogeneidade

9.1.8 - Recursos Solicitados

Custeio:

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

Bolsas:

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

9.1.9 - Equipe do Projeto

Dra. Simone Sievert da Costa Coelho (coordenadora do projeto)

Dr. Anthony Porfírio

Dr. Juan Carlos Ceballos

Bolsista a ser definido

9.1.10 - Referências Bibliográficas

BASTOS, E. J. B.; SOUZA, J. M.; RAO, T. V. R. Potential evapotranspiration estimates for Northeast Brazil using GOES-8 data. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.3, p.348-354, 2000.

CEBALLOS, J. C.; BOTTINO, M. J.; SOUZA, J. M. A simplified physical model for assessing solar radiation over Brazil using GOES 8 visible imagery. **J. Geophys. Res.**, v. 109, D02211, doi:10.1029/2003JD003531, 2004.

COELHO COSTA, S. M.S; NEGRI, R. ; JEZUS, N. F. ; SCHMIT, T. J. ; ARAI, N. ; LIMA, W. F. A. ; Ceballos, J. C. ; Rodrigues, J. V. ; MACHADO, L. A. T. ; PEREIRA, S. ; BOTTINO, M. J. ; SISMANOGLU, R. A. ; LAGDAN, P. . A Successful Practical

Experience on Dedicated Geostationary Operational Environmental Satellites- GOES -10/12 Supporting Brazil. **BULLETIN OF THE AMERICAN METEOROLOGICAL SOCIETY**, v. 99, p. 33-47, 2018.

ENORÉ, D. P. **Estudos de saldos de radiação à superfície estimados por satélite**. 115f. Dissertação de Mestrado. INPE. São José dos Campos - SP, 2012.

GONÇALVES, L. G. G., et al. The South American Land Data Assimilation System (SALDAS) 5-Yr Retrospective Atmospheric Forcing Datasets. **Journal of Hydrometeorology**, v. 10, p. 999-1010, 2009.

Macedo, L.O., J.C. Ceballos. Sistema de Processamento de Dados de Radiação Solar (SPDRAD). Anais, **XVI Congresso Brasil. de Meteorologia**, Belém, PA, 2010.

ORTEGA, A.; ESCOBAR, R.; COLLE, S.; ABREU, S. L. The state of solar energy resource assessment in Chile. **Renewable Energy**, v35 p. 2514-2524, 2010.

PINTO, L. I. C., et al. Comparação de produtos de radiação solar incidente à superfície para a América do sul. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 25, n. 4, p. 469-478, 2010.

PORFIRIO, A. C. S. 2017 - Uma contribuição à modelagem de aerossol e componentes da radiação solar no modelo GL. **Tese INPE**. Ano de obtenção: 2017.

Projeto 9: CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS

Subprojeto 9.2: Aprimoramento da modelagem de radiação solar por satélite no CPTEC e disseminação de produtos

9.2.1- Introdução

Este projeto visa fomentar as pesquisas no CPTEC na área de radiação solar e terrestre utilizando informações de sensoriamento remoto orbital e de modelagem atmosférica, bem como tem o objetivo de melhorar a caracterização da radiação solar na América do Sul e de ampliar a disseminação de dados do centro. O presente projeto é bastante amplo, porém para atender a essa chamada, o estudo focará no uso de dados históricos de 20 anos de irradiância solar incidente à superfície para avaliar a homogeneidade e a estabilidade temporal desses dados. As informações geradas são relevantes para ser incluídas aos manuais de uso do produto, os quais são disponibilizados aos diferentes usuários.

A série histórica foi estimada através do modelo de irradiância solar global (conhecido como GL, versão 1.2, Ceballos et al. 2004). Esta versão utiliza informações de um único canal visível do satélite GOES e considera propriedades da superfície e da atmosfera praticamente constantes no tempo e no espaço. Este modelo é rodado operacionalmente, e seus resultados são diariamente divulgados através do portal web do CPTEC <http://satelite.cptec.inpe.br/radiacao/>. Nesta página, são publicados campos instantâneos, diários, mensais e séries históricas.

Atualmente, o CPTEC tem uma série de 22 anos de dados em alta resolução espacial (4 km) e temporal (mínimo a cada 30 minutos), compreendendo um conjunto de dados único na América do Sul. Este conjunto histórico de dados foi estimado utilizando as imagens do canal visível do sensor IMAGER da segunda e terceira geração do GOES (GOES-8, 10, 11, 12 e 13) e, recentemente, vem utilizando imagens avançadas do ABI/GOES-16. Portanto, nesta fase, possíveis mudanças temporais de radiação solar diária, variabilidade climáticas ou ainda mudanças associada a artefactos técnicos (exemplos, transição de satélites ou a degradação de sensores) serão estudadas utilizando métricas estabelecidas pelo projeto “Global Climate Observing System- GCOS”, e também utilizado em pesquisa de mestrado no INPE de

Considerando a extensão e a composição dos dados por diferentes satélites, a análise de homogeneidade e da estabilidade é relevante para que os produtos de radiação do CPTEC/INPE possa ser referência mundial e, assim a radiação solar a superfície estima via satélite no CPTEC possa se

tornar uma das variáveis climáticas regionais no âmbito do projeto GCOS da Organização Mundial de Meteorologia. Os resultados desta etapa gerará uma ferramenta de apoio às atividades de pesquisa, disseminação de dados e atendimento ao usuário do CPTEC.

A principal justificativa para este projeto, é que o modelo GL compõe uma das ferramentas operacionais da DSA, e seus produtos tem sido amplamente utilizados por diversas pesquisas nacionais e internacionais e em distintos contextos: i) validação de modelos atmosféricos regionais (PINTO et al., 2010, Campos et al., 2015); ii) modelagem da evapotranspiração potencial (BASTOS et al., 2000); iii) cômputo do saldo de radiação à superfície (ENORE, 2012) e iv) assimilação de dados de superfície (GONÇALVES et al., 2009), e v) potencial solar (ORTEGA et al., 2010). Adicionalmente, a disponibilidades de dados do GOES-16 através da recepção via sistema “broadcast”, tornam-se propícias pesquisas nesta área. Espera-se que as atividades que vêm sendo realizadas na área de modelagem de radiação via satélite tornar-se referência mundial e, e que os produtos sejam reconhecidos pela OMM como uma base de dados que possibilita avaliar o clima regional. O projeto ainda visa desenvolver ferramentas computacionais inovadoras com o objetivo de ampliar a capacidade de utilização de dados e imagens de satélites por especialistas, tomadores de decisão do setor público e privado, pesquisadores, professores universitários e sociedade em geral. Este subprojeto consta no Projeto 9 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE.

9.2.2- Objetivo Geral

O objetivo geral é de aprimorar o modelo físico de estimativa de radiação solar global via satélite do CPTEC utilizando novas tecnologias de sensores orbitais, em particular, dados do sensor ABI a bordo do satélite GOES-16. Especificamente, esta pesquisa está associada aos objetivos 2 e 3 do Projeto Institucional, em que consistem:

Objetivo 2: Ser participante ativo no sistema mundial de intercâmbio de informações meteorológicas e ambientais, recebendo e enviando dados e desenvolvendo aplicativos de acesso e análise de dados.

Objetivo 3: Aprimorar o Sistema de Informações de Satélites Ambientais, visando ser um centro de referência em recepção, arquivo, processamento e disseminação de imagens para.

Objetivos Específicos do projeto

Objetivo Específico 1 : Estudar a homogeneidade, instabilidade, variabilidade temporal e espacial da base de radiação solar global incidente

à superfície do CPTEC sobre a América do Sul.

9.2.3 - Insumos

9.2.3.1 – Custeio

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Participação em estágios, cursos e visitas	Diárias	
Despesas de transporte para participação em estágios, cursos e visitas	Passagens	

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 Meteorologia, Computação ou áreas afins, com experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação.	Experiência em programação fortran, shell, Phyton, e sensoriamento remoto e manipulação de imagens de satélite, geoinformáticas	1	DD	3	1



9.2.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			Mes 1	Mes 2 e 3
1 - Avaliar as estimativas de radiação solar via satélite do CPTEC utilizando diferentes redes de observações à superfície.	1	Publicar resultados Estatísticos sobre a qualidade dos dados de radiação solar do CPTEC/INPE.	Organizar conjunto de dados observacionais e de satélite disponíveis para compilação dos produtos de radiação e utilização neste estudo.	Avaliar estatisticamente a acurácia da irradiância solar global inferida por satélite através das diferentes versões do modelo GL com dados observacionais, provenientes de diferentes redes de observação radiométrica
2 - Analisar a homogeneidade e estabilidade da serie histórica	1	Compilação de informações sobre a estabilidade e homogeneidade dos dados de radiação solar		Usar o testes estatísticos na avaliação da homogeneidade dos dados de radiação solar

9.2.5 - Cronograma de Atividades

Atividades	Mes 1 , 2019	Mes 2 , 2019	Mes 3, 2019
1 - Avaliar as estimativas de RadSol via satélite do CPTEC utilizando diferentes redes de observações à superfície.			
1.1 - Organizar conjunto de dados observacionais e de satélite disponíveis para compilação dos produtos de radiação e validação neste estudo.	X		
1.2 - Avaliar estatisticamente a acurácia da irradiância solar global inferida por satélite através das diferentes versões do modelo GL com dados observacionais, provenientes de diferentes redes de observação radiométrica.		X	
2 - Analisar a homogeneidade e estabilidade da serie histórica			X



9.2.6 - Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas
			2019
Mapas de RadSol	1	n. de mapas publicado no período.	> 20 mapas dados anuais de radiação Solar incidente à superfície
Relatórios/ Notas técnicas	1	n. de relatórios por período	1- Doc. Informações estatísticas sobre homogeneidade

9.2.7 - Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas
			2019
Produção Intelectual	1	N. relatórios N. artigos em revista e congresso N. Nota Técnicas	1- Nota técnica sobre a Homogeneidade e qualidade dos dados
Capacitação Tecnológica	1	N. ferramentas de P&D	Algoritmo de análise de homogeneidade

9.2.8 - Recursos Solicitados

Custeio:

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

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00			
	C	3.380,00			
	D	2.860,00	3	1	8580,00
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					8580,00

9.2.9 - Equipe do Projeto

Dra. Simone Sievert da Costa Coelho (coordenadora do projeto) Dr.
 Anthony Porfírio
 Dr. Juan Carlos Ceballos
 Bolsista a ser definido

9.2.10 - Referências Bibliográficas

BASTOS, E. J. B.; SOUZA, J. M.; RAO, T. V. R. Potential evapotranspiration estimates for Northeast Brazil using GOES-8 data. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.3, p.348-354, 2000.

CEBALLOS, J. C.; BOTTINO, M. J.; SOUZA, J. M. A simplified physical model for assessing solar radiation over Brazil using GOES 8 visible imagery. **J. Geophys. Res.**, v. 109, D02211, doi:10.1029/2003JD003531, 2004.

COELHO COSTA, S. M.S; NEGRI, R. ; JEZUS, N. F. ; SCHMIT, T. J. ; ARAI, N. ; LIMA, W. F. A. ; Ceballos, J. C. ; Rodrigues, J. V. ; MACHADO, L. A. T. ; PEREIRA, S. ; BOTTINO, M. J. ; SISMANOGLU, R. A. ; LAGDAN, P. . A Successful Practical Experience on Dedicated

Geostationary Operational Environmental Satellites- GOES -10/12 Supporting Brazil. **BULLETIN OF THE AMERICAN METEOROLOGICAL SOCIETY**, v. 99, p. 33-47, 2018.

ENORÉ, D. P. **Estudos de saldos de radiação à superfície estimados por satélite**. 115f. Dissertação de Mestrado. INPE. São José dos Campos - SP, 2012.

GONÇALVES, L. G. G., et al. The South American Land Data Assimilation System (SALDAS) 5-Yr Retrospective Atmospheric Forcing Datasets. **Journal of Hydrometeorology**, v. 10, p. 999-1010, 2009.

Macedo, L.O., J.C. Ceballos. Sistema de Processamento de Dados de Radiação Solar (SPDRAD). Anais, **XVI Congresso Brasil. de Meteorologia**, Belém, PA, 2010.

ORTEGA, A.; ESCOBAR, R.; COLLE, S.; ABREU, S. L. The state of solar energy resource assessment in Chile. **Renewable Energy**, v35 p. 2514-2524, 2010.

PINTO, L. I. C., et al. Comparação de produtos de radiação solar incidente à superfície para a América do sul. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 25, n. 4, p. 469-478, 2010.

PORFIRIO, A. C. S. 2017 - Uma contribuição à modelagem de aerossol e componentes da radiação solar no modelo GL. **Tese INPE**. Ano de obtenção: 2017.

Projeto 9: CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS

Subprojeto 9.3: Aprimoramento da modelagem de radiação solar por satélite no CPTEC e disseminação de produtos

9.3.1- Introdução

Este projeto visa fomentar as pesquisas no CPTEC na área de radiação solar e terrestre utilizando informações de sensoriamento remoto orbital e de modelagem atmosférica, bem como tem o objetivo de melhorar a caracterização da radiação solar na América do Sul e de ampliar a disseminação de dados do centro. O presente projeto é bastante amplo, porém para atender a essa chamada, o estudo focará no uso de dados históricos de 20 anos de irradiância solar incidente à superfície para avaliar a homogeneidade e a estabilidade temporal desses dados. As informações geradas são relevantes para ser incluídas aos manuais de uso do produto, os quais são disponibilizados aos diferentes usuários.

A série histórica foi estimada através do modelo de irradiância solar global (conhecido como GL, versão 1.2, Ceballos et al. 2004). Esta versão utiliza informações de um único canal visível do satélite GOES e considera propriedades da superfície e da atmosfera praticamente constantes no tempo e no espaço. Este modelo é rodado operacionalmente, e seus resultados são diariamente divulgados através do portal web do CPTEC <http://satelite.cptec.inpe.br/radiacao/>. Nesta página, são publicados campos instantâneos, diários, mensais e séries históricas.

Atualmente, o CPTEC tem uma série de 22 anos de dados em alta resolução espacial (4 km) e temporal (mínimo a cada 30 minutos), compreendendo um conjunto de dados único na América do Sul. Este conjunto histórico de dados foi estimado utilizando as imagens do canal visível do sensor IMAGER da segunda e terceira geração do GOES (GOES-8, 10, 11, 12 e 13) e, recentemente, vem utilizando imagens avançadas do ABI/GOES-16. Portanto, nesta fase, possíveis mudanças temporais de radiação solar diária, variabilidade climáticas ou ainda mudanças associada a artefactos técnicos (exemplos, transição de satélites ou a degradação de sensores) serão estudadas utilizando métricas estabelecidas pelo projeto “Global Climate Observing System- GCOS”, e também utilizado em pesquisa de mestrado no INPE de

Considerando a extensão e a composição dos dados por diferentes satélites, a análise de homogeneidade e da estabilidade é relevante para que os produtos de radiação do CPTEC/INPE possa ser referência mundial e, assim a radiação solar a superfície estima via satélite no CPTEC possa se

tornar uma das variáveis climáticas regionais no âmbito do projeto GCOS da Organização Mundial de Meteorologia. Os resultados desta etapa gerará uma ferramenta de apoio às atividades de pesquisa, disseminação de dados e atendimento ao usuário do CPTEC.

A principal justificativa para este projeto, é que o modelo GL compõe uma das ferramentas operacionais da DSA, e seus produtos tem sido amplamente utilizados por diversas pesquisas nacionais e internacionais e em distintos contextos: i) validação de modelos atmosféricos regionais (PINTO et al., 2010, Campos et al., 2015); ii) modelagem da evapotranspiração potencial (BASTOS et al., 2000); iii) cômputo do saldo de radiação à superfície (ENORÉ, 2012) e iv) assimilação de dados de superfície (GONÇALVES et al., 2009), e v) potencial solar (ORTEGA et al., 2010). Adicionalmente, a disponibilidades de dados do GOES-16 através da recepção via sistema “broadcast”, tornam-se propícias pesquisas nesta área. Espera-se que as atividades que vêm sendo realizadas na área de modelagem de radiação via satélite tornar-se referência mundial e, e que os produtos sejam reconhecidos pela OMM como uma base de dados que possibilita avaliar o clima regional. O projeto ainda visa desenvolver ferramentas computacionais inovadoras com o objetivo de ampliar a capacidade de utilização de dados e imagens de satélites por especialistas, tomadores de decisão do setor público e privado, pesquisadores, professores universitários e sociedade em geral. Este subprojeto consta no Projeto 9 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE.

9.3.2- Objetivo Geral

O objetivo geral é de aprimorar o modelo físico de estimativa de radiação solar global via satélite do CPTEC utilizando novas tecnologias de sensores orbitais, em particular, dados do sensor ABI a bordo do satélite GOES-16. Especificamente, esta pesquisa está associada aos objetivos 2 e 3 do Projeto Institucional, em que consistem:

Objetivo 2: Ser participante ativo no sistema mundial de intercâmbio de informações meteorológicas e ambientais, recebendo e enviando dados e desenvolvendo aplicativos de acesso e análise de dados.

Objetivo 3: Aprimorar o Sistema de Informações de Satélites Ambientais, visando ser um centro de referência em recepção, arquivo, processamento e disseminação de imagens para.

Objetivos Específicos do projeto

Objetivo Específico 1 : Estudar a homogeneidade, instabilidade, variabilidade temporal e espacial da base de radiação solar global incidente à superfície do CPTEC sobre a América do Sul.

9.3.3 - Insumos

9.3.3.1 - Custeio

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Participação em estágios, cursos e visitas	Diárias	
Despesas de transporte para participação em estágios, cursos e visitas	Passagens	

9.3.3.2 - Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/ nível	Meses	Qtidade
9.3.1	Profissional com diploma de nível superior em Meteorologia, Computação ou áreas afins, com experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação	Experiência em programação fortran, shell, Phyton, e sensoriamento remoto e manipulação de imagens de satélite, geoinformáticas	1	DD	3	1



9.3.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			Mes 1	Mes 2 e 3
1 - Avaliar as estimativas de radiação solar via satélite do CPTEC utilizando diferentes redes de observações à superfície.	1	Publicar resultados Estatísticos sobre a qualidade dos dados de radiação solar do CPTEC/INPE.	Organizar conjunto de dados observacionais e de satélite disponíveis para compilação dos produtos de radiação e utilização neste estudo.	Avaliar estatisticamente a acurácia da irradiância solar global inferida por satélite através das diferentes versões do modelo GL com dados observacionais, provenientes de diferentes redes de observação radiométrica.
2 - Analisar a homogeneidade e estabilidade da serie histórica	1	Compilação de informações sobre a estabilidade e homogeneidade dos		Usar o testes estatísticos na avaliação da homogeneidade dos dados de radiação solar

9.3.5 - Cronograma de Atividades

Atividades	Mes 1 , 2019	Mes 2 , 2019	Mes 3, 2019
1 - Avaliar as estimativas de RadSol via satélite do CPTEC utilizando diferentes redes de observações à superfície.			
1.1 - Organizar conjunto de dados observacionais e de satélite disponíveis para compilação dos produtos de radiação e validação neste estudo.	X		
1.2 - Avaliar estatisticamente a acurácia da irradiância solar global inferida por satélite através das diferentes versões do modelo GL com dados observacionais, provenientes de diferentes redes de observação radiométrica.		X	
2 - Analisar a homogeneidade e estabilidade da serie histórica			X



9.3.6 - Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas
			2019
Mapas de	1	n. de mapas publicado no período.	> 20 mapas dados anuais de radiação Solar incidente à superfície
Relatórios / Notas técnicas	1	n. de relatórios por período	1- Doc. Informações estatísticas sobre homogeneidade

9.3.7 - Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas
			2019
Produção Intelectual	1	N. relatórios N. artigos em revista e congresso N. Nota Técnicas	1- Nota técnica sobre a Homogeneidade e qualidade dos dados
Capacitação Tecnológica	1	N. ferramentas de P&D	Algoritmo de análise de homogeneidade



9.3.8 - Recursos Solicitados

Custeio:

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

Bolsas:

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

9.3.9 - Equipe do Projeto

Dra. Simone Sievert da Costa Coelho (coordenadora do projeto)

Dr. Anthony Porfírio

Dr. Juan Carlos Ceballos

Bolsista a ser definido

9.3.10 - Referências Bibliográficas

BASTOS, E. J. B.; SOUZA, J. M.; RAO, T. V. R. Potential evapotranspiration estimates for Northeast Brazil using GOES-8 data. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.3, p.348-354, 2000.

CEBALLOS, J. C.; BOTTINO, M. J.; SOUZA, J. M. A simplified physical model for assessing solar radiation over Brazil using GOES 8 visible imagery. **J. Geophys. Res.**, v. 109, D02211, doi:10.1029/2003JD003531, 2004.

COELHO COSTA, S. M.S; NEGRI, R. ; JEZUS, N. F. ; SCHMIT, T. J. ; ARAI, N. ; LIMA, W. F. A. ; Ceballos, J. C. ; Rodrigues, J. V. ; MACHADO, L. A. T. ; PEREIRA, S. ;



BOTTINO, M. J. ; SISMANOGLU, R. A. ; LAGDAN, P. . A Successful Practical Experience on Dedicated Geostationary Operational Environmental Satellites-GOES -10/12 Supporting Brazil. **BULLETIN OF THE AMERICAN METEOROLOGICAL SOCIETY**, v. 99, p. 33-47, 2018.

ENORÉ, D. P. **Estudos de saldos de radiação à superfície estimados por satélite**. 115f. Dissertação de Mestrado. INPE. São José dos Campos - SP, 2012.

GONÇALVES, L. G. G., et al. The South American Land Data Assimilation System (SALDAS) 5-Yr Retrospective Atmospheric Forcing Datasets. **Journal of Hydrometeorology**, v. 10, p. 999-1010, 2009.

Macedo, L.O., J.C. Ceballos. Sistema de Processamento de Dados de Radiação Solar (SPDRAD). Anais, **XVI Congresso Brasil. de Meteorologia**, Belém, PA, 2010.

ORTEGA, A.; ESCOBAR, R.; COLLE, S.; ABREU, S. L. The state of solar energy resource assessment in Chile. **Renewable Energy**, v35 p. 2514-2524, 2010.

PINTO, L. I. C., et al. Comparação de produtos de radiação solar incidente à superfície para a América do sul. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 25, n. 4, p. 469-478, 2010.

PORFIRIO, A. C. S. 2017 - Uma contribuição à modelagem de aerossol e componentes da radiação solar no modelo GL. **Tese INPE**. Ano de obtenção: 2017.

Projeto 10: Projeto Integrador do COCST para Mudanças Ambientais

Subprojeto 10.1: Simulação do Ecossistema Cerrado no modelo de vegetação dinâmica INLAND

10.1.1 – 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. Para o desenvolvimento de sua missão, o Centro direciona suas atividades em três grandes eixos estruturantes: Sistemas de Observação, Modelagem e Diagnósticos e Cenários, o que auxilia na integração de estudos climáticos a estudos socioeconômicos,

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. Este subprojeto consta no Projeto 10 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE.

10.1.2 - Objetivo Geral

Desenvolver estudos ambientais e socioeconômicos com base em três grandes eixos estruturantes: Sistemas de Observação, Modelagem e Diagnósticos e Cenários, objetivando responder problemas transversais, como os de segurança hídrica, alimentar e energética do Brasil.

Objetivo Específico 1: Formular cenários para um desenvolvimento nacional sustentável, fortemente embasado em redes de monitoramento de dados ambientais, abordagens participativas e modelagem do Sistema Terrestre

Para atingir ao OE1 serão realizadas as seguintes atividades:

- Avaliar a destreza dos modelos climáticos globais, regionais e do IPCC em simular o clima presente e os índices de extremos climáticos de temperatura do ar e precipitação no clima presente; quantificar o impacto potencial dos diferentes níveis de aquecimento global nas diferentes regiões e Brasil.

O presente projeto tem como objetivo principal avaliar a representação da interação da vegetação do bioma Cerrado com a atmosfera no modelo INLAND, processo necessário para posterior adequação do modelo para representar os processos de mudanças no uso e cobertura da terra e emissões de gases de efeito estufa comparáveis com as estimativas do modelo INPE-EM, e inventário nacional de emissões. As simulações e testes realizados irão considerar o ajuste dos parâmetros de solo associados ao Cerrado e a validação do modelo deve ser realizada por comparação com bases de dados observados e de satélite, com foco na representação dos estoques e fluxos de carbono e água.

Estes termos são os que irão fazer a conexão entre o INLAND e o INPE-EM, permitindo uma melhor avaliação das emissões de gases de efeito estufa no bioma Cerrado. O projeto visa, no futuro, aplicar a metodologia para outros biomas brasileiros e avaliar outros parâmetros do modelo que possam interferir nos fluxos de água e carbono.

10.1.3 - Insumos

10.1.3.1 – Custeio

Não há previsão de recursos de custeio de diárias ou passagens.

10.1.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
10.1.1	Profissional com 10 (dez) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação após a obtenção do diploma de nível superior em Ciências Ambientais ou áreas afins ou com título de doutor há, no mínimo, 2 (dois) anos; ou ainda, com grau de mestre há, no mínimo, 6 (seis) anos.	Conhecimentos prévios sobre o modelo INLAND, usuário Unix/Linux, na linguagem de programação Fortran, em propriedades físicas e hidráulicas do solo, e na interface solo-planta-atmosfera.	1	D-A	3	1

10.1.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Representar a interação da vegetação do bioma Cerrado com a atmosfera no modelo INLAND, considerando o ajuste dos parâmetros de solo associados ao Cerrado	1	Ajuste dos parâmetros do solo no modelo	*Ajuste dos parâmetros *Rodada do modelo *Validação do modelo					

10.1.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre										
	2019		2020		2021		2022		2023		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
Representar a interação da vegetação do bioma Cerrado com a atmosfera no modelo INLAND, considerando o ajuste dos parâmetros de solo associados ao Cerrado											

10.1.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Relatório científico contendo a descrição dos parâmetros ajustados e a análise dos resultados de saída do modelo	1	Ajuste dos parâmetros do solo no modelo					

10.1.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Validação do modelo nas componentes associadas aos estoques e fluxos de carbono e água	1	Ajuste dos parâmetros do solo no modelo					

10.1.8 - Recursos Solicitados

Custeio:

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

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00	3	1	15.600,00
	B	4.160,00			
	C	3.380,00			
	D	2.860,00			
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					15.600,00

10.1.9 - Equipe do Projeto

Celso von Randow, pesquisador, COCST

10.1.10 - Referências Bibliográficas



Projeto 10: Projeto Integrador do COCST para Mudanças Ambientais

Subprojeto 10.2: Trade-off entre crescimento da vegetação e produção hídrica em áreas em diferentes estágios de regeneração da Mata Atlântica

10.2.1 – Introdução

Dentre os compromissos pelo Brasil no acordo de Paris, no que se refere às medidas de combate e mitigação das mudanças climáticas, está prevista a restauração de 12 milhões ha de florestas nativas. Com somente cerca de 12% de sua área inicial, a Mata Atlântica é um dos principais biomas a ser restaurado. Dessa forma tem surgido, em nível nacional, uma série de iniciativas no sentido de restaurar/regenerar remanescentes florestais da Mata Atlântica, como forma de melhoria dos seus serviços ambientais de regulação hídrica e climática. Enquanto o papel das florestas no armazenamento de carbono é amplamente reconhecido, o mesmo não pode ser dito em relação à sua importância no ciclo hidrológico regional (i.e. na produção de vazão). O presente projeto tem por objetivo investigar o trade-off entre assimilação de carbono e produtividade hídrica (i.e. infiltração de água no solo, recarga subterrânea e superficial em áreas em diferentes estágios de recuperação da Mata Atlântica. Para tanto, nessas áreas, serão realizadas medidas de crescimento do tronco, juntamente com medidas ec hidrológicas tais como transpiração das plantas, infiltração e armazenamento de água no solo e profundidade do lençol freático.

O presente projeto está inserido no âmbito dos projetos desenvolvidos no Laboratório de Ecohidrologia Isotópica do CCST/INPE (LabEcoh CCST/INPE), parte integrante do LapBio (CCST/INPE). Dentre os principais objetivos do LabEcoh citam-se os estudos relacionados à produção de serviços ecossistêmicos de regulação hídrica e climática das florestas tropicais (i.e. floresta amazônica, cerrado, caatinga e Mata Atlântica). Particularmente, o laboratório investiga o trade-off entre crescimento e transpiração das plantas e entre transpiração/infiltração e armazenamento da água no solo, em vários biomas brasileiros. Essas pesquisas têm por objetivo orientar políticas e práticas de pagamentos por serviços ambientais em projetos que visam à recuperação das florestas brasileiras.

Na Mata Atlântica, integra-se aos estudos desenvolvidos no LabEcoh, os trabalhos desenvolvidos na Estação Experimental Ecohidrológica (EEE-SFX; 67 ha), localizada na Fazenda da Serra, distrito de São Francisco Xavier, pertencente ao município de São José dos Campos, São Paulo. Essa área contempla florestas de Mata Atlântica em diferentes estágios de regeneração, ou seja, áreas com menos de 5 anos, entre 5 e 15 anos e com mais de 40 anos de regeneração da vegetação natural, em antigas áreas de pasto ou de plantação de pinus. O nosso objetivo, nessa estação experimental, é ter três parcelas instrumentadas, uma para um dos três diferentes estágios de regeneração (< 5 anos (R5), entre 5 e 15 anos (R5-15) e > 40 (R40) anos). Atualmente contamos com duas instaladas (R5 e R40), estando por ser instalada a R5-15. Cada parcela em diferente estágio de regeneração tem 100 m², onde estão sendo monitorados crescimento do tronco (20 indivíduos por parcela), umidade e potencial de água no solo (até 2 m de profundidade), transpiração das plantas (19 indivíduos por parcela) e índice de área foliar (IAF). Essas parcelas foram instaladas ao longo do ano de 2018 e, para tanto, contaram com recursos do projeto CAPES-ANA para despesas de custeio e bolsa, além de recursos orçamentários do INPE para compra de equipamentos (umidade e potencial de água no solo). Atualmente, os bolsistas envolvidos na criação desta unidade experimental e das atividades de laboratório associadas estão finalizando as suas bolsas no projeto CAPES/ANA. Dessa forma, o presente projeto destina-se à manutenção das atividades de campo e laboratório já iniciadas, bem como à complementação das 3 parcelas instrumentadas. Cabe salientar que as atividades desenvolvidas no LabEcoh e na Estação Experimental SFX enquadram-se no OE 10 do Plano

Diretor do INPE (2016-2019), e atendem mais especificamente às Metas 10.2 (*Instalar 10 novas estações de coleta nas redes de monitoramento de variáveis ambientais*) e 10.4 (*Gerar dez cenários de funcionamento do sistema terrestre*).

No âmbito das atividades acima descritas, a bolsa aqui solicitada destina-se à manutenção dos instrumentos eletrônicos instalados in situ, coleta de dados e instalação de novos instrumentos. Para tanto serão realizadas visitas quinzenais na área de estudo para coleta de dados dos dendrometros, medidores de fluxo de seiva, sensores de umidade, potencial de água no solo, já instalados bem como coletas de amostras para análise isotópica. Em termos de implantação de novos equipamentos, a bolsa destina-se à instalação de medidor de profundidade do lençol freático na R5-15, caracterização fitossociológica e determinação, em laboratório, dos atributos hidráulicos de 25 indivíduos (5 indivíduos de 5 espécies diferentes) em cada uma das três parcelas instrumentadas; totalizando 75 análises de atributos e treinamento do técnico do laboratório nessas análises.

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

10.2.2 - Objetivo Geral

Esse projeto destina-se i) à manutenção de sensores de campo, coleta de dados e instalação de novos sensores em unidade experimental ecoidrológica instalada em São Francisco Xavier (EEE-SFX), e ii) coleta e análise de dados isotópicos ($\delta^2\text{H}$ e $\delta^{18}\text{O}$) com vistas à obtenção de parâmetros para entendimento do papel da água no funcionamento solo-planta-atmosfera em ecossistemas tropicais e avaliação do potencial de produção de serviços ecossistêmicos de regulação hídrica e climática.

Objetivo Específico 1: Coleta de dados dos sensores instalados, avaliação do estado de funcionamento dos sensores e dos dados coletados e correção de eventuais problemas (visando ausência de falhas) e organização dos dados coletados em plataforma específica para armazenamento e posterior disponibilização

Objetivo Específico 2: Implantar, na R5-15, poço para monitoramento da variação do lençol freático

Objetivo Específico 3: Caracterização fitossociológica – incluindo dominância e relevância (em termos de área basal) das árvores presentes nas três parcelas

Objetivo Específico 4: Análise dos atributos hidráulicos (i.e. resistência à cavitação) de 5 indivíduos (plantas) de 5 espécies diferentes, comuns às 3 parcelas (R5; R5-15 e R40), perfazendo um total de 75 análises de atributos. Essa etapa inclui treinamento do técnico do laboratório nessas análises.

10.2.3 - Insumos

10.2.3.1 – Custeio

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

10.2.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
10.2.1	Profissional com 7 (sete) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação após a obtenção do diploma de nível superior em Ciências ambientais ou áreas afins; ou com título de doutor; ou ainda, com grau de mestre há, no mínimo, 4 (quatro) anos.	Experiência em estudos de ecossistemas (solo e planta) e experiência comprovada em trabalhos de campo e em atividades de laboratório	1 a 4	PCI-E2	3	1

10.2.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Mês		
			1	2	3
1. Visitas quinzenais para verificar estado dos equipamentos/sensores in situ	1	Equipamentos e sensores funcionando	x	x	x
2. Instalar sensor de profundidade do lençol freático	2	Sensor instalado e funcionando	x		
3. Caracterização fitossociológica das 3 parcelas	3	Caracterização fitossociológica realizada	x	x	x

4. Análise de atributos hidráulicos de plantas (75 análises); treinamento do técnico do laboratório	4	Análises realizadas, técnico treinado			x
---	---	---------------------------------------	--	--	---

10.2.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Mes					
	1		2		3	
	1	2	1	2	1	2
Atividade 1	x	x	x	x	x	x
Atividade 2		x				
Atividade 3		x	x	x	x	
Atividade 4				x	x	x

10.2.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			1	2	3
Sistema de coleta de dados funcionando e atualizado	1	Parcelas instrumentadas em funcionamento e coletando dados			
Sensor de profundidade do lençol instalado	2	Sensor instalado; dados de variação do lençol freático coletados e lançados na plataforma de dados		x	
Caracterização fitossociológica	3	Relatório contendo dados da caracterização		x	
Análise de atributos	4	Gráficos e tabelas com resultados das análises; técnico capacitado			x

10.2.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			1	2	3
Metodologia de campo estabelecida, implementada e validada	1 a 4	Metodologia estabelecida e publicada			x
Metodologia de laboratório estabelecida, implementada e validada	1 a 4	Metodologia estabelecida e publicada			x

10.2.8 - Recursos Solicitados

Custeio:

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

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00			
	C	3.380,00			
	D	2.860,00			
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00	3	1	13.650,00
Total (R\$)					

10.2.9 - Equipe do Projeto

Laura De Simone Borma – Coordenadora – CCST/INPE

Daniel Meneghetti – Técnico do Laboratório – CCST/INPE

Mauro-Brum Monteiro Junior – Pesquisador Colaborador

Fernanda Barros Monteiro – Pesquisadora Colaboradora



Projeto 10: Projeto Integrador do COCST para Mudanças Ambientais

Subprojeto 10.3: Mudanças climáticas no Cerrado brasileiro: suas origens e possíveis implicações para biodiversidade

10.3.1 – Introdução

A supressão de vegetação nativa, tanto florestal quanto campestre, para expansão de pastagens, áreas urbanas e agrícolas também atua como uma importante forçante climática, proporcionando alterações significativas, especialmente em escalas locais e regionais (Foley et al., 2005). As alterações climáticas associadas às mudanças no uso e cobertura do solo se dão em função de alterações nos balanços de radiação (principalmente devido à mudança no albedo das superfícies) e de energia, em razão de alterações nos fluxos de calor sensível, latente e no solo (Snyder et al., 2004). Conseqüentemente, as mudanças no uso e cobertura do solo também levam a um forte impacto no balanço hídrico local, alterando padrões de evapotranspiração, escoamento e infiltração de água no solo (Ramankutty and Foley, 1999). Assim, a substituição de superfície modifica as complexas interações solo-vegetação-atmosfera e, portanto, os seus efeitos podem atenuar ou amplificar as mudanças climáticas globais causadas pela emissão de gases estufa e aerossóis (Bonan, 2008). Nas últimas décadas, estudos teóricos vêm simulando as conseqüências da remoção da cobertura vegetal original dos diversos biomas terrestres em função de diferentes formas de uso do solo, como, por exemplo, pastagens (Hoffmann and Jackson, 2000), agricultura (Bounoua et al., 2002) e solo exposto (Snyder et al., 2004).

O Cerrado brasileiro é considerado um *hotspot* mundial de biodiversidade, com grande número de endemismos, tanto da flora quanto da fauna (Myers et al., 2000). Originalmente este bioma se estendia por cerca de 2 milhões de quilômetros quadrados, ~22% do território brasileiro, sendo o segundo maior bioma da América do Sul e ocorrendo em diversos estados do Brasil (Jepson, 2005; Ratter et al., 2006). Até recentemente, a maior parte do Cerrado registrava um baixíssima densidade populacional, tendo sido historicamente ocupada por indígenas e, posteriormente, por comunidades tradicionais de sertanejos e quilombolas que praticavam a agricultura de subsistência e a criação de gado extensiva (Ratter et al., 1997). Contudo, a partir da década de 1970, devido a diversos subsídios do Governo Federal, o Cerrado se transformou na principal fronteira agrícola brasileira. Atualmente, se estima que cerca de 46% da área original do bioma (88 milhões de hectares) já tenham sido convertidos em áreas agrícolas ou de pastagem (Strassburg et al., 2017). Diante da magnitude das transformações atuais do Cerrado, espera-se que as mudanças climáticas decorrentes das mudanças no uso e cobertura do solo já possam ser detectadas em ambas escalas, local e de bioma (regional).

Após grande investimento pessoal por parte do proponente e demais membros da equipe do projeto (mais detalhes ver seção Equipe do Projeto, onde são listados os demais pesquisadores do INPE que participam deste projeto), as etapas de compilação de dados climáticos (período 1961-2018) já foram compilados, organizados e parcialmente analisados. Desta forma, um primeiro manuscrito está sendo preparado para uma submissão em um periódico internacional a ser definido, sendo este a razão principal para solicitação do pedido de bolsa. Em uma segunda etapa, mapas de uso e cobertura do solo serão utilizados para calcular a variação anual nas proporções de cobertura no entorno das estações meteorológicas presentes no Cerrado brasileiro. Após calculadas, as estas proporções anuais de uso e cobertura do solo no entorno das estações meteorológicas deverão ser utilizadas como variáveis preditivas em análises de regressão linear múltipla de séries temporais, visando demonstrar uma possível relação causal entre a redução de vegetação nativa e as mudanças climáticas no Cerrado brasileiro, sendo este o tema principal de um futuro segundo manuscrito resultante deste projeto. Para tanto, é fundamental a aprovação deste projeto e liberação do recurso para que os integrantes possam trabalhar na construção de um novo banco de dados que contemple a

variação anual da mudança no uso do solo no entorno das estações meteorológicas do cerrado brasileiro.

10.3.2 - Objetivo Geral

O principal objetivo deste projeto é quantificar as possíveis mudanças climáticas no Cerrado brasileiro ao longo das últimas décadas, bem como identificar/quantificar ou refutar o papel das forçantes que impulsionam estas alterações, tanto em escala local, quanto de bioma.

Objetivo Específico 1:

Utilização de abordagem de análise de séries temporais para avaliação das mudanças climáticas ocorridas no Cerrado brasileiro ao longo das últimas cinco décadas nas escalas local e de bioma (regional).

Objetivo Específico 2:

Demonstrar uma possível relação causal entre a redução de vegetação nativa e as mudanças climáticas no Cerrado brasileiro.

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	Doutor com experiência efetiva mínima de 6 (seis) anos em projetos de P&D ou extensão inovadora, observadas nos últimos 10 (dez) anos, após a obtenção do título, comprovada	Ecologia	1	E1	3	1

	por meio do Currículo Lattes nos campos Experiência Profissional e Projetos.					
--	--	--	--	--	--	--

10.3.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
1 - Finalização de um manuscrito que avalia as mudanças climáticas ocorridas no Cerrado brasileiro ao longo das últimas cinco décadas.	1	Submissão de Artigo	X					
2 - Criação de banco de dados sobre a mudança no uso do solo no entorno das estações meteorológicas do cerrado brasileiro	2	Banco de dados	X					

10.3.5 – Cronograma de Atividades

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

10.3.6 – 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	2022	2023



Relatório de atividades e manuscrito	1	Relatório de atividades e um manuscrito finalizados	X				
Banco de dados	2	Banco de dados estruturado	X				

10.3.7 – 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
Manuscrito que avalia as mudanças climáticas ocorridas no Cerrado brasileiro ao longo das últimas cinco décadas.	1	Submissão de um artigo.	X				
Banco de dados sobre a mudança no uso do solo no entorno de estações meteorológicas do cerrado brasileiro	2	Estruturação do banco de dados	X				

10.3.8 - Recursos Solicitados

Custeio:

Custeio	Valor (R\$)
Diárias	não
Passagens	não
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			
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00	3	1	19,500
	2	4.550,00			
Total (R\$)					19,500

10.3.9 - Equipe do Projeto

Dr. Gabriel Selbach Hofmann- Programa de Pós-Graduação em Avaliação de Impactos Ambientais- Universidade La Salle, Canoas.

Dr. Manoel Ferreira Cardoso– Centro de Ciência do Sistema Terrestre - INPE-CCST

Dr. Peter Mann de Toledo- Centro de Ciência do Sistema Terrestre - INPE-CCST

Dr. Dr. Jean Pierre H. B. Ometto- Centro de Ciência do Sistema Terrestre - INPE-CCST

10.3.10 - Referências Bibliográficas

BONAN, G. B. Forests and climate change: forcings, feedbacks, and the climate benefits of forests. **Science**, [s. l.], v. 320, n. June, p. 1444, 2008.

BOUNOUA, L. et al. Effects of land cover conversion on surface climate. **Climate Change**, [s. l.], v. 52, p. 29–64, 2002.

FOLEY, J. A. et al. Global consequences of land use. **Science**, [s. l.], v. 309, n. 5734, p. 570–574, 2005. Disponível em: <<http://www.sciencemag.org/cgi/doi/10.1126/science.1111772>>

HOFFMANN, W. A.; JACKSON, R. B. Vegetation-climate feedbacks in the conversion of tropical savanna to rangeland. **Journal of Climate**, [s. l.], v. 13, n. 9, p. 1593–1602, 2000.

JEPSON, W. A disappearing biome? Reconsidering land-cover change in the Brazilian savanna. **Geographical Journal**, [s. l.], v. 171, n. 2, p. 99–111, 2005.

MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, [s. l.], v. 403, n. 6772, p. 853–858, 2000.

RAMANKUTTY, N.; FOLEY, J. A. Estimating historical changes in global land cover. **Global Biogeochemical Cycles**, [s. l.], v. 13, n. 4, p. 997–1027, 1999.

RATTER, J. A.; BRIDGEWATER, S.; RIBEIRO, J. F. Biodiversity patterns of the woody vegetation of the Brazilian Cerrado. In: PENNINGTON, R. T.; LEWIS, G. P.; RATTER, J. A. (Eds.). **Neotropical savannas and dry forests : diversity, biogeography, and conservation**. Boca Raton: CRC Press, 2006. p. 46–81.



RATTER, J. A.; RIBEIRO, J. F.; BRIDGEWATER, S. The Brazilian Cerrado Vegetation and Threats to its Biodiversity. **Annals of Botany**, [s. l.], v. 80, p. 223–230, 1997.

SNYDER, P. K.; DELIRE, C.; FOLEY, J. A. Evaluating the influence of different vegetation biomes on the global climate. **Climate Dynamics**, [s. l.], v. 23, n. 3–4, p. 279–302, 2004.

STRASSBURG, B. B. N. et al. Moment of truth for the Cerrado hotspot. **Nature Ecology and Evolution**, [s. l.], v. 1, n. 4, p. 13–15, 2017.