

EDITAL N° 19/2021/SEI-INPE**Chamada Pública 01/2021****Programa de Capacitação Institucional - PCI/INPE**

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

1 – Objeto

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

1.1 – Projetos de Pesquisa a serem apoiados:

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

CÓDIGO	SUBPROJETO	MODALIDADE	LOCALIDADE
1.1.1	Criação do Catálogo de Informações Geoespaciais do Programa Base de Informações Georreferenciadas (BIG)	DB	São José dos Campos
1.1.2	Criação do Catálogo de Informações Geoespaciais do Programa Base de Informações Georreferenciadas (BIG)	DC	São José dos Campos
1.1.3	Criação do Catálogo de Informações Geoespaciais do Programa Base de Informações Georreferenciadas (BIG)	DD	Cachoeira Paulista
1.2.1	Sistemas de Gestão do Repositório de Dados das Missões Sentinel 1, 2 e 3 do Programa Base de Informações Georreferenciadas (BIG)	DB	São José dos Campos
1.2.2	Sistemas de Gestão do Repositório de Dados das Missões Sentinel 1, 2 e 3 do Programa Base de Informações Georreferenciadas (BIG)	DC	São José dos Campos
1.3.1	Algoritmos para o sistema monitoramento da qualidade de águas interiores por satélite (MAPAQUALI)	DD	São José dos Campos
7.1.1	Projeto de Detecção de Degradação e Exploração Florestal em tempo quase real - DETER-B	DC	Belém
7.2.1	Análise e Implementação de Dados SAR para o Projeto DETER em Áreas-piloto na Amazônia	DC	Belém
7.3.1	Projeto de Monitoramento de uso e cobertura da Terra de áreas desflorestadas da Amazônia Legal Brasileira - TerraClass	DC	Belém
9.1.1	Desenvolvimento e implementação de infraestrutura web	DB	Cachoeira Paulista
9.2.1	Modelagem de radiação solar em alta resolução temporal e espacial por satélite	DD	Cachoeira Paulista
9.2.2	Modelagem de radiação solar em alta resolução temporal e espacial por satélite	DF	Cachoeira Paulista
9.3.1	Métodos de estimativa do vento a partir de satélites e seu uso em modelagem numérica do tempo	DC	Cachoeira Paulista
9.4.1	Previsão de Tempo Estendido no Contexto da Assimilação de Dados por Conjunto	DC	Cachoeira Paulista
9.5.1	Atividades de Prospecção, Ensaios e Desenvolvimento do Componente Atmosférico e de Superfície Continental para Ecossistemas Brasileiros, e da Infraestrutura de Gerenciamento de Software	DC	Cachoeira Paulista
9.5.2	Atividades de Prospecção, Ensaios e Desenvolvimento do Componente Atmosférico e de Superfície Continental para Ecossistemas Brasileiros, e da Infraestrutura de Gerenciamento de Software	DC	Cachoeira Paulista
9.5.3	Atividades de Prospecção, Ensaios e Desenvolvimento do Componente Atmosférico e de Superfície Continental para Ecossistemas Brasileiros, e da Infraestrutura de Gerenciamento de Software	DB	Cachoeira Paulista
9.5.4	Atividades de Prospecção, Ensaios e Desenvolvimento do Componente Atmosférico e de Superfície Continental para Ecossistemas Brasileiros, e da Infraestrutura de Gerenciamento de Software	DC	Cachoeira Paulista
9.6.1	Avaliação do impacto das observações com potencial à serem assimiladas no Sistema Comunitário de Modelagem Unificado do Sistema Terrestre	DC	Cachoeira Paulista
9.7.1	Representação e projeções do gelo marinho e circulação oceânica em modelos de sistema terrestre	DB	Cachoeira Paulista
9.8.1	Implementação da primeira geração de previsões sub-sazonais com o modelo global do CPTEC/INPE	DB	Cachoeira Paulista
9.9.1	Aprimoramento e Validação de Produtos de Sensoriamento Remoto para Monitoramento do fogo na vegetação	DC	São José dos Campos

9.9.2	Aprimoramento e Validação de Produtos de Sensoriamento Remoto para Monitoramento do fogo na vegetação	DC	São José dos Campos
9.9.3	Aprimoramento e Validação de Produtos de Sensoriamento Remoto para Monitoramento do fogo na vegetação	DC	São José dos Campos
9.10.1	Análise quantitativa e organização de dados meteorológicos para aprimoramento da previsão numérica de tempo no CPTEC	DD	Cachoeira Paulista
9.11.1	Aprimoramento dos processos físicos do MCGA/CPTEC para previsão de tempo e clima sazonal	DB	Cachoeira Paulista
10.1.1	Ferramenta para estimativa de emissões líquidas de gases de efeito estufa em biomas brasileiros (INPE-EM)	DB	São José dos Campos
10.2.1	Avaliação de indicadores de risco para a segurança alimentar no Cerrado e Caatinga	DB	São José dos Campos
10.3.1	Desenvolvimento de funcionalidades e incorporação de indicadores na Plataforma AdaptaBrasil	DA	São José dos Campos
10.4.1	Disseminação do Conhecimento, Arte e Cultura Espacial	DA	São José dos Campos
10.5.1	Plataforma de integração de dados e trabalhos ambientais	DD	Cachoeira Paulista

1.2 – Do detalhamento dos projetos:

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

2 – Cronograma

FASES	DATA
Inscrições	de 24/08 a 29/08/2021
Prazo para impugnação da Chamada	25/08/2021
Divulgação preliminar das inscrições homologadas	06/09/2021
Prazo para interposição de recurso administrativo das inscrições homologadas	08/09/2021
Divulgação final das inscrições homologadas	13/09/2021
Divulgação do resultado preliminar	A partir de 27/09/2021
Prazo para interposição de recurso administrativo do resultado preliminar	02 dias úteis após a divulgação do resultado preliminar
Resultado final (a ser ratificado pelo CNPq após indicação do bolsista na plataforma integrada Carlos Chagas)	Até dia 04/10/2021

3 – Critérios de Elegibilidade

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

3.2 – Quanto ao Proponente:

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

3.2.1.1 – Bolsa PCI-D

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

3.2.1.2 - Bolsa PCI-E

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

3.3 – Quanto à Instituição de Execução do Projeto:

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

INPE – São José dos Campos (SP) - SEDE

Av. dos Astronautas, 1758 – Jardim da Granja

CNPJ: 01.263.896/0005-98

Caixa Postal: 515

CEP: 12227-010

INPE Cachoeira Paulista (SP)

Rodovia Presidente Dutra, km 40 SP/RJ

CNPJ: 01.263.896/0016-40

Caixa Postal: 01

CEP: 12630-970

INPE Santa Maria (RS)

Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais (RS) - CRCRS

Campus da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM

Caixa Postal: 5021

CEP: 97105-970 Santa Maria, RS

Prédio INPE

INPE Natal (RN)

Centro Regional do Nordeste - CRCRN

Rua Carlos Serrano, 2073 - Lagoa Nova

CNPJ: 01.263.896/0007-50

CEP: 59076-740

INPE Eusébio (CE)

Centro Regional do Nordeste - CRCRN

Estrado do Fio, 5624-6140 – Mangabeira

CEP: 61760-000

4 – 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\$ 3.161.600,00 (três milhões, cento e sessenta e um mil e seiscentos reais), oriundos do orçamento do Ministério da Ciência Tecnologia, Inovações - MCTI.

5 – Itens Financiáveis

5.1 – Bolsas

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

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

6 – Submissão da Proposta

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

7 – Julgamento

7.1 – Critérios do Julgamento

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

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

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

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

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

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

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

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

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

7.2 – Etapas do Julgamento

7.2.1 – Etapa I – Análise pela Comissão de Pré-enquadramento

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

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

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

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

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

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

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

a) aprovação; ou

b) não aprovação.

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

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

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

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

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

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

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

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

8 – Resultado Preliminar do Julgamento

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

9 – Recursos Administrativos

9.1 – Recurso Administrativo do Resultado Preliminar do Julgamento

9.1.1 – Caso o proponente tenha justificativa para contestar o resultado preliminar do julgamento, poderá apresentar recurso em formulário eletrônico específico, disponível no endereço <http://www.inpe.br/pci/arquivos/formulario-de-Recurso.pdf>, no prazo de 02 (dois) dias úteis a partir da publicação do resultado na página do INPE.

10 – Resultado Final do Julgamento pela Diretoria

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

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

11 – Comissão de Enquadramento

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

12 – Execução das Propostas Aprovadas

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

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

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

13 – Da Avaliação

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

14 – Impugnação da Chamada

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

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

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

15 – Validade da Chamada Pública e Projetos

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

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

16 – Disposições Gerais

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

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

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

São José dos Campos, 23 de agosto de 2021.

Clézio Marcos de Nardin
Diretor do INPE



Documento assinado eletronicamente por **Clezio Marcos De Nardin, Diretor do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**, em 23/08/2021, às 10:14 (horário oficial de Brasília), com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <http://sei.mctic.gov.br/verifica.html>, informando o código verificador **8031851** e o código CRC **4B2BF89A**.

Anexo I
do Edital
Nº 19/2021



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

Subprojeto 1.1: Criação do Catálogo de Informações Geoespaciais do Programa Base de Informações Georreferenciadas (BIG)

1.1.1 – Introdução

A Base de Informações Georreferenciadas (BIG) é uma plataforma computacional de alto desempenho para gerenciamento, integração, processamento e disponibilização de dados geoespaciais, bem como para apoiar o desenvolvimento e criação conjunta de novas aplicações e produtos sobre o sistema terrestre. É o principal produto do Programa Base de Informações Georreferenciadas, encomendado ao INPE pelo MCTI.

Considerando a atuação do INPE nas áreas espacial e do ambiente terrestre, com atividades que vão desde a construção de satélites, operação e geração de imagens de sensoriamento remoto da Terra, geração de dados de previsões numéricas de tempo, de clima, ambientais, oceânicas até a produção de mapeamentos temáticos sobre desmatamento, a BIG deve ser construída de maneira incremental, par e passo, com a infraestrutura de tecnologia da informação (TI) necessária para suportá-la.

Para a construção dessa plataforma, uma atividade fundamental é o levantamento do conjunto de dados geoespaciais que podem fazer parte da BIG, sua organização em um repositório organizado dos seus metadados [1], descritos de acordo com os padrões de metadados geoespaciais adotados pela comunidade de geoinformação, sensoriamento remoto e meteorologia, de forma que seja possível a descoberta e acesso ao acervo de dados da BIG.

Este subprojeto visa abordar essa atividade, considerando a diversidade dos conjuntos de dados espaciais a serem usados incorporados e harmonizando os padrões de metadados e criando a possibilidade de sua integração através de Interfaces Programáticas de Programação.

Além das imagens de sensoriamento remoto da superfície, geradas pelos sistemas de recepção e geração de imagens do INPE, e produtos delas derivados, outros dados de interesse para a BIG existem no INPE.

Os dados gerados pelos modelos numéricos de previsão de tempo, clima, ambientais, ondas, por exemplo, possuem um número grande de variáveis. Por vezes, novos campos são adicionados ou retirados, sofrem modificações em grades ou tempo de previsão ou são descontinuados. Tais informações são cruciais para o uso dos dados e encontram-se, atualmente, dispersas no conhecimento tácito de funcionários ou em documentos dispersos.

Outro exemplo de fontes de dados que são importantes para a BIG é o denominado “*Projeto integrador do DIIAV para mudanças ambientais*”, que tem como objetivo desenvolver estudos ambientais e socioeconômicos com base em três grandes eixos estruturantes: Sistemas de Observação, Modelagem e Diagnósticos e Cenários, objetivando responder problemas transversais, como os de segurança hídrica, alimentar e energética do Brasil.

Este subprojeto consta no Projeto 1 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE. Além disso, está relacionado ao Termo de Abertura de Projeto – TAP “Protótipo do portal BIG no INPE”, descrito no processo SEI 01340.003548/2021-56.

1.1.2 - Objetivo Geral



O **objetivo geral** do subprojeto é construir um catálogo de dados geoespaciais do INPE que serão usados na implantação da plataforma Base de Informações Georreferenciadas do INPE, a partir de fontes de dados distintas como dados de imagens, resultados de modelos numéricos, e outros dados produzidos por projetos integradores.

Esse objetivo geral está vinculado ao objetivo geral do Projeto 1 do Programa PCI, relacionado ao "*desenvolvimento e aplicações em sensoriamento remoto, processamento digital de imagens e geoprocessamento referentes aos ecossistemas continentais e marinhos do território nacional*". Mais especificamente, está alinhado ao objetivo específico 3 desse projeto que pretende "*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*".

Os objetivos específicos do subprojeto são:

- **Objetivo Específico 1:** Ter um levantamento inicial de um conjunto de dados geoespaciais existentes na Coordenação-Geral de Ciências da Terra do INPE e que são de interesse para integrar a BIG
 - Realizar inventário dos dados de sensoriamento remoto da atmosfera e de dados observados, na área de meteorologia e modelagem numérica
 - Levantamento de dados hospedados pela DIIAV informações científicas relacionadas, integrando as diferentes abordagens de pesquisa e de disseminação da informação.
- **Objetivo Específico 2:** Ter um banco de dados de metadados que permita a catalogação do conjunto de dados, de acordo com os padrões do Perfil Brasileiro de Metadados, quando aplicável [2]
 - Implementar scripts para produzir os metadados dos dados inventariados;
 - Realizar testes para validar a performance e a integridade dos metadados;
 - Implementar scripts de inserção de dados
- **Objetivo Específico 3:** Mapeamento dos usuários aos diferentes conjuntos de dados, traçando perfil de acesso para cada conjunto de dados.
- **Objetivo Específico 4:** Ter um serviço de catálogo, usando ferramentas de software livre para expor o banco de metadados através de interfaces de programação, usando especificações abertas como o Spatio Temporal Asset Catalog (STAC) [3] para imagens ou Catalog Web Service (CSW) [4] para outros tipos de dados.

1.1.3 - Insumos

1.1.3.1 – Custeio

1.1.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
1.1.1	Profissional formado em Tecnologia da Informação 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.		2 e 4	DB	3	1
1.1.2	Profissional formado em Tecnologia da Informação, Geociências ou áreas afins, com 5 (cinco) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação após a obtenção do diploma de nível superior ou com grau de mestre.		1	DC	3	1
1.1.3	Profissional formado em Tecnologia da Informação, Meteorologia, Geociências ou áreas afins, com diploma de nível superior e experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação	Tecnologia da Informação / Meteorologia/Geociências	1, 2	DD	3	1

1.1.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
1- Fazer o levantamento dos dados geoespaciais disponíveis	1	Relatório com a lista dos dados geoespaciais e seus metadados			Ter pelo menos 10 conjunto de dados documentados		
2- Projetar e desenvolver o banco de dados de metadados	2, 3	Projeto conceitual e lógico do banco de dados do metadados			Ter pelo menos 10 conjunto metadados inseridos no banco de dados		
3- Implantar o serviço de catálogo	4	Serviço de catálogo implementado e documentado			Ter o serviço rodando em servidor do INPE		

1.1.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre									
	2019		2020		2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1- Fazer o levantamento dos dados geoespaciais disponíveis						X				
2- Projetar e desenvolver o banco de dados de metadados						X				
3- Implantar o serviço de catálogo						X				

1.1.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Serviço de catálogo acessível via <i>Application Interface Program</i> (API)	1, 2, 3, 4	Interfaces de acesso disponíveis e publicadas			Ter pelo menos 1 interface de acesso ao catálogo (API), publicada		

1.1.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Disponibilização de um serviço de catálogos de dados BIG	1, 2 e 3	Conjunto de dados disponibilizados para descoberta e acesso via API provida pelo serviço de catálogo			Pelo menos 10 conjunto de dados geoespaciais disponibilizados, via serviço de catálogo		

1.1.8 - 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	3	1	12.280,00
	C	3.380,00	3	1	10.140,00
	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\$)					31.000,00

1.1.9 - Equipe do Projeto

Lubia Vinhas
Gilberto Ribeiro de Queiroz
Luiz Eduardo Pinheiro Maurano
Renato Galante Negri
Leandro Guarino
Alex Fernandes
Eduardo Barbosa
Izabelly Costa
André Rodrigues Gonçalves
Celso von Randow
Enio Bueno Pereira
Pedro Ribeiro de Andrade Neto
Rodrigo Santos Costa

1.1.10 – Referências Bibliográficas

[1] GUPTILL, S. C. Metadata and data catalogues. *Geographical Information Systems*, v. 2, p. 677–692, 1999.

[2] COMITÊ DE ESTRUTURAÇÃO DE METADADOS GEOESPACIAIS - CEMG. Perfil de metadados geoespaciais do Brasil: perfil MGB. [S.l.]: COMCAR, 2009.

[3] RADIANT EARTH FOUNDATION. *SpatioTemporal asset catalog*. set. 2019. Disponível em: <<https://stacspec.org/>>.

[4] OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM. OGC Catalogue Services 3.0 - General Model. 2016. Disponível em: <<http://docs.opengeospatial.org/is/12-176r7/12-176r7.html>>.



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

Subprojeto 1.2: Sistemas de Gestão do Repositório de Dados das Missões Sentinel 1, 2 e 3 do Programa Base de Informações Georreferenciadas (BIG)

1.2.1 – Introdução

O Programa Copernicus é um programa coordenado e gerido pela Comissão Europeia em parceria com a Agência Espacial Europeia (ESA), os Estados-Membros da União Europeia (UE) e outras agências da UE, para desenvolver serviços de informação baseados na observação da Terra por satélite. O programa é servido por uma família de satélites chamados Sentinel, para adquirir dados sobre vários aspectos do sistema terrestre. Esses dados são adquiridos globalmente e distribuídos seguindo uma política de acesso livre, sem custos ou restrições de uso.

Os dados Sentinel são considerados pelas comunidades de sensoriamento remoto e meteorologia como o estado da arte em observação da Terra, tanto pela completude das observações e a diversidade de sensores, quanto por sua qualidade quanto a resolução espacial, temporal e espectral, e pela estratégia de longo prazo dos diversos satélites planejados. Atualmente estão em voo os satélites 1, 2 e 3 da série [1].

No contexto de ampliar a oferta de dados satelitários para uso em aplicações relacionadas a compreensão do sistema terrestre, o Programa Base de Informações Georreferenciadas (BIG) vem trabalhando para construção e implantação, no INPE, de um sítio espelho de dados das missões Sentinel. Essa atividade fará a transferência das imagens Sentinel do hub internacional e seu arquivamento no INPE, para a partir desse repositório, fazer a disseminação das imagens dos satélites Sentinel-1, Sentinel-2 e Sentinel-3, sobre a extensão do território brasileiro incluindo a Amazônia Azul para a comunidade brasileira.

Essa atividade é amparada também no Arranjo de Cooperação assinado entre o MCTI e a Comunidade Europeia, na área de acesso e utilização de dados dos satélites Sentinel, onde ambos os lados esperam promover atividades de cooperação na área de acesso dados e utilização dos dados do Sentinel, com as agências encarregadas das operações dos satélites Sentinel e dos satélites do Governo brasileiro [2].

Para a implementação do site espelho, será utilizado um sistema de software chamado Data Hub Software (DHuS) [3], porém a existe a necessidade de customizar e configurar o sistema para rodar no ambiente do INPE, e de acordo com o cenário de operação desejado pelo INPE, a fim de fazer a correta sincronização entre os dados do espelho europeu e o sítio do INPE. Este subprojeto trata dessas atividades.

Este subprojeto consta no Projeto 1 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE. Está relacionado ao Termo de Abertura de Projeto – TAP “Implantação do Sentinel INPE Mirror Data Site”, descrito no projeto SEI 01340.003546/2021-67.

1.2.2 - Objetivo Geral

O **objetivo geral** do subprojeto é customizar e configurar o sistema de espelhamento e disseminação dos produtos de dados Sentinel para atender aplicações estratégicas



do INPE que necessitam desses dados. Além disso, deverá ser criada uma prova de conceito sobre o uso da tecnologia de computação interativa Jupyter Notebook integrada ao sítio espelho de dados Sentinel do INPE.

Esse objetivo geral está vinculado ao objetivo geral do Projeto 1 do Programa PCI: "*desenvolvimento e aplicações em sensoriamento remoto, processamento digital de imagens e geoprocessamento referentes aos ecossistemas continentais e marinhos do território nacional*". Mais especificamente, está alinhado ao objetivo específico 3 desse projeto que pretende "*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 e tomadores de decisão do setor*".

Os objetivos específicos do subprojeto são:

Objetivo Específico 1: fazer a customização do sistema DHuS para atender as demandas do site espelho de dados do INPE;

Objetivo Específico 2: implantar a versão customizado do sistema DHuS no ambiente do INPE;

Objetivo Específico 3: estudar e implementar uma *prova de conceito*, da viabilidade de se acessar o site espelho de dados do INPE, usando a tecnologia Jupyter Notebook de computação interativa [4], para acesso e uso dos dados do site espelho.

1.2.3 - Insumos

1.2.3.1 – Custeio

Não são solicitados recursos de custeio para esse subprojeto.

1.2.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
1.2.1	Profissional formado em Tecnologia da Informação 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.		1, 2	DB	3	1
1.2.2	Profissional formado em Tecnologia da Informação ou áreas afins, com 5 (cinco) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação após a obtenção do diploma de nível superior ou com grau de mestre.		2, 3	DC	3	1

1.2.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
1. Fazer a customização do sistema DHuS	1	Relatório sobre as ações de customização do sistema			Ter 1 Relatório entregue e aprovado		
2. Implantar a versão personalizada do sistema DHuS	2	Sistema de espelhamento rodando em versão pré-operacional.			Ter 1 ponto de acesso ao Site espelho em versão pré-operacional		
3. Desenvolver a prova de conceito do uso da tecnologia Jupyter Notebook para acessar o sistema espelho de dados do INPE	3	Relatório sobre a integração do site espelho com a tecnologia Jupyter Notebook			Ter 1 Jupyter Notebook <i>sandbox</i> rodando a partir do site do INPE		

1.2.5 – Cronograma de Atividades



Atividades	Semestre									
	2019		2020		2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1. Fazer a customização do sistema DHuS						X				
2. Implantar a versão customizada do sistema DHuS						X				
3. Desenvolver a prova de conceito do uso da tecnologia Jupyter Notebook para acessar o sistema espelho de dados do INPE						X				

1.2.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
1. Versão customizada do software DHuS	1 e 2	Portal de entrada do Sítio Espelho em versão pré-operacional			Ter 1 ponto de entrada ao site espelho do INPE em versão pré-operacional		
2. Prova de conceito do uso da tecnologia Jupyter Notebook para acesso ao site espelho	3	Ambiente teste (<i>sandbox</i>), como para avaliação da prova de conceito			Ter 1 ponto de entrada ao <i>sandbox</i>		

1.2.7 – Resultados Esperados



Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
1. Acesso personalizado aos dados Sentinel para a comunidade brasileira	1 e 2	Portal de entrada do Sítio Espelho em versão pré-operacional			Ter 1 ponto de entrada ao site espelho do INPE em versão pré-operacional		
2. Maior domínio da tecnologia de computação interativa, para trabalhar com repositórios de imagens	3	Ambiente teste (<i>sandbox</i>), como para avaliação da prova de conceito			Ter 1 ponto de entrada ao <i>sandbox</i>		

1.2.8 - Recursos Solicitados

Custeio:

Não são solicitados recursos de custeio para esse subprojeto.

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Mese s	Quantida de	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00	3	1	12.480,00
	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\$)					22.620,00

1.2.9 - Equipe do Projeto

Lubia Vinhas

Gilberto Ribeiro de Queiroz

Ivan Marcio Barbosa

Luiz Eduardo Pinheiro Maurano

Renato Galante Negri

Sidnei Sant'Anna

Fabio Furlan

1.2.10 - Referências Bibliográficas

[1] EUROPEAN SPACE AGENCY. *Sentinel Overview*. 2021. Disponível em: <<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions>>. Acesso em: 10 de ago. de 2021.

[2] Arranjo de Cooperação entre o MCTI e a UE. 2021 Disponível em: <http://www.inpe.br/institucional/sobre_inpe/relacoes_institucionais/arquivos/arranjoDeCoperacao.zip>. Acesso em: 10 de ago. de 2021.

[3] Data Hub Software. 2021. Disponível em: <<https://sentineldatahub.github.io/DataHubSystem/>>. Acesso em: 10 de ago. de 2021

[4] KLUYVER, T.; RAGAN-KELLEY, B.; PÉREZ, F.; GRANGER, B.;BUSSONNIER, M.; FREDERIC, J.; KELLEY, K.; HAMRICK, J.; GROUT, J.;CORLAY, S.; IVANOV, P.; AVILA, D.; ABDALLA, S.; WILLING, C.; TEAM, J.development. Jupyter notebooks - a publishing format for reproducible computational workflows. In: LOIZIDES F.; SCMIDT, B. E. (Ed.) *Positioning and power in academic publishing: players, agents and agendas*. [S.l.]:IOS Press, 2016. p. 87–90.



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

1.3.1 – Introdução

Este subprojeto consta no Projeto “PESQUISA E DESENVOLVIMENTOS COM BASE EM DADOS DE SENSORIAMENTO REMOTO APLICADOS À CARACTERIZAÇÃO E MONITORAMENTO DE ECOSSISTEMAS DO TERRITÓRIO NACIONAL” do Programa de Capacitação Institucional (PCI) **2019-2023**, número 444327/2018-5.

Este subprojeto se insere no seguinte contexto: Devido à crise da quantidade e qualidade da água que se observa em várias regiões do mundo, inclusive no Brasil, o monitoramento das águas continentais, essenciais ao abastecimento público e à provisão de serviços ecossistêmicos essenciais à vida, torna-se imperativo. Com o objetivo de ampliar a capacidade de monitoramento sistemático de água continentais foi criado em 2013 o Laboratório de Instrumentação de Sistemas Aquáticos (LabISA), por um grupo de pesquisadores da Coordenação de Observação da Terra (OBT/INPE). Dentro deste contexto, foi adquirido um conjunto de equipamentos para realizar medidas ópticas e limnológicas em ambientes aquáticos, utilizando recursos de projetos de pesquisa fomentados por FAPESP, CNPq, ANEEL/FURNAS e BNDES. Mais de 20 campanhas de campo foram realizadas em reservatórios nacionais (Funil, Ibitinga, Itaipu, Três Marias, Tucuruí, Orós) e também em lagos no Pantanal e na planície de inundação amazônica, resultando em um conjunto de dados com mais de 1400 pontos amostrais. Esses dados in-situ dão suporte à construção de algoritmos, que aplicados em imagens de satélite, permitem recuperar informações sobre parâmetros de qualidade de água. Atualmente, com a extensa base de dados e conhecimentos adquiridos ao longo de seu desenvolvimento, o LabISA visa empregar dados ópticos e limnológicos de qualidade da água obtidas in-situ, juntamente com imagens orbitais para o desenvolvimento de um sistema de classificação e monitoramento de águas interiores (MAPAQUALI), cuja a meta é disponibilizar produtos (mapas e séries históricas) de qualidade de água de reservatórios, lagos e rios de diversos biomas brasileiros. As atividades deste subprojeto visam organizar, processar e desenvolver os algoritmos que posteriormente serão integrados ao MAPAQUALI.

1.3.2 - Objetivo Geral

O objetivo geral deste subprojeto é fomentar pesquisas para análise ambiental dos ecossistemas aquáticos continentais brasileiros, e seus impactos em mudanças globais e na sociedade.

Os objetivos Específicos são:

- 1- Integração dos algoritmos ao sistema MAPAQUALI e desenvolvimento de ambiente WEB para visualização de séries históricas de parâmetros de qualidade da água, visando a detecção da dinâmica de floração de algas, do estado trófico e de transporte de sedimentos para a represa Billings.

1.3.3 - Insumos

1.3.3.1 – Custeio

1.3.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
1.3.1	Profissional com diploma de nível superior em computação ou áreas afins e experiência em programação científica, e projetos tecnológicos ou de inovação.	Experiência em processamento de dados científicos e programação em linguagem Python	1	D-D	3	1

1.3.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas
			Novembro 2021 Janeiro 2022
Adequação e integração dos algoritmos as imagens de satélite e desenvolvimento da versão 1 do ambiente WEB para visualização de séries históricas de parâmetros de qualidade da água para a represa Billings	1	- Algoritmos empírico e semi-analítico calibrados, para estimativa de parâmetro de qualidade da água para a represa Billings. Versão 1 do ambiente WEB de visualização	- Integração dos algoritmos ao sistema de dados MAPAQUALI e versão 1 do ambiente WEB de visualização para dados da represa Billings.

1..3.5 – Cronograma de Atividades



Atividades	Novembro 2021 Janeiro 2022
Integração dos algoritmos ao MAPAQUALI para a represa Billings.	
-Integração dos algoritmos para a represa Billings ao sistema de monitoramento MAPAQUALI e desenvolvimento da versão 1 de ambiente de visualização WEB	

1.3.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas
			Novembro 2021 a Janeiro 2022
Sistema MAPAQUALI com algoritmos integrados e versão 1 do ambiente WEB para visualização de séries históricas de parâmetros de qualidade da água para a represa Billings.	1	Ambiente WEB para visualização de séries históricas	Integração de algoritmos ao sistema MAPAQUALI e desenvolvimento da versão 1 do ambiente WEB para visualização de séries históricas de parâmetros de qualidade da água, detecção da dinâmica de floração de algas para a represa Billings.

1.3.7 – Resultados Esperados



Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas
			Novembro 2021 a Janeiro 2022
Sistema MAPAQUALI com integração dos algoritmos ao e versão 1 do ambiente WEB para represa Billings	1	- Versão 1 do ambiente WEB	Algoritmos para a represa Billings integrados ao MAPAQUALI e versão 1 do ambiente WEB de visualização

1.3.8 - Recursos Solicitados

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	3	2.860,00	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

1.3.9 - Equipe do Projeto

Claudio Clemente Faria Barbosa, Evlyn Novo, Felipe Lobo, Vitor Souza Martins, Daniel Andrade Maciel, Rogerio Flores Júnior

1.3.10 - Referências Bibliográficas



Projeto 7: Centros Regionais do INPE

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

7.1.1 – Introdução

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

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

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

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

7.1.2 - Objetivo Geral

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

Objetivo Específico 1:

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

Objetivo Específico 2:

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



Objetivo Específico 3:

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

7.1.3 - Insumos

7.1.3.1 – Custeio

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

7.1.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
7.1.1	Profissional com 5 (cinco) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação após a obtenção do diploma de nível superior na área de Geociências ou afins ou com grau de mestre	Conhecimentos em Sistema de Informação Geográfica, Banco de dados e interpretação de imagens de satélite	1, 2 e 3	D-C	3	1

7.1.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			Nov/21	Dez/21	Jan/22
			Pesquisar e Estabelecer rotinas de processamento de dados do DETER-B no monitoramento da cobertura florestal	1	Rotinas pesquisadas
Testar a metodologia de monitoramento da cobertura florestal	1, 2, 3	Número de testes realizados para consolidação da metodologia			Realização de 1 teste para Amz Legal

7.1.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	2021/2022		
	Nov	Dez	Jan



Pesquisar e Estabelecer rotinas de processamento de dados do DETER-B no monitoramento da cobertura florestal			
Testar a metodologia de monitoramento da cobertura florestal			

7.1.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Nov/21	Dez/21	Jan/22
Desenvolvimento metodológico para detecção de classes DETER-B de forma mais automatizada	1, 2, 3	Artigo científico (estruturação)			1
Mapas das áreas de degradação na Amazônia Legal Brasileira	1, 2, 3	Número de mapas disponibilizados às instituições de fiscalização			1

7.1.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	METAS		
			Nov/21	Dez/21	Jan/22
Geração de Mapas das classes do projeto DETER-B	1, 2, 3	Validação dos dados gerados por instituições de fiscalização			1

7.1.8 - Recursos Solicitados

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

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00			
	C	3.380,00	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

7.1.9 - Equipe do Projeto

Dra. Alessandra Rodrigues Gomes
Dr. Marcos Adami
Dr. Claudio Aparecido de Almeida
MSc. Luis Eduardo Pinheiro Maurano

7.1.10 - Referências Bibliográficas

DINIZ, C.G. ; SOUZA, A.A.A. ; SANTOS, D.C. ; DIAS, M.c. ; LUZ, N.C. ; MORAES, D.R.V. ; MAIA, J.S. ; **GOMES, A.R.** ; NARVAES, I. S. ; VALERIANO, D.M. ; MAURANO, L.E.P. ; ADAMI, M. . DETER-B: The New Amazon Near Real-Time Deforestation Detection System. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, v. 8, p. 3619-3628, 2015.

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

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

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



Projeto 7: Centro Regionais do INPE

Subprojeto 7.2: Análise e Implementação de Dados SAR para o Projeto DETER em Áreas-piloto na Amazônia

7.2.1 – Introdução

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

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

Sensores operantes na faixa espectral do óptico possuem limitações para realizar o mapeamento em regiões com cobertura intensa de nuvens e em período de chuvas (novembro e março). Portanto o radar é, comprovadamente, uma opção, já que independe das condições atmosféricas, além de ser o único sensor remoto com penetrabilidade no dossel vegetal, o que permite discriminar alvos no terreno com base nas diferenças de suas propriedades dielétricas (conteúdo de água nos solos e nas plantas) e geométricas (rugosidade do terreno e estrutura da vegetação) (Raney, 1998; Paradella et al., 2005).

Testes com imagens SAR (*Synthetic Aperture Radar*), já foram realizados em áreas-teste no contexto DETER AMAZÔNIA, cujos resultados iniciais apresentaram bom potencial para a discriminação das classes Desmatamento por Corte Raso (CR) e Degradação (DE).

Nesse contexto, o desenvolvimento deste projeto PCI permitirá, além da manutenção dos compromissos institucionais, melhorias quanto ao monitoramento e controle do desflorestamento ilegal na Amazônia Brasileira, demonstrando a importância da identificação e emissões de alertas não somente nas áreas não observadas na região.

7.2.2 - Objetivo Geral

Desenvolvimento e testes metodológicos complementares ao Projeto DETER AMAZÔNIA, partir de técnicas de automatização apropriadas aos produtos de radar SAR na banda C, a fim de mapear as classes de alteração da cobertura florestal detectáveis, principalmente em áreas não observadas, devido a cobertura de nuvens.



Objetivo Específico 1:

- Desenvolver um conjunto de procedimentos metodológicos para o mapeamento automático das alterações na cobertura florestal, com foco nas classes de desmatamento e degradação, para áreas-piloto no Bioma Amazônia, com o uso de imagens SAR na banda C do sensor Sentinel-1.

Objetivo Específico 2:

- Expandir a rotina criada para áreas-piloto no Bioma Amazônia, na tentativa de avaliar e adequá-la aos diferentes padrões de degradação florestal encontrados.

Objetivo Específico 3:

- Estimar áreas de perda florestal nas áreas-piloto no Bioma Amazônia, principalmente no período de inverno amazônico (estação chuvosa).

7.2.3 - Insumos

7.2.3.1 - Custeio

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Trabalho de campo	30 diárias	9.600,00
Eventos, capacitação	Passagens	10.000,00

7.2.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
7.2.1	Profissional com 5 (cinco) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação após a obtenção do diploma de nível superior na área de Geociências ou afins ou com grau de mestre	Conhecimentos em Sistema de Informação Geográfica, Banco de dados e interpretação de imagens de satélite óticas e de radar	1, 2 e 3	D-C	3	1

7.2.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Nov/21	Dez/21	Jan/22
			Análise das áreas piloto	Análise das áreas piloto	
Definição de áreas-piloto no Bioma Amazônia para aplicação de metodologia	1	Relatório técnico-científico			
Testes e ajustes metodológicos de detecção de classes de desmatamento e degradação florestal com a utilização de imagens SAR	1,2	Número de testes realizados para avaliação da metodologia			Realizar avaliação da metodologia para áreas-piloto

7.2.5 – Cronogramas de Atividades

Atividades	2021/2022		
	1	2	3
Desenvolvimento do conjunto de procedimentos metodológicos			
Testes e ajustes de metodologias para áreas-piloto			

7.2.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			Nov/21	Dez/21	Jan/22
Metodologia automatizada de classificação das classes corte raso e degradação, em imagens de radar SAR na banda C, complementar ao Projeto DETER	1,2,3	Relatório técnico-científico		1	

Documentos para consulta sobre monitoramento da cobertura florestal com base em imagens de radar	1,2,3	Elaboração de Artigo científico			1
--	-------	---------------------------------	--	--	---

*números que consideram os 9 estados da Amazônia Legal: Amazonas, Amapá, Acre, Mato Grosso, Maranhão, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins. Pode variar de acordo com a definição das áreas piloto.

7.2.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	2021/2022		
			Nov/21	Dez/21	Jan/22
Definição de rotinas automatizadas para a detecção das classes corte raso e degradação do Projeto DETER	1,2,3	Esboço de Artigo científico			1
Geração de mapas das áreas classificadas no contexto DETER	1,2,3	Validação dos dados gerados por instituições de fiscalização, trabalho de campo ou imagens diversas			1

7.2.8 - Recursos Solicitados

Custeio	Valor (R\$)
Diárias	R\$ 9.600,00
Passagens	R\$ 10.000,00
Total (R\$)	R\$ 19.600,00

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00			
	C	3.380,00	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\$)					R\$ 10.140,00

7.2.9 - Equipe do Projeto

Dra. Alessandra Rodrigues Gomes

Dr. Marcos Adami

Dr. Claudio Aparecido de Almeida

MSc. Luis Eduardo Maurano

7.2.10 - Referências Bibliográficas

DINIZ, C.G; SOUZA, A.A.A.; SANTOS, D.C.; DIAS, M.C.; LUZ, N.C.; MORAES, D.R.V.; MAIA, J.S.; GOMES, A.R.; NARVAES, I.S.; VALERIANO, D.M.; MAURANO, L.P.E.; ADAMI, M.. DETER-B: The New Amazon Near Real-Time Deforestation Detection System. IEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, v. 8, p. 3619-3628, 2015.

ESACADA, M.I.S.; MAURANO, L.E.; RENNÓ, C. Dom; AMARAL, S.; VALERIANO, D.M., 2011. Avaliação de dados dos Sistemas de Alerta da Amazônia: DETER e SAD. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15. (SBSR), Curitiba. Anais.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2008. Monitoramento da cobertura florestal da Amazônia por Satélites. Sistemas PRODES, DETER, DEGRAD e QUEIMADAS. Disponível em: http://www.obt.inpe.br/prodes/Relatório_Prodes2008.pdf>

PARADELLA, W.R.; SANTOS, A.R.; VENEZIANI, P.; CUNHA, E.S.P. Radares imageadores nas Geociências: estado da arte e perspectivas. Revista Brasileira de Cartografia, v. 57, n. 1, p. 56-62, 2005.



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

RANEY, R.K. Radar fundamentals: technical perspective. In: HENDERSON, F.M. & LEWIS, A.J. (Eds), Principles and Applications of Imaging Radar. Manual of Remote Sensing. Nova Iorque: John Wiley & Sons, 3ª ed., v. 2, Cap. 2, p. 9-130, 1998.



Projeto 7: Centros Regionais do INPE

Subprojeto 7.3: Projeto de Monitoramento de uso e cobertura da Terra de áreas desflorestadas da Amazônia Legal Brasileira - TerraClass

7.3.1 – Introdução

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

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

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

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

7.3.2 - Objetivo Geral

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

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



Objetivo Específico 2: Realização de pesquisa bibliográfica para definir e validar metodologia de mapeamento de uso e cobertura da terra das áreas de NF no Bioma Amazônia;

Objetivo Específico 3: Aplicação de metodologia para mapeamento de uso e cobertura da terra para áreas de NF no Bioma Amazônia para os anos de 1991, 2000, 2004, 2008, 2010, 2012 e 2014 (anos disponíveis do Projeto TerraClass).

7.3.3 - Insumos

7.3.3.1 – Custeio

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

7.3.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
7.3.1	Profissional com 5 (cinco) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação após a obtenção do diploma de nível superior na área de Geociências ou afins ou com grau de mestre	Conhecimentos em Sistema de Informação Geográfica, Banco de dados e interpretação de imagens de satélite	1, 2 e 3	D-C	3	1

7.3.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			Nov/21	Dez/21	Jan/22
			Identificar áreas de Não-Floresta (NF)	1	Relatórios
Validação dos testes metodológicos	2	Testes validados			Início dos testes de validação dos dados

7.3.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	2021/2022		
	Nov/21	Dez/21	Jan/22
	Identificar áreas de Não-Floresta (NF)		
Validação dos testes metodológicos			

7.3.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	2021/2022		
			Nov/21	Dez/21	Jan/22
Áreas NF identificadas	1	Relatórios gerados		1	
Testes metodológicos validados	2	Testes verificados e validados			1

* números que consideram os 9 Estados da Amazônia Legal: Amazonas, Amapá, Acre, Mato Grosso, Maranhão, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins. Considera-se, como produtos, relatórios por Estado da Amazônia Legal Brasileira.

7.3.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			Nov/21	Dez/21	Jan/22
Relatórios disponibilizados	1	Citações		1	
Testes metodológicos validados	2	Artigos			1

** - Considerando números de anos já mapeados pelo Projeto TerraClass (1991-2000-2004-2008-2010-2012-2014)

7.3.8 - Recursos Solicitados

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

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00			
	C	3.380,00	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

7.3.9 - Equipe do Projeto

Dra. Alessandra Rodrigues Gomes
 Dr. Marcos Adami
 Dr. Claudio Aparecido de Almeida
 MSc. Luis Eduardo Pinheiro Maurano

7.3.10 - Referências Bibliográficas

ALMEIDA, C.A. ; COUTINHO, A.C. ; ESQUERDO, J.C.D.M. ; ADAMI, M. ; VENTURIERI, A. ; DINIZ, C. G. ; DESSAY, N. ; DURIEUX, L.; GOMES, A.R. . High spatial resolution land use and land cover mapping of the Brazilian Legal Amazon in 2008 using Landsat-5/TM and MODIS data. Acta Amazonica (online), v. 46, p. 291-302, 2016.

ALMEIDA, C.A. ; SILVA, M. ; LOBO, F.L. ; PINHEIRO, T.F. ; [GOMES, A. R.](#) ; Costa, L.C. ; Escada, M.I.S. . TerraClass: classificação dos padrões de uso e cobertura da terra da Amazônia Legal. In: Thaise Emilio, Flavio Luizão. (Org.). Cenários para a Amazônia: clima, biodiversidade e uso da terra. 1ed. Manaus: Editora INPA, 2014, v. , p. 137-147.

BARROS, M. N. R. ; PINHEIRO, A. F. ; OLIVEIRA, A. H. M. ; LIMA, I. V. ; PINHO, B. C. P. ; SANTOS, L. B. ; COELHO, A. S. ; SADECK, L.W.R. ; GOMES, A. R. ; NARVAES, I. S. ; ADAMI, M. . Validação dos dados TerraClass para o município de Paragominas. In: XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 2017, Santos/SP. Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 2017.

DINIZ, C.G. ; GUIMARÃES, U S ; SADECK, L.W.R. ; [GOMES, A. R.](#) ; ALMEIDA, C.A. . Monitoramento de florestas tropicais utilizando sistema TerraAmazon - Estudo de caso: Costa Oeste do Gabão, África Central. In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2011, Curitiba. Anais XV SBSR, 2011. p. 2788-2795.

GOMES, A. R.; DINIZ, C.G. ; ALMEIDA, C.A. . Amazon Regional Center (INPE/CRA) action for Brazilian Amazon Forest: TerraClass and Capacity Building Projects. In:



G.Gerold, H F Jungkunst, K M Wantzen, R Schöenberg, R S S Amorim, E G Couto, B Madari, S Hohnwald. (Org.). Interdisciplinary Analysis and Modelling of Carbon-Optimized Land Management Strategies for Southern Amazonia. 1ed.Göttingen: Universitätsverlag Göttingen, 2013, v. 1, p. 101-107.

OLIVEIRA, A. H. M. ; ADAMI, M. ; GOMES, A. R. ; AMARAL, S. ; MARTORANO, L. G. ; NARVAES, I. S. ; BARROS, M. N. R. ; MACIEL, M. N. M. . Vulnerabilidade e integridade de padrões de uso e cobertura da terra na Área de Endemismo Tapajós entre 2004 a 2012. In: XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 2017, Santos/SP. Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 2017.



Projeto 9: Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos

Subprojeto 9.1: Desenvolvimento e implementação de infraestrutura web

9.1.1 – Introdução

Atualização e evolução da infraestrutura computacional da Coordenação de Infraestrutura de Dados e Supercomputação – COIDS, que fornece suporte às atividades de aquisição, armazenamento, processamento, disseminação de dados e imagens de satélites de sensoriamento remoto da superfície, sensoriamento remoto da atmosfera e de monitoramento de tempo e clima.

Este subprojeto consta no Projeto 09 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE.

Está relacionado ao Termo de Abertura de Projeto – TAP 01340.003547/2021-10 Na era digital de hoje, os dados são uma ferramenta essencial para o progresso científico, necessário para o desenvolvimento tecnológico e progresso econômico sustentável do país. Plataformas digitais podem ser definidas como um conjunto de recursos digitais - incluindo serviços e conteúdo - que permitem interações de agregação de valor entre produtores e consumidores de dados.

A Base de Informações Georreferenciadas (BIG) é uma plataforma computacional de alto desempenho para gerenciamento, integração, processamento e disponibilização de dados geoespaciais, bem como para apoiar o desenvolvimento e criação conjunta de novas aplicações e produtos sobre o sistema terrestre.

Este projeto contempla o desenvolvimento e a implantação de softwares com intuito da geração de produtos para a plataforma digital BIG e a atualização da infraestrutura de tecnologia da informação (TI) para suportar a prova de conceito dessa plataforma.

9.1.2 - Objetivo Geral

O Objetivo Geral deste projeto é aumentar a capacitação institucional em desenvolvimento de software e infraestrutura computacional na área de Supercomputação do INPE e, com isso, suportar a geração e divulgação de conhecimento científico e tecnológico para a sociedade em geral. A Coordenação de Infraestrutura de Dados e Supercomputação - COIDS - mantém sistemas computacionais de alto desempenho destinados à previsão numérica de



tempo, de clima e de variáveis ambientais e pesquisas correlatas. Também dá fornece recursos computacionais que apoiam o desenvolvimento de atividades com relação a processamento e programação de alto desempenho e a técnicas de otimização, vetorização e paralelização aplicadas aos modelos numéricos para previsão de tempo e clima. Para realização do objetivo geral citado é necessário o vínculo dos seguintes objetivos específicos:

Objetivo Específico:

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

Para alcançar os resultados devem ser abordados os seguintes itens:

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

OE2: Verificação de processos para melhorar a eficiência do sistema de acesso aos dados por parte dos usuários internos e externos

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

OE4: Execução de processos técnicos em ambiente do datacenter da COIDS para aprimorar o fluxo de dados.

9.1.3 – Insumos

9.1.3.1 – Custeio

Não se aplica

9.1.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
9.1.1	<p>Profissional com 7 (sete) anos de experiência após a obtenção do diploma de nível superior em computação ou áreas afins; ou com título de doutor; ou ainda, com grau de mestre há, no mínimo, 4 (quatro) anos.</p>	<p>O candidato deve possuir a seguinte</p> <p>Experiência/conhecimento:</p> <p>a) Experiência nas linguagens de programação: Python, PHP e Java;</p> <p>b) Experiência na metodologia ágil SCRUM;</p> <p>c) Experiência sistema Gerenciador de Banco de Dados PostgreSQL;</p> <p>d) Experiência sistema Gerenciador de Banco de Dados MySQL;</p> <p>e) Experiência com frameworks de desenvolvimento como Django, bootstrap, React, CSS, JavaScript e JQuery;</p> <p>f) Experiência em desenvolvimento de código baseado em testes;</p>	22	D-B	3	1



		g) Conhecimento no sistema de controle de versões GIT;				
--	--	--	--	--	--	--



9.1.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			2021	2022	2023
Analisar ferramentas e metodologias utilizadas pela comunidade na área de Tecnologia da Informação (TI) para ambientes de computação de alto desempenho.	OE1	Emissão de relatório com estatísticas da análise realizada	Adquirir conhecimento sobre a melhor ferramenta e metodologia a ser utilizada para o ambiente de computação de alto desempenho.		
Definir requisitos e identificar processos para atualização e/ou melhorias de execução ou performance.	OE2	Entrega de projeto para verificação com o PO (Product Owner) do projeto para implementação das melhorias identificadas	Identificar processos para atualização e/ou melhorias de execução ou performance		
Desenvolvimento e/ou atualização de ferramentas de manipulação, monitoramento e visualização de dados e geração de documentação. Todos os itens são relacionados a aplicação de monitoramento ou gerenciamento dos recursos computacionais para acesso dos usuários e fluxo de dados.	OE3, OE4	Implantação de melhoria de processo, aplicação de novas tecnologias e entrega de documentação.		Processo de fluxo de dados atualizado.	

9.1.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre									
	2021		2022		2023		2024		2025	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Analisar ferramentas e metodologias utilizadas pela comunidade na área de Tecnologia da Informação (TI) para ambientes de computação de alto desempenho.										
Definir requisitos e identificar processos para atualização e/ou melhorias de execução ou performance.										
Desenvolvimento e/ou atualização de ferramentas de manipulação, monitoramento e visualização de dados e geração de documentação.										

9.1.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2021	2022	2023	2024	2025	
Relatório	OE1	Relatório	Relatório de ferramentas com tecnologias e metodologias utilizadas pela comunidade de Tecnologia da Informação para ambientes de computação de alto desempenho.					
Documentação para identificação de requisitos	OE2	Documentação contendo os requisitos identificados.	Entrega de documentação contendo todos os requisitos necessários para desenvolver o projeto	Apresentação do projeto para o PO.				



Desenvolvimento e/ou atualização de ferramentas de manipulação, monitoramento e visualização de dados e geração de documentação.	OE3, OE4	Projeto para implantação.		Implantação de melhoria de processo, aplicação de novas tecnologias e entrega de documentação.			
--	----------	---------------------------	--	--	--	--	--

9.1.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2021	2022	2023	2024	2025
Relatório de ferramentas com tecnologias e metodologias utilizadas pela comunidade de Tecnologia da Informação	OE1	Relatório com Estatísticas.	Relatório de Tecnologias, metodologias que estão sendo utilizadas pela comunidade e qual será utilizada no projeto.				
Requisitos e identificar processos para atualização e/ou melhorias de execução ou performance	OE2	Documento de Requisitos.	Descrição dos requisitos do ambiente de computação de alto desempenho.	Entrega do Documento de Requisitos.			
Implantação de melhoria de processo, aplicação de novas tecnologias e entrega de documentação.	OE3, OE4	Documentação do projeto para execução e implantação.		Homologação da implantação de melhoria de processos, com aplicação de novas tecnologias e/ou atualização de ferramentas.			

9.1.8 - Recursos Solicitados

Bolsas:

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

9.1.9 - Equipe do Projeto

Ivan Márcio Barbosa
Diego Mota Siqueira
Sérgio de Paula Pereira
Luiz Henrique Ribeiro Coura Da Silva

9.1.10 - Referências Bibliográficas

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



Projeto 9: Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos

Subprojeto 9.2: Modelagem de radiação solar em alta resolução temporal e espacial por satélite

9.2.1 - Introdução

Este projeto visa fomentar pesquisas 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. O presente projeto está dividido em quatro etapas. Inicialmente, propõem-se compor a base de dados, empregando as anteriores e as novas tecnologias avançadas de sensores orbitais, em particular, dados do imageador ABI (Advanced Baseline Imager) a bordo do satélite GOES-16. O presente projeto é bastante amplo, porém para atender ao Edital, o estudo focará na primeira etapa, com foco no uso da série histórica de dados de radiação solar para analisar a qualidade e homogeneidade temporal dos dados.

O modelo operacional de irradiância solar global (conhecido como modelo GL, versão 1.2, Ceballos et al. 2004), utiliza informações do canal visível do satélite GOES e considera propriedades da superfície e da atmosfera praticamente constantes no tempo e no espaço. Este produto é diariamente divulgado através do <http://satelite.cptec.inpe.br/radiacao/>. Apesar de ser fisicamente similar a versão GL1.2 e utilizada para fins de pesquisa, a versão do modelo GL1.4 assume valores típicos de aerossol de “background”, variações espacial e temporal da reflectância da superfície, concentração de ozônio e vapor d'água (Porfírio, 2017). Os desenvolvimentos realizados até o momento permitem considerar a distribuição espacial e temporal de todas as componentes atmosféricas (incluindo aerossóis, ozônio, vapor d'água, nuvens e refletância da superfície) que interagem com a radiação solar. O imageador ABI (Advanced Baseline Imager) do GOES16, ao apresentar maior quantidade de canais do que a geração anterior (16 versus 5 canais espectrais) e a melhor resolução espacial e temporal, permite o monitoramento detalhado das variáveis citadas, as quais podem ser utilizadas como parâmetros de entrada nos modelos GL. Outro aspecto importante a ser mencionado é que o INPE é um “broadcast” do GOES-16 na América do Sul desde meados de 2019. Sendo assim, neste projeto pretende realizar análise da qualidade dos dados do GL1.4 e comparar com a versão anterior para um período curto de alguns anos.

O modelo GL produz diversos produtos, incluindo campos instantâneos, diários, mensais e séries históricas. Atualmente, o INPE 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. Sendo assim, reconstrução da série em arquivos únicos são essências para continuidade das demais etapas. Considerando a extensão e a composição dos dados por diferentes satélites, outro aspecto que o projeto prevê na segunda etapa é a análise de homogeneidade e da estabilidade. Este aspecto é relevante para que o produto do centro possa se referenciar mundial e, assim a radiação solar a superfície estima via satélite no INPE possa se tornar uma das variáveis climáticas regionais no âmbito do projeto GCOS da Organização Mundial de Meteorologia.

Na penúltima etapa, pretende-se ainda, realizar avaliação mais ampla com dados de radiação via satélite do CPTec, bem como realizar estudos de intercomparação com dados observacionais (INMET, SONDA e SOLRADNET). As informações geradas sobre a qualidade da série histórica é fundamental tanto para os usuários, como para atender as demandas do projeto GCOS/OMM. No INPE, estes dados visam a análise de modelos numéricos de tempo e clima, bem como base de



dados para inicialização de modelos. Neste sentido, os resultados gerados cooperam com o programa Comunitário do Sistema Terrestre Unificado. Adicionalmente, o amplo conjunto de dados tem o potencial de alimentar base de dados de multiplicações como exemplo, o programa BIG do INPE. 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 INPE utilizando novas tecnologias de sensores orbitais, em particular, dados do sensor ABI a bordo do satélite GOES-16. Especificamente, esta pesquisa visa apoiar os programas do CGCT (Modelo Comunitário do Sistema Terrestre Unificado e BIG) bem como atender os 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.

Objetivos Específicos do projeto

Objetivo Específico 1: Realizar estudos de avaliação das estimativas de radiação por satélite do modelo GL e com observacionais da superfície. Adicionalmente, realizar uma intercomparação entre as versões do modelo.

Objetivo Específico 2: Desenvolver e implementar novas modalidades do banco de dados do Sistema de Processamento de Dados de Radiação Solar (SPDRAD) da DSA, para fins de extração e intercomparação do modelos de estimativa das componentes de radiação via satélite do CPTEC, dados de redes de superfície e outras fonte de dados de radiação.

Objetivo Específico 3: 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 eventos		15.000,00

9.2.3.2 - Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
9.2.1	Formação em Física, Meteorologia, Computação, ou áreas afins, e experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação	Experiência em programação, tais como Fortran, Shell, Python, e sensoriamento remoto e manipulação de imagens de satélite, geoinformática	1,2, 3,	DD	3	1
9.2.2	Ensino médio e/ou formação/cursando profissionalizante em técnico de ciências da computação ou áreas afins com experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação	Experiência em programação	1 e 2	DF	3	1

9.2.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Novembro 2021	Dezembro 2021	Janeiro 2022
1 – Avaliar as estimativas de radiação solar via satélite do CPTEC (GL1.2) utilizando diferentes redes de observações à superfície.	1, 2, 3	Publicação de resultados Estatísticos sobre a qualidade dos dados de radiação solar do INPE.		Documentação da qualidade dos dados de radiação solar	Relatório dos resultados
2 – Distribuição espacial da RG versão GL1.4	1,2,3	Nota técnica do GL1.4	Levantamento dos dados do GL1.4	Intercomparar com a versão GL1.2	Redigir nota técnica sobre as diferentes versões do GL e as vantagens frente à qualidade dos dados

9.2.5 - Cronograma de Atividades

Atividades	Novembro 2021	Dezembro 2021	Janeiro 2022
1– Avaliar as estimativas de RadSol via satélite do CPTEC (GL1.2) 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	X	
1.3 - Documentar a qualidade dos dados de RadSol (GL1.2) do CPTEC			X
2 2 – Distribuição espacial da RG versão GL1.4			
2.1 – Organizar a base disponível de dados de radiação GL1.4	X		
2.2 – Determinar a variabilidade temporal e espacial de radiação solar global incidente à superfície sobre a MAS utilizando versão GL1.2 e GL1.4.		X	
2.3 - Redigir o relatório técnico sobre a versão GL1.4			X

9.2.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Novembro 2021	Dezembro 2021	Janeiro 2022
Mapas de RadSol	1	n. de mapas publicado por período.		Mapas de Intercomparação/ tendências	
Relatórios/Notas técnicas	1, 2 e 3	n. de relatórios por período		Doc. Qualidade dos dados de RadSol disponível no CPTEC.	Nota técnica das diferentes versões do GL (GL1.2 e GL1.4).

Serie Histórica de dados	1,2 e 3	Serie temporal processada/período	Publicar serie histórica versão		Documentação da série histórica do GL
--------------------------	---------	-----------------------------------	---------------------------------	--	---------------------------------------

9.2.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas
			2021-2022 (3 meses)
Produção Intelectual		N. relatórios N. artigos em revista e congresso N. Nota Técnicas	≥ 2 (relatório e ou nota técnica)
Capacitação Tecnológica		N. ferramentas de P&D	1 Algoritmo de validação organizado
Serie de dados		N de arquivos	70% da serie organizazada

9.2.8 - Recursos Solicitados

Custeio:

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

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	3	1	2.700,00
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					11.280,00

9.2.9 - Equipe do Projeto

Dra. Simone Sievert da Costa Coelho
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: Métodos de estimativa do vento a partir de satélites e seu uso em modelagem numérica do tempo

9.3.1 – Introdução

O vento estimado a partir do rastreamento das nuvens presentes nas imagens de satélites geo-estacionários, conhecidos como Cloud Drift Winds (CDW) ou Atmospheric Motion Vectors (AMV), estão entre os diversos dados meteorológicos utilizados na assimilação de dados em vários centros de previsão numérica de tempo, entre eles, o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE) (Machado et al., 2006). Além de utilizar tais dados, o CPTEC/INPE também produz AMVs operacionalmente a partir de imagens dos satélites da série GOES. Este procedimento é realizado desde o final da década de 90 (Machado e Ceballos, 2000) e estes dados são disseminados através da rede de distribuição de dados meteorológicos Global Telecommunication System (GTS).

Outras metodologias baseadas em medidas de sensores remotos também permitem estimar o vento na troposfera ou nas superfícies oceânica. Sobre os oceanos, os instrumentos do tipo escaterômetros permitem estimar o vento à superfície explorando as variações na rugosidade da superfície induzidas pela ação dos ventos. Esta metodologia é também uma importante fonte de dados em conjunto com os AMVs. Recentemente foi proposto o uso de um lidar a bordo de um satélite de órbita baixa visando produzir perfis verticais de vento em regiões de céu claro. A missão satelital Aeolus é a primeira capaz de extrair perfis verticais do vento na escala global e essa observações permitem melhorar as previsões numéricas de tempo e de clima. O satélite é equipado apenas com um único instrumento, um lidar doppler desenvolvido para detecção de vento (Huber et al. 2018).

Os AMVs produzidos e distribuídos pelos diferentes centros ao redor do mundo devem ser submetidos a testes de controle de qualidade e seleção preliminar antes de serem introduzidos nos esquemas de assimilação de dados. Essa seleção, geralmente, é feita a partir de blacklists definidas através de análises contínuas e sistemáticas dos AMVs. Nessas análises visam identificar, por exemplo, erros sistemáticos associados a sistemas meteorológicos predominantes em determinados locais e em determinadas épocas do ano (Negri e Forsythe, 2009).

Atualmente, o CPTEC/INPE não possui um esquema de análise sistemática desses dados, além de uma comparação mensal entre os AMVs produzidos e radiossondagens. A rede de radiossondagens disponível permite avaliar os modelos de estimativa do vento da Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais (DSA/CPTEC/INPE) apenas sobre o continente. Com isso, a análise é prejudicada pois o regime de formação de nuvens e seu ciclo de vida sobre oceanos e regiões continentais possui diferenças, as quais implicam diretamente na metodologia de rastreamento de nuvens, principalmente no rastreamento de nuvens baixas. Portanto, a comparação apenas com radiossondagens é insuficiente, sendo necessário realizar uma análise mais ampla a partir da comparação com dados de modelos numéricos de previsão de tempo.

As últimas modificações e estudos significativos realizados no modelo de estimativa de vento no CPTEC/INPE foram realizados por Negri e Machado (2008). Em 2008, o CPTEC/INPE participou de um estudo voltado à comparação entre os modelos de estimativa do vento de diferentes centros, promovido pelo International Winds Workgroup (Genkova et al., 2008). Este estudo indicou que o modelo de estimativa do vento do CPTEC/INPE apresentava erros na determinação da altura dos AMV, superiores àqueles verificados nos modelos de outros centros participantes, como



EUMETSAT (European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites) e NOAA-NESDIS (National Oceanic and Atmospheric Administration – National Environmental Satellite, Data, and Information Service) e que foram devidamente corrigidos contudo a nova geração de satélites GOES requer novos aprimoramentos (Rocha e Negri, 2020).

O objetivo desse projeto é avançar na capacidade do CPTEC/INPE em produzir localmente dados de vento estimado a partir de medidas de satélites, com foco nos modelos regionais em escala de nuvens do centro, e utilizar tais dados produzidos e distribuídos pelos outros centros operacionais de meteorologia internacionais buscando obter o estado da arte em modelagem numérica de tempo e clima, estando alinhado ao programa do Modelo Comunitário do Sistema Terrestre Unificado.

Este subprojeto consta no Projeto 9 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5.

9.3.2 - Objetivo Geral

Avançar na produção e no uso dos diferentes dados de vento na troposfera obtidos a partir de medidas de sensores remotos espaciais na modelagem numérica de tempo nas escalas global e regional.

Objetivo Específico 1: Avaliar a qualidade dos dados de vento à superfície do mar, e na troposfera estimados a partir de medidas satelitais nas regiões do visível, infravermelho térmico (AMV) e micro-ondas (Sea Winds) e por LIDAR (programa AEOLUS) a partir e comparações com radiossondagens e reanálises.

Objetivo Específico 2: Desenvolver um método para seleção e avaliação de um conjunto desses dados para uso em assimilação de dados e ou análise de previsões numéricas de tempo.

9.3.3 - Insumos

9.3.3.1 – Custeio

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Participação no International Winds Workshop em 2022	diárias/ passagens aéreas/terrestres	15000,00

9.3.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
9.3.1	Profissional formado em Meteorologia, Física, Matemática ou áreas afins, com 5 (cinco) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação após a obtenção do diploma de nível superior ou com grau de mestre. Mestrado	Sensoriamento remoto da atmosfera	1	D-C	3	1

9.3.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			Mês 1	Mês 2	Mês 3
Levantamento dos dados disponíveis produzidos localmente e externamente	1	Relatório técnico	X		
Comparação estatística entre AMVs-GEO e radiossondagens e reanálises	1	Relatório técnico	X	X	
Comparação estatística entre Scatterwinds e reanálises	1	Relatório técnico		X	
Comparação estatísticas entre dados de vento AEOLUS e reanálises e radiossondagens	1	Relatório técnico			X
Definição de uma seleção de dados de vento indicados para uso nas operações meteorológicas do CPTEC	2	Relatório técnico			X

9.3.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Mês 1	Mês 2	Mês 3
Levantamento dos dados disponíveis produzidos localmente e externamente	X		
Comparação estatística entre AMVs-GEO e radiossondagens e reanálises		X	



Comparações estatísticas entre Scatterwinds e reanálises		X	
Comparação estatísticas entre dados de vento AEOLUS e reanálises e radiossondagens			X
Confecção de uma lista de dados de vento indicados para uso nas operações meteorológicas do CPTEC			X

9.3.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			Mês 1	Mês 2	Mês 3
Relação de dados de vento indicados para uso na operação meteorológica do CPTEC e parceiros externos	2	Relatório indicando a qualidade das observações disponíveis			X

9.3.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			Mês 1	Mês 2	Mês 3
Melhoria no entendimento a respeito dos dados de vento disponíveis para uso na modelagem numérica de tempo e atividades correlatas	1	Relatório técnico			X
Seleção de dados de vento estimados a partir de satélites para uso nas operações meteorológicas do CPTEC.	2	Versão preliminar da lista de dados de vento para uso em assimilação de dados			X

9.3.8 - Recursos Solicitados

Custeio:

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

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00			
	C	3.380,00	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

9.3.9 - Equipe do Projeto

Renato Galante Negri
Simone Sievert
Douglas Uba

9.3.10 - Referências Bibliográficas

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

Genkova, I., Borde R., Schmetz J., Daniels J., Velden C., Holmlund K., 2008. International operational AMV algorithms comparison study. Disponível em: http://cimss.ssec.wisc.edu/iwwg/Docs/NOAA_Action_35.07_CGMS-36.doc, acessado em 15 de agosto de 2013.

Huber, Dorit, and Ines Nikolaus. "Algorithm Theoretical Basis Document ATBD Level1B Products." (2018).

Machado, L.A.T. and J. Ceballos, 2000. Satellite Based Products for Monitoring Weather in South America: Winds and Trajectories. 5th International Winds Workshop. Saannenmoser.

Machado, L. A. T., Negri, R. G., Lima, W. F. A. and Ferreira, S. H. S., 2006. CPTEC atmospheric motion vectors: validation, assimilation and characteristics, 8th international winds workshop beijing, china. Proceedings.



Negri, R. G., Machado, L. A. T., 2008: Estimativa do vento para os baixos níveis utilizando imagens dos canais visível e infravermelho próximo 3.9 μm . Revista Brasileira de Meteorologia, v.23, n.1, 206-219, 2008

Negri, R. G., Forsythe M., 2009: Synoptic assessment of AMV errors. Satellite Application Facility for Numerical Weather Prediction, Visiting Scientist mission report Document NWPSAF-MO-VS-038, Disponível em: http://research.metoffice.gov.uk/research/interproj/nwpsaf/vs_reports/nwpsaf-mo-vs-038.pdf. Acessado em: 15 de agosto de 2013.

ROCHA, R. M. **Avaliação da atribuição de altura ao vento estimado pelo sensor ABI/GOES-16 na América do Sul.** 2020. 62 p. IBI: <8JMKD3MGP3W34R/3UN8M8L>. (sid.inpe.br/mtc-m21c/2020/01.08.12.57-TDI). Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 2019. Disponível em: <<http://urlib.net/rep/8JMKD3MGP3W34R/3UN8M8L>>.



Projeto 9: Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos

Subprojeto 9.4: Previsão de Tempo Estendido no Contexto da Assimilação de Dados por Conjunto

9.4.1 – Introdução

Dentre suas diversas atividades de modelagem e operação, o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) é um centro produtor de previsões numéricas de tempo estendido, com alcance de até 15 dias. Essas previsões produzidas pelo CPTEC são de interesse da sociedade, sendo estas importantes fontes de informações sobre o tempo nesta escala, atualizadas a cada 12 horas. Os resultados da previsão de tempo estendido do CPTEC contribuem também nas avaliações feitas com outros centros operacionais participantes do *The International Grand Global Ensemble* (TIGGE). **O Sistema de Previsões por Conjunto global do CPTEC (SPCON) teve seu início no centro no ano 2000 (Coutinho, 1999).** O SPCON é gerado a partir da perturbação das condições iniciais do *National Centers For Environmental Predictions* (NCEP), por meio de um algoritmo baseado em Funções Ortogonais Empíricas (EOF, do inglês *Empirical Orthogonal Functions*) para a perturbação da condição inicial controle, a partir da qual são obtidos os membros do conjunto. Desde o seu início, apesar de algumas melhorias terem sido implementadas, como por exemplo, a regionalização das perturbações e a inclusão de novas variáveis (Mendonça e Bonatti, 2009; Cunnhingham et al., 2015), o SPCON sempre foi executado utilizando a mesma análise controle, proveniente do NCEP (Bastarz, 2016). Mais recentemente, **BASTARZ (2017) apresentou uma forma alternativa para se melhorar a qualidade das análises do centro, com potencial para aplicações em previsão numérica de tempo.** Esta técnica utiliza uma combinação entre uma matriz de covariâncias estática dos erros de previsão, calculada previamente com base nas previsões do modelo - aplicada ao *Gridpoint Statistical Interpolation/3D Variational* (GSI/3DVar), e uma outra, obtida com base no filtro de Kalman por conjunto (EnKF, do inglês *Ensemble Kalman Filter*). Como este sistema, denominado 3DEnsVar, é capaz de atualizar as análises utilizadas no ciclo de assimilação de dados utilizando a estrutura do GSI/3DVar, logo, é possível também que seja utilizado em conjunto com o SPCON para gerar previsões para até 15 dias. Como as perturbações atualmente utilizadas no SPCON são calibradas para a região tropical, não se justifica simplesmente substituir-se uma técnica de perturbação por outra. **O que se pretende é desenvolver uma nova metodologia de perturbação explorando o EnKF com a finalidade de se integrar a assimilação de dados global com o SPCON, para previsões de tempo entre 7 e 15 dias.** A perspectiva de aplicação desta nova metodologia, permitirá o CPTEC fornecer análises em escala global que possam ser utilizadas também para as previsões que se façam necessárias nas escalas de tempo estendido a subsazonal (S2S, do inglês *Subseasonal to Seasonal*), tal como já fora apresentado por Guimarães et al., (2019 e 2021), mas utilizando um conjunto de análises produzido pelo próprio centro. O sistema resultante desta integração deverá ser capaz de 1) modernizar a técnica e os produtos da previsão por conjunto de forma que possam ser utilizados em diferentes escalas temporais e espaciais (global e regional, tempo estendido e escala subsazonal); 2) permitir gerar um conjunto de análises próprias do CPTEC, considerando as características das perturbações por EOF e do EnKF e que sejam mais adequadas à região tropical; 3) realizar previsões de tempo com maior habilidade de previsão para até 15 dias em escala global, com a perspectiva de aplicações na escala S2S; 4) diminuir a dependência do CPTEC com relação às análises e aos produtos de outros centros e 5) prover uma



metodologia inicial de geração de conjuntos de análises no contexto do Modelo do Sistema Terrestre Unificado (MCSTU).

Este subprojeto consta no **Projeto 9** do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE, e está associado ao **Objetivo Específico 1** que trata de aprimorar a modelagem numérica global e regional do sistema integrado atmosfera, oceano, superfície continental e aerossóis/química, o qual envolve pesquisas em assimilação de dados.

9.4.2 - Objetivo Geral da Proposta

Investigar uma metodologia capaz de combinar matematicamente o método de perturbação utilizado no SPCON global com o EnKF dentro da estrutura do GSI/3DVar, utilizando matriz de covariâncias híbrida 3DEnsVar para previsões de tempo entre 7 e 15 dias, com vistas para a escala S2S.

O objetivo dessa proposta está associado ao **Objetivo Estratégico 2** do Plano Diretor 2018-2023, que trata de desenvolver a nova geração do sistema de modelagem numérica atmosfera-oceano-superfície. De forma mais específica à **Meta 2.4**, que visa aprimorar o sistema atual de modelagem atmosférica com assimilação de dados para previsão de tempo, no qual consta a atualização do modelo global para previsão por conjuntos operacional no centro e o desenvolvimento do MCSTU.

Objetivos Específicos

1. Habilitação e testes do sistema GSI/3DEnsVar utilizando a versão operacional do GSI/3DVar em escala global;
2. Investigação de uma metodologia de combinação do método de perturbação por EOF e da técnica de geração por conjunto EnKF, utilizando a estrutura do sistema GSI/3DEnsVar;
3. Verificação da aplicação da metodologia nas escalas de tempo estendido e na escala S2S.

9.4.3 - Insumos

9.4.3.1 – Custeio

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Capacitação no sistema de assimilação de dados GSI 3DEnsVar e no método de perturbações do sistema de previsões por conjunto global	R\$ 0,00	R\$ 0,00

9.4.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
9.4.1	Profissional formado em Meteorologia, Matemática, Física ou áreas afins com 5 (cinco) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação após a obtenção do diploma de nível superior ou com grau de mestre.	Meteorologia, Matemática, Física e áreas correlatas	1-3	DC	3	1

9.4.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			2021	2021	2022
			Nov	Dez	Jan
1. Habilitação do GSI/3DVar a funcionar com uma matriz híbrida 3DEnsVar.	1	Ciclo de assimilação de dados do GSI/3DEnsVar funcionando.	X		
2. Testes com a aplicação da técnica de perturbação por EOF na análise controle do GSI/3DEnsVar.	2	Verificação da perturbação da análise controle do GSI/3DEnsVar utilizando EOF.	X	X	
3. Investigação da forma mais conveniente de combinação do método de perturbação e da técnica de geração do conjunto.	2	Melhoria do espalhamento do conjunto de análises e manutenção do erro do conjunto médio de análises.	X	X	



Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			2021	2021	2022
			Nov	Dez	Jan
4. Realização de experimentos cíclicos do GSI/3DEnsVar com perturbações por EOF, em previsões para até 30 dias.	2-3	Ciclo do GSI/3DEnsVar estável.		X	X
5. Elaboração de um relatório científico para a divulgação dos resultados obtidos.	1-3	Produção do relatório científico.	X	X	X

9.4.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre					
	2021		2021		2022	
	Nov	Nov	Dez	Dez	Jan	Jan
1	X	X				
2		X	X			
3		X	X	X		
4			X	X	X	
5		X	X	X	X	X

9.4.6 – Produtos



Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			2021	2021	2022
			Nov	Dez	Jan
Versão GSI/3DEnsVar habilitada em escala global em combinação com o método de perturbação por EOF.	2	Relatório técnico-científico.			X

9.4.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			2021	2021	2022
			Nov	Dez	Jan
Diagnóstico das deficiências atuais, limites e eficiência do método de perturbação do SPCON e do sistema de assimilação de dados GSI/3DEnsVar.	2	Relatório técnico-científico.		X	X
Metodologia com potencial para ser utilizada na previsão de tempo estendido e escala S2S.	3	Relatório técnico-científico.			X

9.4.8 - Recursos Solicitados

Custeio:

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



Total (R\$)	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	3	1	10.104,00
	D	2.860,00			
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					10.104,00

9.4.9 - Equipe do Projeto

Supervisor:

- Carlos Frederico Bastarz

Colaboradores:

- João Gerd Zell de Mattos
- Luiz Fernando Sapucci
- José Paulo Bonatti
- Caio Augusto Coelho
- Enver Manuel Amador Ramirez Guitierrez
- Eduardo Georges Khamis

9.4.10 - Referências Bibliográficas

1. BASTARZ, C. F.; SAPUCCI, L. F.; BONATTI, J. P.; GONÇALVES, L. G. G. Sistema de Modelagem por Conjunto (SMC) (Versão Inicial V0.0). São José dos Campos: INPE, 2016. 98 p. IBI: <8JMKD3MGP3W34P/3M9Q9K5>. (sid.inpe.br/mtc-m21b/2016/08.17.14.20-NTC). Disponível em: <<http://urlib.net/rep/8JMKD3MGP3W34P/3M9Q9K5>>.
2. BASTARZ, C. F. Assimilação de dados global híbrida por conjunto-variacional no CPTEC. 2017. 275 p. (sid.inpe.br/mtc-m21b/2017/06.20.12.39-TDI). Tese (Doutorado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 2017.
3. COUTINHO, M. M.: Previsão por conjuntos utilizando perturbações baseadas em componentes principais. São José dos Campos, 1999.
4. CUNNINGHAM, C., BONATTI J. P. e M. FERREIRA: "Assessing Improved CPTEC Probabilistic Forecasts on Medium-Range Timescale." Meteorological Applications 22 (3): 378–384. issn: 1469-8080. doi:10.1002/met.1464. <http://dx.doi.org/10.1002/met.1464>. 2015.
5. GUIMARÃES, B. S.; COELHO, C. A. S.; WOOLNOUGH, S. J.; KUBOTA, P. Y.; BASTARZ, C. F.; FIGUEROA, S. N.; BONATTI, J. P.; SOUZA, D. C.: Configuration and hindcast quality assessment of a brazilian global subseasonal prediction system. QUARTERLY JOURNAL OF THE ROYAL METEOROLOGICAL SOCIETY, v. n/a, p. n/a, 2019.
6. GUIMARÃES, B. S.; COELHO, C. A. S.; WOOLNOUGH, S. J.; KUBOTA, P. Y.; BASTARZ, C. F.; FIGUEROA, S. N.; BONATTI, J. P.; SOUZA, D. C.: An inter-comparison performance assessment of a Brazilian global sub-seasonal prediction model against four sub-seasonal to seasonal (S2S) prediction project models. CLIMATE DYNAMICS, v. 1, p. 1-17, 2021.

7. MENDONÇA, A. M., e J. P. BONATTI: “Experiments with EOF–Based Perturbation Methods and Their Impact on the CPTEC/INPE Ensemble Prediction System.” *Monthly Weather Review* 137 (4): 1438–1459. doi:10.1175/2008MWR2581.eprint:http://dx.doi.org/10.1175/2008MWR2581.http://dx.doi.org/10.1175/2008MWR2581.1. 2009.

Projeto 9: Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos

Subprojeto 9.5 – Atividades de Prospecção, Ensaios e Desenvolvimento do Componente Atmosférico e de Superfície Continental para Ecossistemas Brasileiros, e da Infraestrutura de Gerenciamento de Software.

9.5.1 – Introdução

Este subprojeto consta no Projeto 9 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE. Está relacionado ao Termo de Abertura de Projeto “Desenvolvimento do Modelo Comunitário do Sistema Terrestre Unificado.”

Prever a condição climática em escalas de horas, dias e meses à frente é um dos maiores desafios técnico-científicos enfrentados pela humanidade. No entanto, este desafio tem sido vencido por diversos países e tem se demonstrado a importância de se ter informações confiáveis em tempo real das condições atmosféricas e oceânicas presentes e futuras. A importância se qualifica principalmente pela preservação da vida de pessoas e mitigação de prejuízos econômicos advindos do uso destas informações.

O Brasil tem um relevante histórico de desenvolvimento e aplicação de modelagem para a previsão de tempo e clima. Porém, os esforços estão fragmentados e dispersos em vários grupos e modelos que não interagem entre si. Como resultado, as previsões hoje produzidas no país não usam o estado-da-arte em modelagem numérica, métodos e dados e, assim, não são competitivas em relação aos produtos gerados por outras instituições internacionais.

No entanto, há um potencial enorme do país se colocar em um patamar superior com a focalização e unificação dos esforços e expertises através da adoção de um sistema unificado de modelagem do Sistema Terrestre que seja comunitário e que atenda todas as escalas (temporais e espaciais) de fenômenos de relevância para a sociedade brasileira.

Este projeto tem por objetivo principal desenvolver tal sistema de modelagem ancorado em um robusto sistema de assimilação de dados e aperfeiçoado com técnicas de inteligência artificial. Com tal sistema, o Brasil alcançará o estado-da-arte em previsão da atmosfera e oceanos para o benefício da sociedade brasileira e da América do Sul em geral.

O projeto é capitaneado pelo INPE com a participação da comunidade de meteorologia, oceanografia, ciências ambientais, computação científica e matemática aplicada do Brasil.

9.5.2 - Objetivo Geral

O objetivo geral do Projeto é o desenvolvimento comunitário de um modelo numérico do sistema Terrestre (a ser referido como MCSTU) adaptado para as condições tropicais e sub-tropicais da América do Sul e de suas aplicações para previsão de tempo, clima e ambiente em escalas espaço-temporais relevantes para a sociedade brasileira.

Neste subprojeto se tem foco em três aspectos:

- Componente atmosférico do MCSTU com estado-da-arte em parametrizações físicas e de dinâmicas para as escalas de interesse,



- Implantar uma base sólida de métodos, aplicações e plataformas de controle, gerenciamento e testes das atividades de desenvolvimento do MCSTU garantindo a qualidade e acompanhamento integral do desenvolvimento.
- Componente de processos de superfície continental com vegetação dinâmica que represente realisticamente os processos de interação biosfera-atmosfera em termos de variáveis meteorológicas convencionais e das componentes dos balanços radiativo e hídrico, e dos fluxos turbulentos de massa e energia.

Este projeto se alinha ao objetivo específico 9.2 do PCI e ao Objetivo Estratégico 2 do plano diretor 2018-2023 que trata de desenvolver a nova geração do sistema de modelagem numérica atmosfera-oceano-superfície.

Objetivo Específico 1:

Realizar atividades de prospecção (Ref. 2 a 16), ensaios e desenvolvimento do componente de física da atmosfera do MCSTU, a saber:

- a) Apoiar a seleção de parametrizações físicas de transferência radiativa, convecção, microfísica e microfísica de nuvens, transporte turbulento na camada limite planetária, e arraste por ondas de gravidade por orografia e sistemas convectivos.
- b) Apoiar na geração de suítes de física adequadas às escalas espaciais alvo do MCSTU, incluindo os acoplamentos internos entre as diversas parametrizações físicas.
- c) Apoiar com a produção de simulações do componente atmosférico do MCSTU e gerar análise dos dados.

Objetivo Específico 2:

Realizar atividades de prospecção (Ref. 17 a 25), ensaios e desenvolvimento do componente de dinâmica da atmosfera do MCSTU, a saber:

- a) Apoiar a seleção de núcleo dinâmico atmosférico do MCSTU.
- b) Apoiar no acoplamento do núcleo dinâmico com a suíte de parametrizações físicas geradas no objetivo específico 1.
- c) Apoiar com a produção de simulações do componente atmosférico do MCSTU e gerar análise dos dados.

Objetivo Específico 3:

- a) Estudo dos aplicativos, sistemas e métodos de gerenciamento de software e estudos de sistemas ágeis (Kanban, XP, Scrum), adaptados e aplicáveis ao Modelo Comunitário do Sistema Terrestre e suas nuances particulares (Ref 26-31). Verificação das plataformas disponíveis em software livre nos aspectos estudados com apresentação de relatório de avaliação de forças e fraquezas de cada plataforma e sua aplicabilidade;
- b) Estudos dos aplicativos, sistemas e métodos de teste de software. Verificação das plataformas disponíveis em software livre com apresentação de relatório de forças e fraquezas de cada plataforma assim como a integração da plataforma com a estudada no item 3a.
- c) Estudo dos sistemas de versionamento disponíveis (GIT, Mercurial, Subversion, etc) e apresentação das características de cada uma levando-se em conta os estudos dos itens 3a e 3b.
- d) Estudo de plataformas disponíveis para gerenciamento de compartilhamento de conhecimento (wiki), lista de discussões e controle de tarefas de melhorias, defeitos (bugs) e modernização de pacotes de software do modelo, com absoluto controle de documentação, versionamento e referências cruzadas com os itens estudados nos itens 3a-c.



- e) Estudo de plataformas integradas de testes atômicos de procederes (funções, subrotinas e módulos) e teste integrais do modelo comunitário do sistema terrestre unificado e uso de métricas de avaliação integradas aos sistemas e plataformas estudadas nos itens 3a-d.
- f) Implementação, ajustes e manutenção de uma instalação completa de um pacote completo ou da combinação de pacotes identificados nos estudos, suas plataformas e dependências para uso da equipe de desenvolvimento.

Objetivo Específico 4:

- a) Avaliar pelo menos três modelos de processos de superfície com vegetação dinâmica (Ref. 32-39) utilizando um conjunto completo de medidas de solo e camada limite superficial representativos de grandes ecossistemas brasileiros, tais como Caatinga, Cerrado, Pampa e floresta amazônica
- b) Apoiar a seleção de um modelo de processos de superfície com vegetação dinâmica para representar as áreas continentais.
- c) Apoiar com a produção de simulações da componente de superfície continental do MCSTU e gerar análise dos dados.

9.5.3 - Insumos

9.5.3.1 – Custeio

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

9.5.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria nível	Meses	Quantidade
9.5.1	Profissional formado em Meteorologia, Matemática, Física ou áreas afins, com 5 (cinco) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação após a obtenção do diploma de nível superior ou com grau de mestre.		1	D-C	3	1
9.5.2	Profissional formado em Meteorologia, Matemática, Física ou áreas afins, com 5 (cinco) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação após a obtenção do diploma de nível superior ou com grau de mestre.		2	D-C	3	1
9.5.3	Profissional formado em Computação, Matemática, Física ou áreas afins com 7 (sete) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação após a obtenção do diploma de nível superior; ou com título de doutor; ou ainda, com grau de mestre há, no mínimo, 4 (quatro) anos.		3	D-B	3	1
9.5.4	Profissional formado em Meteorologia, Matemática, Física ou áreas afins, com 5 (cinco) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação após a obtenção do diploma de nível superior ou com grau de mestre.		4	D-C	3	1

9.5.4 - Atividades de Execução

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

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas (1X =1 mês)		
			2021	2022	2023
1. Seleção de parametrizações físicas	1a	1. Lista de parametrizações definidas, produção de relatório técnico com referencias bibliográficas e organização dos códigos computacionais.	X		
2. Produção das suítes	1b	2. Produção de códigos computacionais acopladores das diversas parametrizações física que compõem a suíte	X		

3. Produção de simulações	1c	3. Simulações realizadas, estabilidade numérica verificada e desempenho avaliado.		X	
4. Seleção do núcleo dinâmico	2a	4. Núcleo dinâmico selecionado, relatório técnico produzido.	X		
5. Acoplamento núcleo dinâmico – suíte de físicas	2b	5. Acoplamento lógico dos códigos computacionais e produção de selecionador de suítes e núcleo dinâmico.	X		
6. Produção de simulações	2c	6. Simulações realizadas, estabilidade numérica verificada e desempenho avaliado.		X	
7. Estudos de sistemas de gerenciamento	3a	7. Definição de plataformas de gerenciamento. disponíveis em software livre. Produção de relatório técnico	0.5X		
8. Estudos de sistemas de testes	3b	8. Definição de plataformas de teste de qualidade de software. Produção de relatório técnico	0.5X		
9. Estudos de sistemas de versionamento	3c	9. Relatório descritivo dos sistemas de versionamento de software disponíveis para o MCSTU	0.5X		
10. Estudos de plataformas de compartilhamento	3d	10. Relatório descritivo dos sistemas de compartilhamento de conhecimento (wiki) disponíveis para o MCSTU	0.5X		
11. Plataformas de testes atômicos	3e	11. Relatório descritivo de plataformas integradas de testes atômico disponíveis para o MCSTU		0.5X	
12. Implantação do sistema de gerenciamento integrado	3f	12. Implantação de instalação de sistema de gerenciamento integrando as diversas funcionalidades definidas no projeto. Relatório técnico produzido.		0.5X	
13. Seleção de três modelo de superfície	4a	13. Lista de modelos e relatório produzido	0.5X		
14. Compilação da base de dados	4a	14. Base de dados preparada para a avaliação	0.5X		
15. Seleção do modelo	4b	15. Aplicação da base de dados na avaliação dos modelos e definição do candidato ao compor o MCTSU	X		
16. Produção de simulações	4c	16. Apoiar na simulação com o MCSTU		X	

9.5.5 – Cronograma de Atividades



Atividades	Semestre (1X =1 mês)					
	2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2
Atividade 1		X				
Atividade 2		X				
Atividade 3			X			
Atividade 4		X				
Atividade 5		X				
Atividade 6			X			
Atividade 7		0.5X				
Atividade 8		0.5X				
Atividade 9		0.5X				
Atividade 10		0.5X				
Atividade 11			0.5X			
Atividade 12			0.5X			
Atividade 13		0.5X				
Atividade 14		0.5X				
Atividade 15		X				
Atividade 16			X			

9.5.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas (1X =1 mês)		
			2021	2022	2023
Conjunto de parametrizações físicas do MCSTU	1	Parametrizações definidas e descritas em relatório técnico	XX	X	
Núcleo(s) dinâmico(s) do MCSTU	2	Núcleo(s) dinâmico(s) definido(s) e descrito(s) em relatório.	XX	X	



Sistema de gerenciamento de software e utilitários.	3	Sistema de gerenciamento definido e descrito em relatório.	XX	X	
Modelo de superfície continental do MCSTU	4	Conjunto de rotinas definidas e descritas em relatório técnico	XX	X	

9.5.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas(1X =1 mês)		
			2021	2022	2023
Estado-da-arte em suítes de parametrizações físicas	1	MCSTU com o estado-da-arte em parametrizações físicas produzindo melhor desempenho dos produtos operacionais de previsão de tempo do INPE	XX	X	
Estado-da-arte em núcleos dinâmicos da atmosfera	2	MCSTU com o estado-da-arte em dinâmica da atmosfera produzindo melhor desempenho dos produtos operacionais de previsão de tempo do INPE	XX	X	
Moderno sistema de gerenciamento de softwares.	3	Maior eficiência e segurança no desenvolvimento e manutenção do conjunto de códigos que compõem o MCSTU.	XX	X	
Estado-da-arte em modelagem de superfície continental	4	MCSTU com o estado-da-arte em modelagem da interação superfície continental-atmosfera produzindo melhor desempenho dos produtos operacionais de previsão de tempo do INPE	XX	X	

9.5.8 - Recursos Solicitados

Custeio:

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

Bolsas:

PCI	Categoria/ Nível	Mensalidade (R\$)	Meses	Quantidade	Valor (R\$)
PCI-D	A	5.200,00			
	B	4.160,00	3	1	12.480,00
	C	3.380,00	3	3	30.420,00
	D	2.860,00			
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					42.460,00

9.5.9 - Equipe do Projeto

- Saulo R. Freitas
- Luiz Flávio Rodrigues
- Antonio Ocimar Manzi
- João Gerd Z. de Mattos
- Paulo Kubota (a confirmar)
- Ariane Frassoni (a confirmar)
- Luís Gustavo Gonçalves de Gonçalves (a confirmar)
- Luiz Antonio Candido
- Otávio Acevedo
- Demerval Moreira

9.5.10 - Referências Bibliográficas

- 1) Avaliação de Políticas Públicas: Guia Prático de Análise Ex Ante, volume 1, IPEA, 2018.
- 2) Freitas, S. R., Grell, G. A., Molod, A., et al (2018), Assessing the Grell-Freitas convection parameterization in the NASA GEOS modeling system. Journal of Advances in Modeling Earth Systems, 10, 1266-1289, <https://doi.org/10.1029/2017MS001251>
- 3) Freitas, S. R., Grell, G. A., and Li, H. (2021), The GF Convection Parameterization: recent developments, extensions, and applications, Geosci. Model Dev., in press.
- 4) Grell, G. A., and Freitas, S.R.: A scale and aerosol aware stochastic convective parameterization for weather and air quality modeling. Atmos. Chem. Phys., 14, 5233, 2014.
- 5) Iacono, M. J., Delamere, J. S., Mlawer, E. J., Shephard, M. W., Clough, S.A., and Collins, W.D.: Radiative forcing by long-lived greenhouse gases: Calculations with the AER radiative transfer models, J. Geophys. Res., 113, D13103, doi:10.1029/2008JD009944, 2008.
- 6) Mellor, G. L. and Yamada, T.: Development of a turbulence closure model for geophysical fluid problems, Rev. Geophys. Space Phys., 20, 851–875, doi:10.1029/RG020i004p00851, 1982.



- 7) Nakanishi, M., and Niino, H.: An Improved Mellor–Yamada Level-3 Model with Condensation Physics: Its Design and Verification, *Boundary-Layer Meteorol.*, 112, 1–31, doi:10.1023/B:BOUN.0000020164.04146.98, 2004.
- 8) Rosário, N. E., Longo, K. M., Freitas, S. R., Yamasoe, M. A., and Fonseca, R. M.: Modeling the South American regional smoke plume: aerosol optical depth variability and surface shortwave flux perturbation, *Atmos. Chem. Phys.*, 13, 2923–2938, doi:10.5194/acp-13-2923-2013, 2013.
- 9) Souza, E. P., Rennó, N. O., and Silva Dias, M. A. F.: Convective circulations induced by surface heterogeneities. *J. Atmos. Sci.*, 57, 2915–2922, 2000.
- 10) Thompson, G., and Eidhammer, T.: A study of aerosol impacts on clouds and precipitation development in a large winter cyclone. *J. Atmos. Sci.*, 2014.
- 11) Thompson, G., Field, P. R., Rasmussen, R. M., and Hall, W.D.: Explicit forecasts of winter precipitation using an improved bulk microphysics scheme. Part II: Implementation of a new snow parameterization. *Mon. Wea. Rev.*, 136, 5095–5115, doi:10.1175/2008MWR2387.1, 2008.
- 12) Arakawa, A., Jung, J.-H., and Wu, C.-M., (2011), Toward unification of the multiscale modeling of the atmosphere, *Atmos. Chem. Phys.*, 11, 3731–3742, <https://doi.org/10.5194/acp-11-3731-2011>.
- 13) Barahona, D., Molod, A., Bacmeister, J., Nenes, A., Gettelman, A., Morrison, H., Phillips, V., and Eichmann, A. (2014), Development of two-moment cloud microphysics for liquid and ice within the NASA Goddard Earth Observing System Model (GEOS-5), *Geosci. Model Dev.*, 7, 1733–1766, <https://doi.org/10.5194/gmd-7-1733-2014>.
- 14) Figueroa, S. N., Bonatti, J. P., Kubota, P. Y., et al (2016). The Brazilian Global Atmospheric Model (BAM): Performance for Tropical Rainfall Forecasting and Sensitivity to Convective Scheme and Horizontal Resolution, *Weather and Forecasting*, 31(5), 1547–1572.
- 15) Fowler, L. D., W. C. Skamarock, G. A. Grell, S. R. Freitas, and M. G. Duda, 2016: Analyzing the Grell–Freitas Convection Scheme from Hydrostatic to Nonhydrostatic Scales within a Global Model. *Mon. Wea. Rev.*, 144, 2285–2306. doi:10.1175/MWR-D-15-0311.1
- 16) Freitas, S. R., Panetta, J., Longo, K. M., Rodrigues, L. F., et al. (2017): The Brazilian developments on the Regional Atmospheric Modeling System (BRAMS 5.2): an integrated environmental model tuned for tropical areas, *Geosci. Model Dev.*, 10, 189–222, <https://doi.org/10.5194/gmd-10-189-2017>, 2017.
- 17) Skamarock, W. C.: Positive-definite and monotonic limiters for unrestricted-time-step transport schemes. *Mon. Wea. Rev.*, 134, 2241–2250, 2006.
- 18) Skamarock, W.C., and Klemp, J.B.: A time-split non-hydrostatic atmospheric model for weather research and forecasting applications. *J. Comput. Phys.*, 227, 3465–3485, doi: 10.1016/j.jcp.2007.01.037, 2008.
- 19) Skamarock, W. C., Klemp, J. B., Duda, M. G., Fowler, L. D., Park, S.H., and Ringler, T.D.: A multi-scale non-hydrostatic atmospheric model using centroidal Voronoi tessellations and C-grid staggering. *Mon. Wea. Rev.*, 240, 3090–3105, 2012.
- 20) Wicker, L. J., and Skamarock, W. C.: Time-splitting methods for elastic models using forward time schemes. *Mon. Wea. Rev.*, 130, 2088–2097, 2002.
- 21) Stevens, B., Satoh, M., Auger, L. et al. (2019), DYAMOND: the Dynamics of the Atmospheric general circulation Modeled On Non-hydrostatic Domains, *Prog. Earth Planet. Sci.*, 6, 61, doi:10.1186/s40645-019-0304-z.
- 22) Putman, W., and Lin, S.-J. (2007), Finite Volume Transport on Various Cubed Sphere Grids. *J. Comput. Phys.*, 227, 55–78. doi:10.1016/j.jcp.2007.07.022.



- 23) Skamarock, W. C., M. G. Duda, S. Ha, and S-H. Park, 2018: Limited-Area Atmospheric Modeling Using an Unstructured Mesh. *Mon. Wea. Rev.*, 146, 3445-3460. doi: 10.1175/MWR-D-18-0155.1
- 24) Lin, S. (2004). A "Vertically Lagrangian" Finite-Volume Dynamical Core for Global Models, *Monthly Weather Review*, 132(10), 2293-2307.
- 25) Harris, L. M., & Lin, S. (2013). A Two-Way Nested Global-Regional Dynamical Core on the Cubed-Sphere Grid, *Monthly Weather Review*, 141(1), 283-306.

- 26) J.J. Sutherland.. SCRUM: a arte de fazer o dobro do trabalho na metade do tempo. Sextante; 1ª edição. 2019
- 27) Beck K. Programação extrema (XP) explicada: Acolha as Mudanças. Bookman. 8536303875 . 2004.
- 28) Duarte, L. Scrum e Métodos Ágeis: Um Guia Prático. LuizTools; 2º edição 2016
- 29) Anderson D.J. Kanban: Mudança Evolucionária de Sucesso para seu Negócio de Tecnologia. Blue Hole Press, 2011
- 30) Molinari, L. Testes de software: Produzindo sistemas melhores e mais confiáveis. Editora Érica. 2009
- 31) Valente, M.T. Engenharia de Software Moderna: Princípios e Práticas para Desenvolvimento de Software com Produtividade. 2020

- 32) BEST, M. J. et al. The Joint UK Land Environment Simulator (JULES), model description – Part 1: Energy and water fluxes. *Geoscientific Model Development*, v. 4, n. 3, p. 677–699, 1 set. 2011.
- 33) CLARK, D. B. et al. The Joint UK Land Environment Simulator (JULES), model description – Part 2: Carbon fluxes and vegetation dynamics. *Geoscientific Model Development*, v. 4, n. 3, p. 701–722, 1 set. 2011.
- 34) Foley, J.A., I.C. Prentice, N. Ramankutty, S. Levis, D. Pollard, S. Sitch, and A. Haxeltine (1996). An integrated biosphere model of land surface processes, terrestrial carbon balance, and vegetation dynamics. *Global Biogeochemical Cycles* 10(4), 603-628. (IBIS)
- 35) Kucharik, C.J., J.A. Foley, C. Delire, V.A. Fisher, M.T. Coe, J. Lenters, C. Young-Molling, N. Ramankutty, J.M. Norman, and S.T. Gower (2000). Testing the performance of a dynamic global ecosystem model: Water balance, carbon balance and vegetation structure. *Global Biogeochemical Cycles* 14(3), 795-825. (IBIS2)
- 36) Niu, G.-Y., et al. (2011), The community Noah land surface model with multiparameterization options (Noah-MP): 1. Model description and evaluation with local-scale measurements. *J. Geophys. Res.*, 116, D12109, doi: 10.1029/2010JD015139.
- 37) MOREIRA, D. S. et al. Coupling between the JULES land-surface scheme and the CCATT-BRAMS atmospheric chemistry model (JULES-CCATT-BRAMS1.0): applications to numerical weather forecasting and the CO2 budget in South America. *Geoscientific Model Development*, 2013.
- 38) Pollard and Thompson (1995). Use of a land-surface-transfer scheme (LSX) in a global climate model: the response to doubling stomatal resistance. *Global and Planetary Change* 10, 129-161 (Appendix 1 – description of the land-surface-transfer model - LSX)
- 39) VON RANDOW, Celso et al. Comparative measurements and seasonal variations in energy and carbon exchange over forest and pasture in South West Amazonia. *Theoretical and Applied Climatology*, v. 78, n. 1, p. 5-26, 2004.



Projeto 9: Centro de Previsão de Tempo e Estudo Climáticos

Subprojeto 9.6: Avaliação do impacto das observações com potencial à serem assimiladas no Sistema Comunitário de Modelagem Unificado do Sistema Terrestre.

9.6.1 – Introdução

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) desenvolve o Sistema de Modelagem Global (SMG), que é atualmente composto pelo modelo global *Brazilian global Atmospheric Model* (BAM - Figueroa *et al.*, 2016) e o sistema de Assimilação de Dados *community Gridpoint Statistical Interpolation system* (GSI - Shao *et al.*, 2016). O SMG une a expertise dos especialistas em modelagem global e em assimilação de dados para prover previsões numéricas em escala global de tempo de maior qualidade e principalmente, garantindo a independência técnico-científica na produção de condições iniciais apropriadas para a América do Sul e ajustadas para o modelo BAM.

Por outro lado, considera-se o planejamento do desenvolvimento e operacionalização de um sistema de modelagem comunitário e unificado - o Modelo Comunitário do Sistema Terrestre Unificado (MCSTU), para produzir previsões com ênfase na região tropical e foco sobre a América do Sul. Esta iniciativa, liderada pelo INPE e que contará com esforços de diversas instituições nacionais, tem por objetivo atender as necessidades dos setores produtivo e social em termos de previsões numéricas para minimizar os impactos devido à ocorrência de eventos extremos de tempo e clima. O MUCST deverá substituir o atual modelo global BAM e proverá previsões numéricas de tempo, clima e qualidade do ar em diferentes escalas espaciais e temporais.

Dentro do escopo do desenvolvimento deste novo sistema, o MUCST será a componente de modelagem numérica da atmosfera e seu acomplamento com as diferentes componentes do Sistema Terrestre, e o GSI será o sistema de Assimilação de Dados, que incluirá todos os esforços dispendidos em seu atual desenvolvimento e aprimoramento. O GSI será utilizado para prover as condições iniciais para o MUCST tendo em vista que é um sistema variacional comunitário, utilizado por vários centros operacionais de meteorologia, incluindo o *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), o *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) e o *Air Force Weather Agency* (AFWA). Ao longo dos anos, o GSI tornou-se um sistema comunitário por meio de um esforço conjunto liderado pelo *Developmental Testbed Centre* (DTC) em colaboração com o *National Centers for Environmental Prediction* (NCEP). O GSI é o resultado de diversos colaboradores focados no desenvolvimento de um esquema 3DVar modular, eficiente e unificado, formulado no espaço da grade. Ele foi projetado para ser executado em várias plataformas computacionais e para gerar análises para diferentes modelos de previsão numérica. Seu código é suficientemente flexível para receber desenvolvimentos científicos futuros, como novos tipos de observação, seleção de dados aprimorada, novas variáveis de análise, covariâncias de erro de *background* anisotrópicas e a possibilidade de expansão para assimilação de dados 4DVar. Devido ao aspecto comunitário do GSI, diversas facilidades foram incorporadas ao sistema. Entre elas, pode-se citar a inclusão de novos tipos de observação. O GSI também disponibiliza as informações que indicam o erro médio da previsão, que é dado pela diferença entre as observações e o modelo (OmF - Observação menos Previsão) e o incremento de análise, que é dado pelo valor obtido a partir da diferença entre a Observação e a Análise (OmA - Observação menos Análise). Estas informações são importantes para o desenvolvimento de metodologias de avaliação de impacto das observações na qualidade das previsões, que é uma estratégia para diagnosticar e monitorar o desempenho do processo de assimilação de dados. Nessa estratégia, não apenas o processo de assimilação é



avaliado, como também, de forma conjunta, toda a base de dados utilizada, bem como o próprio modelo de previsão.

Ferramentas dedicadas para a avaliação de impacto dos dados observacionais têm recebido fortes investimentos e têm sido exploradas por todos os principais centros de previsão de tempo mundiais. Um exemplo é o trabalho de Cardinali (2009) que apresenta a aplicação da avaliação de impacto dos dados nos produtos do *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF). Diversas técnicas foram desenvolvidas, as quais estão estritamente relacionadas com o método aplicado no sistema de assimilação de dados. Destacam-se os métodos variacionais (Cardinali, 2009) ou aqueles baseados no filtro de Kalman por conjunto (Liu and Kalnay, 2008). Esses métodos são custosos pois envolvem o modelo adjunto, no caso dos métodos variacionais, e uma previsão por conjunto, no caso dos métodos que utilizam o filtro de Kalman por conjunto. Um estudo preliminar foi realizado no INPE utilizando a abordagem do filtro de Kalman aplicado nos resultados obtidos com o uso do *Local Ensemble Transform Kalman Filter* (LETKF - Diniz, 2012). Uma metodologia mais viável para ser implementada no INPE é a que foi sugerida por Todling (2013), em que a avaliação do impacto das observações é realizada no espaço das observações. O impacto é obtido pelo quadrado das diferenças entre as quantidades observadas e previstas pelo modelo em um tempo t ponderado pela matriz de variância-covariância das observações. Os resultados de Todling (2013) indicaram que o tempo t pode ser igual ao passo de tempo de análise, de tal forma que esse método pode ser aplicado fazendo uso dos valores OmF e OmA. Desta forma, não há a necessidade do uso de um modelo adjunto ou outros métodos que requeiram um alto custo computacional.

Em vista do exposto, a presente proposta visa investigar uma ferramenta de avaliação do impacto da base de dados disponível no INPE na qualidade da previsão de tempo com base na metodologia proposta por Todling (2013). Esta metodologia permitirá que os modelos numéricos sejam melhor diagnosticados antes do processo de operacionalização. A ferramenta ainda possibilitará monitorar o desempenho em tempo real dos três componentes envolvidos no processo de produção de previsões: (1) assimilação de dados; (2) base de dados utilizada e (3) modelo de previsão numérica.

Vale ressaltar que a avaliação de impacto proposta neste projeto permitirá que sejam quantificados os benefícios de cada sistema de observação, bem como diagnosticadas as suas deficiências e possíveis imperfeições quando for o caso. Espera-se que essa ferramenta, sendo empregada operacionalmente, permita o monitoramento do impacto da base de dados utilizada, auxiliando os grupos responsáveis pelos diferentes tipos de dados no aprimoramento dos mesmos e os gestores para identificar áreas deficitárias que requerem investimento de recursos humanos e de infraestrutura.

Este subprojeto consta no Projeto 9 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE. Está relacionado ao Termo de Abertura de Projeto “Desenvolvimento do Modelo Comunitário do Sistema Terrestre Unificado.” Essa proposta está associada ao **Objetivo Específico 2** do Projeto 9, no que se refere ao aprimoramento do fluxo de dados meteorológicos e também no **Objetivo Específico 3**, no que se refere ao aprimoramento de sistema de informações providas de satélites para assimilação de dados, nos quais ambos contemplam pesquisa e desenvolvimento de ferramentas de análise da qualidade de dados.

9.6.2 - Objetivo geral da proposta



Investigar o impacto da base de dados assimilados no GSI na qualidade da previsão numérica de tempo gerada operacionalmente pelo modelo global desenvolvido pelo INPE.

O objetivo desse projeto está associado ao **Objetivo Estratégico 2** do plano diretor 2018-2023 que trata de desenvolver a nova geração do sistema de modelagem numérica atmosfera-oceano-superfície. De forma mais específica, à **Meta 2.1** que visa implementar a assimilação de dados no modelo unificado atmosférico global, no qual consta a preparação da base de dados para a assimilação, em que a presente proposta deverá contribuir.

Objetivos Específicos

1. Desenvolver uma ferramenta de avaliação do impacto para o conjunto de dados convencionais utilizados operacionalmente no INPE a partir da metodologia de avaliação de impacto no espaço da observação proposta por Todling (2013);
2. Validar a ferramenta desenvolvida e incorporar a avaliação dos dados de radiância dos diferentes sensores disponíveis operacionalmente no INPE;
3. Comparar os resultados encontrados a partir do uso da ferramenta desenvolvida com os achados de pesquisas já realizadas por outros centros meteorológicos;
4. Adaptar a ferramenta de avaliação de impacto para uso no MCSTU.

9.6.3 - Insumos

9.6.3.1 – Custeio

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Capacitação em sistemas de diagnóstico e avaliação da assimilação de dados	R\$0,00	R\$0,00

9.6.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
9.6.1	Profissional formado em Meteorologia, Matemática, Física ou áreas afins, com 5 (cinco) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação após a obtenção do diploma de nível superior ou com grau de mestre		1-4	D-C	3	1

9.6.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			2021	2021	2022
			Nov	Dez	Jan
1. Organização do ambiente de trabalho usando o sistema de modelagem global atual do INPE	1	Sistema SMG adequado para a pesquisa	X		
2. Execução do Sistema SMG pelo período de 1 mês usando dados convencionais e dados amsua	1	Geração de arquivos OmF e OmA para 1 mês de simulação	X		
3. Desenvolvimento de um software básico para a avaliação de impacto dos dados convencionais	1	Possuir um software funcional que gere resultados preliminares sobre o impacto	X	X	
4. Testes iniciais do sistema de avaliação diagnóstica e elaboração de novas funcionalidades	1	Avaliação diagnóstica disponível e funcional para a pesquisa	X	X	
5. Melhoramento da Ferramenta de impacto para acomodar novos conjuntos de dados	2	Ter a ferramenta de impacto com opções flexíveis para a inclusão de novos conjuntos de dados		X	
6. Ajustes no sistema de avaliação de impacto e melhoramento das ferramentas de visualização	2	Avaliação diagnóstica disponível e funcional para a pesquisa com melhorias nas ferramentas de visualização de impacto das observações		X	
7. Realização de simulação semelhante à atividade 2 e a inclusão de sensores hiperspectrais	2	Geração de arquivos OmF e OmA para 1 mês de simulação com conjunto maior de dados observacionais		X	X



8. Avaliação do impacto de diferentes tipos de observação na previsão de tempo gerada pelo SMG	2	Gráficos e tabelas com indicadores do impacto individual de cada tipo de observação na geração da análise e previsão numérica de tempo		X	X
9. Elaboração de relatórios para divulgação dos resultados obtidos na pesquisa	1-2	Relatórios e demais trabalhos técnicos e científicos	X	X	X

9.6.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre					
	2021		2021		2022	
	Nov	Nov	Dez	Dez	Jan	Jan
Atividade 1	X					
Atividade 2		X				
Atividade 3		X	X	X		
Atividade 4			X	X		
Atividade 5				X	X	X
Atividade 6				X	X	
Atividade 7				X	X	X
Atividade 8				X	X	X
Atividade 9		X		X		X

9.6.6 – Produtos



Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			2021	2021	2022
			Nov	Dez	Jan
Diagnóstico do Impacto dos dados convencionais e de radiância, incluindo sensores hiperspectrais na geração da análise e das previsões de tempo com ênfase sobre a América do Sul.	1	Relatório técnico			X
Versão Inicial de Ferramenta para a avaliação de Impacto do uso de observações no processo de assimilação e previsão numérica de tempo	1-2	Relatório técnico			X

9.6.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			2021	2021	2022
			Nov	Dez	Jan
1. Aprimoramento do operador de observações de radiância do GSI	1	Versão do GSI com melhores resultados na assimilação de radiância		X	X
2. Otimização dos benefícios da assimilação de dados de radiância no GSI	1	Versão do SMG com maior impacto dos dados de radiância		X	X
3. Aprimoramento da assimilação de dados usada no CPTEC	1	Versão do SMG com resultados quantitativamente melhores que a versão anterior .			X

9.6.8 - Recursos Solicitados

Custeio:

Custeio	Valor (R\$)
Diárias	
Passagens	
Total (R\$) para 60 meses	

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

9.6.9 - Equipe do Projeto

Supervisor:

- João Gerd Zell de Mattos

Colaboradores:

- Luiz Fernando Sapucci
- Carlos Frederico Bastarz

9.6.10 - Referências Bibliográficas consultadas

8. Cardinali, C. (2009), Monitoring the observation impact on the short-range forecast. Q.J.R. Meteorol. Soc., 135: 239-250. doi:[10.1002/qj.366](https://doi.org/10.1002/qj.366)
9. DINIZ, FABIO; **Impacto das observações nas previsões de curto prazo.** Dissertação de Mestrado. Meteorologia do INPE. São José dos Campos, 2012
10. Figueroa, S. N., Bonatti, J. P., Kubota, P. Y., Grell, G. A., Morrison, H., Barros, S. R. M., Fernandez, J. P. R., Ramirez, E., Siqueira, L., Luzia, G., Silva, J., Silva, J. R., Pendharkar, J., Capistrano, V. B., Alvim, D. S., Enoré, D. P., Diniz, F. L. R., Satyamurti, P., Cavalcanti, I. F. A., Nobre, P., Barbosa, H. M. J., Mendes, C. L., & Panetta, J. (2016). **The Brazilian Global Atmospheric Model (BAM): Performance for Tropical Rainfall Forecasting and Sensitivity to Convective Scheme and Horizontal Resolution**, Weather and Forecasting, 31(5), 1547-1572. Retrieved Aug 6, 2021, from https://journals.ametsoc.org/view/journals/wefo/31/5/waf-d-16-0062_1.xml



11. J. LIU, E. KALNAY: **Estimating observation impact without adjoint model in an ensemble Kalman filter.** 2008. QJRMS, 134, 1327-1335.
 12. Shao, H., J. Derber, X.-Y. Huang, M. Hu, K. Newman, D. Stark, M. Lueken, C. Zhou, L. Nance, Y.-H. Kuo, B. Brown, 2016: **Bridging Research to Operations Transitions: Status and Plans of Community GSI.** Bull. Amer. Meteor. Soc., 97, 1427-1440, doi: 10.1175/BAMS-D-13-00245.1.
- TODLING, R. **Comparing two approaches for assessing observation impact.** 2013. Monthly Weather Review, 141, 1484-1505.



Projeto 9: Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos

Subprojeto 9.7 – Representação e projeções do gelo marinho e circulação oceânica em modelos de sistema terrestre

9.7.1 – Introdução

Este subprojeto consta no Projeto 9 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE. Está relacionado ao Termo de Abertura de Projeto “Desenvolvimento do Modelo Comunitário do Sistema Terrestre Unificado.”

Um dos principais, e muitas vezes negligenciado, componente do sistema terrestre é a Criosfera, que inclui os componentes de gelo marinho, as plataformas de gelo, o gelo continental, a neve, o permafrost e as montanhas geladas. O Gelo Marinho (GM) é um importante e complexo componente da Criosfera, exercendo papel dominante nos processos dinâmicos e termodinâmicos nas altas latitudes do planeta. A presença do gelo marinho no Ártico e Antártica, principalmente, é caracterizada por uma predominância da escala sazonal que, por sua vez, controla processos complexos de interação na interface oceano-gelo marinho-atmosfera que é predominantemente expressa pelas trocas radiativas sazonais causadas pelo aumento e diminuição da área coberta pelo gelo marinho entre inverno e verão, principalmente na Antártica, com impactos no albedo terrestre. A variabilidade desse sistema, que é diretamente dependente da distribuição das correntes marinhas e massas d’água de superfície assim como da dinâmica atmosférica, tem impactos além do climático, mas também econômicos como é o caso da abertura de novas rotas de navegação no Ártico que promovem o barateamento do transporte marítimo de commodities e outros produtos da Ásia para a América, por exemplo.

O GM é considerado não apenas um indicador sensível das mudanças climáticas, mas também é um amplificador dessas mudanças, devido a sua atuação nos processos de transferências de massa e energia entre o oceano e a atmosfera, redistribuição de calor para latitudes mais baixas acuidade dos mecanismos de retroalimentação (Pithan e Mauritsen, 2014; Soden, 2008). Isso ocorre porque as variações de GM, tanto no Ártico como na Antártica, modulam o gradiente de temperatura do ar entre o Equador e os polos pelo transporte meridional de calor o que, conseqüentemente, influencia o clima local, regional e global (Barnes e Screen, 2015). Importantes relatórios internacionais e um expressivo número de publicações científicas têm alertado sobre o impacto das mudanças climáticas em altas latitudes e os seus prováveis efeitos na variabilidade do gelo marinho (Vaughan et al., 2013; Coumou et al., 2018; Clem et al., 2020). Esse é um tema considerado estado-da-arte no âmbito de pesquisas em mudanças climáticas e carece de respostas conclusivas (Smith et al., 2019; Casagrande et al., 2020). Para responder perguntas científicas importantes do ponto de vista dos processos acoplados oceano-gelo marinho-atmosfera, diferentes métodos de análise têm sido empregados, desde a coleta de dados *in situ*, processamento de dados de sensoriamento remoto e até a utilização de supercomputadores para simulações numéricas, que permitem a geração de cenários futuros a curto e longo prazo (Eiryng et al., 2016; Stroeve e Notz, 2018).

Dentre os diversos avanços científicos que aconteceram nas últimas décadas, a evolução dos modelos climáticos e dos modelos do Sistema Terrestre para previsão de tempo e clima têm destaque. No Brasil, alguns grupos de pesquisa vêm se dedicando há alguns anos à investigação das altas latitudes, seja por meio de coleta



de dados *in situ*, sensoriamento remoto ou através de simulações numéricas (Veiga et al., 2019; Pezzi et al., 2020; Casagrande et al., 2020; Souza et al. 2021; Prado et al., 2021a; Prado et al., 2021b). Um esforço coletivo entre diversas instituições e pesquisadores, liderado pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) deu origem ao Modelo Brasileiro de Sistema Terrestre (BESM) o qual, na sua versão mais simples onde somente o acoplamento oceano-atmosfera é considerado, é chamado BESM-AO. Ele modo viabiliza análises relacionadas as mudanças climáticas globais e um entendimento sobre os processos físicos acoplados em altas latitudes, causas e efeitos. Além disso, o modelo tem como objetivo contribuir para o CMIP (*Climate Model Intercomparison Project*), base científica para formulação do IPCC (Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas). De acordo com Turner et al. (2015), a inabilidade dos modelos climáticos em representar corretamente as variações de gelo marinho compromete a robustez das simulações numéricas. A escassez de dados coletados *in situ* aliado ao alto custo de operações polares devido ao afastamento geográfico reforça a importância da utilização e aprimoramento dos modelos acoplados oceano-gelo marinho-atmosfera para análises do sistema terrestre.

No Brasil, especialmente no INPE, já existe a consciência de que modelos de sistema terrestre, onde os processos acoplados entre a atmosfera, o oceano e a Criosfera são simulados, tem grande relevância para as projeções climáticas utilizadas no país, especialmente considerando as escalas climáticas sazonal, interanual, decadal e centenal. Recentemente Casagrande et al. (2020) utilizaram os dados do modelo BESM-OA em conjunto com dados dos modelos que compõe os projetos CMIP5 e CMIP6 para analisar a sensibilidade climática das regiões polares. No trabalho os autores analisaram a sensibilidade do GM e amplificação polar do Ártico e Antártica, sazonalmente, utilizando o experimento abrupto $4xCO_2$, bem como os processos acoplados oceano-atmosfera-gelo marinho, identificando os principais vieses entre os modelos CMIP.

Prado et al. (2021a, 2021b) também se valeram de saídas do modelo BESM-AO e de outros modelos do CMIP5 para descrever a habilidade desses modelos em simular a Oscilação Antártica, também conhecida como Modo Anular Sul (SAM – *Southern Annular Mode*) em termos de tendências futuras de mudanças (Prado et al., 2021a) como na sua representação geográfica (Prado et al., 2021b). Sabe-se que a SAM é o modo de variabilidade climática predominante no hemisfério sul, sendo representada por padrões regulares da pressão atmosférica a 500 hPa ou através de anomalias de pressão atmosférica ao nível do mar, na forma de um anel circumpolar em volta da Antártica com sucessivas cristas e cavados. Sua boa representação depende da devida representação dos fenômenos acoplados entre o oceano, a atmosfera e o GM.

Prado et al. (2021a), usando outputs dos experimentos históricos e de cenários futuros do BESM-OA e outros modelos CMIP5, analisaram mapas de pressão atmosférica ao nível do mar para concluir que o padrão espacial médio da SAM em ambas as fases (positiva e negativa) é bem representado nesses modelos. Os autores indicaram, porém, uma predominância da fase positiva da SAM desde a década de 1980 até o final do período histórico nos anos 2000. Os autores também indicam que o aumento da forçante radiativa imposta pelos cenários RCP4.5 e RCP8.5 sugere uma predominância da fase positiva da SAM nos cenários de aquecimento global, corroborando trabalhos anteriores como os de Marshall et al. (2004) e Arblaster e Meehl (2006). Como conclusão, Prado et al. (2021a) reportam que o BESM-AO tem habilidade para representar a SAM e suas tendências futuras, oferecendo uma opção caseira e confiável para estudos climáticos no hemisfério sul.



Prado et al. (2021b), além de utilizarem o BESM-AO e outros modelos CMIP5 para descrever a SAM, valeram-se de dados observacionais e de reanálises atmosféricas para concluir que o BESM-AO tem capacidade de reproduzir satisfatoriamente os padrões espaciais da SAM, assim como os respectivos índices SAM expressos a partir de dados de pressão atmosférica ao nível do mar. Todos os índices SAM calculados a partir de dados do BESM e outros modelos CMIP5 indicaram uma tendência positiva desde a década de 1970, em consistência com resultados prévios. Segundo Reboita et al. (2009) e Vasconcellos et al. (2019), a variabilidade da SAM é diretamente relacionada a trocas nos processos de ciclogênese e à variabilidade da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), através de seus respectivos impactos na precipitação. Assim sendo, o estudo da SAM e de sua devida representação nos modelos de Sistema Terrestre são essenciais para o entendimento e previsão do clima do Brasil.

Como o GM irá responder a mudanças na forçante radiativa terrestre e qual a habilidade dos modelos oceânicos utilizados nos modelos de Sistema Terrestre em representar a variabilidade espacial e temporal do GM para o tempo passado, presente e futuro, assim como atuarão os principais mecanismos de feedback é ainda uma questão em aberto. A combinação da utilização de dados de sensoriamento remoto, modelagem numérica e dados coletados *in situ* pode oferecer respostas importantes a essa questão.

9.7.2 - Objetivo Geral

Este projeto se alinha ao objetivo específico 9.2 do PCI e ao Objetivo Estratégico 2 do plano diretor 2018-2023 que trata de desenvolver a nova geração do sistema de modelagem numérica atmosfera-oceano-superfície.

Diante do exposto acima, o objetivo geral desse estudo é analisar, através de dados observacionais e de modelos acoplados, a sensibilidade climática em altas latitudes e habilidade do modelo BESM-AO e outros modelos do CMIP5 e CMIP6 em representar o gelo marinho Ártico e Antártico, para o tempo passado, presente e para cenários futuros até 2100. O objetivo desse trabalho visa descrever o estado da arte atual desses modelos acoplados para que, através de métodos qualitativos e quantitativos futuros o INPE possa desenvolver seu futuro Modelo Comunitário de Sistema Terrestre Unificado (MCSTU) tomando por base as melhores condições radiativas, dinâmicas e termodinâmicas impostas nas simulações presentes para oferecer novas e mais precisas projeções e análises.

Objetivo Específico 1:

Analisar a habilidade dos modelos numéricos BESM-AO e CMIP em representar as variações sazonais da concentração e extensão do GM Ártico e Antártico para o tempo passado/presente (Experimento histórico) e cenários Futuros (até 2100).

Objetivo Específico 2:

Analisar sazonalmente a amplificação polar das mudanças climáticas a partir de dados do modelo BESM-AO e CMIP para o tempo passado/presente (Experimento histórico) e cenários Futuros (até 2100).

Objetivo Específico 3:



Descrever sazonalmente as condições atmosféricas e das camadas superficiais oceânicas (vento ao nível do mar e temperatura da superfície do mar) que estão relacionadas à concentração e extensão do GM Ártico e Antártico e ao fenômeno de amplificação polar a partir de dados do modelo BESM-AO e CMIP para o tempo passado/presente (Experimento histórico) e cenários Futuros (até 2100).

9.7.3 - Insumos

9.7.3.1 – Custeio

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

9.7.3.2 – Bolsas

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

9.7.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
1. Baixar e processar dados de saídas dos modelos BESM-OA e CMPI de concentração e extensão de GM	1	(1) Mapas sazonais e séries de tempo de concentração e extensão de GM para os cenários presente (Experimento Histórico) e cenários futuros até 2100			X		
2. Baixar e processar dados de saídas dos modelos BESM-OA e CMPI de temperatura do ar entre a superfície e o topo da camada limite em longitudes polares para e calcular a amplificação polar	2	(2) Séries de tempo de temperatura do ar para os cenários presente (Experimento Histórico) e cenários futuros até 2100			X		
3. Baixar e processar dados de saídas dos modelos BESM-OA e CMPI de temperatura da superfície do mar	3	(3) Séries de tempo de temperatura da superfície do mar para os cenários presente (Experimento Histórico) e cenários futuros até 2100			X		
4. Baixar e processar dados de saídas dos modelos BEAM-AO e CMPI das componentes zonal e meridional do vento na superfície do mar	3	(4) Séries de tempo de das componentes zonal e meridional do vento na superfície do mar para os cenários presente (Experimento Histórico) e cenários futuros até 2100			X		

9.7.5 – Cronograma de Atividades



Atividades	Semestre									
	2019		2020		2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Baixar e processar dados de saídas dos modelos BEAM-AO e CMPI de concentração e extensão de GM						X				
Baixar e processar dados de saídas dos modelos BEAM-AO e CMPI de temperatura do ar entre a superfície e o topo da camada limite em longitudes polares para e calcular a amplificação polar						X				
Baixar e processar dados de saídas dos modelos BEAM-AO e CMPI de temperatura da superfície do mar							X			
Baixar e processar dados de saídas dos modelos BEAM-AO e CMPI das componentes zonal e meridional do vento na superfície do mar							X			

9.7.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Análise do gelo marinho	1	Mapas sazonais e séries de tempo de concentração e extensão de GM para os cenários presente (Experimento Histórico) e cenários futuros até 2100			X		
Análise da Amplificação Polar	2	Séries de tempo de temperatura do ar para os cenários presente (Experimento Histórico) e cenários futuros até 2100			X		
Análise da temperatura da superfície do mar	3	Séries de tempo de temperatura da superfície do mar para os cenários presente (Experimento Histórico) e cenários futuros até 2100			X		



Análise do vento	3	Séries de tempo de das componentes zonal e meridional do vento na superfície do mar para os cenários presente (Experimento Histórico) e cenários futuros até 2100				X	
------------------	---	---	--	--	--	---	--

9.7.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas (1X=1mês)				
			2019	2020	2021	2022	2023
Submissão de artigo em revista internacional	1,2,3	Indicadores 1-4			XX	X	

9.7.8 - 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	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

9.7.9 - Equipe do Projeto

Dr. Ronald Buss de Souza

Dr. André Lanfer

Dr^a Fernanda Casagrande (Bolsista)

9.7.10 - Referências Bibliográficas

Arblaster, J. M. & Meehl, G. A. (2006). Contributions of external forcings to southern annular mode trends. *J Climate* 19(12), 2896–2905.

Barnes, E. A., & Screen, J. A. (2015). The impact of Arctic warming on the midlatitude jet-stream: Can it? Has it? Will it? *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 6(3), 277-286.

Casagrande, F., Buss de Souza, R., Nobre, P., & Lanfer Marquez, A. (2020). An inter-hemispheric seasonal comparison of polar amplification using radiative forcing of a quadrupling CO2 experiment. In *Annales Geophysicae* (Vol. 38, No. 5, pp. 1123-1138).

Clem, K. R., Fogt, R. L., Turner, J., Lintner, B. R., Marshall, G. J., Miller, J. R., & Renwick, J. A. (2020). Record warming at the South Pole during the past three decades. *Nature Climate Change*, 10(8), 762-770.

Coumou, D., Di Capua, G., Vavrus, S., Wang, L., & Wang, S. (2018). The influence of Arctic amplification on mid-latitude summer circulation. *Nature Communications*, 9(1), 1-12.

Eyring, V., Bony, S., Meehl, G. A., Senior, C. A., Stevens, B., Stouffer, R. J., & Taylor, K. E. (2016). Overview of the Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6) experimental design and organization. *Geoscientific Model Development*, 9(5), 1937-1958.

Holland, M. M., & Bitz, C. M. (2003). Polar amplification of climate change in coupled models. *Climate Dynamics*, 21(3), 221-232.

Marshall, G. J., Stott, P. A., Turner, J., Connolley, W.M., King, J. C. & Lachan-Copeta, T. A. (2004). Causes of exceptional atmospheric circulation changes in the Southern Hemisphere. *Geophys Res Lett* 31, L14205.



Nobre, P., Siqueira, L. S., de Almeida, R. A., Malagutti, M., Giarolla, E., Castelão, G. P., Marcondes, G. G. (2013). Climate simulation and change in the Brazilian climate model. *Journal of Climate*, 26(17), 6716-6732.

Pezzi, L. P., de Souza, R. B., Santini, M. F., Miller, A. J., Carvalho, J. T., Parise, C. K., Quadro, M.F., Rosa, E.R., Justino, F., Sutil, U.A., Cabrera, M.J., Babanin, A. V., Voermans, J., Nascimento, E. L., Alves, R. C. M., Munchow, G.B., Rubert, J. (2021). Oceanic eddy-induced modifications to air–sea heat and CO₂ fluxes in the Brazil-Malvinas Confluence. *Scientific Reports*, 11(1), 1-15.

Pithan, F., & Mauritsen, T. (2014). Arctic amplification dominated by temperature feedbacks in contemporary climate models. *Nature geoscience*, 7(3), 181-184.

Prado, L.; Wainer, I.; Souza, R.B. 2021 (aceito). Positive SAM trend as seen in the Brazilian Earth System Model (BESM) future scenarios. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*.

Prado, L.; Wainer, I.; Souza, R.B. 2021 (aceito). The representation of the Southern Annular Mode signal in the Brazilian Earth System Model. *Atmosphere*.

Reboita, M. S.; Ambrizzi, T.; Rocha, R. P. (2009). Relationship between the Southern Annular Mode and Southern Hemisphere atmospheric systems. *Rev. Bras. Meteorol.*, 24(1), 48-55.

Stroeve, J., & Notz, D. (2018). Changing state of Arctic sea ice across all seasons. *Environmental Research Letters*, 13(10), 103001.

Smith, D. M., Screen, J. A., Deser, C., Cohen, J., Fyfe, J. C., García-Serrano, J., Zhang, X. (2019). The Polar Amplification Model Intercomparison Project (PAMIP) contribution to CMIP6: investigating the causes and consequences of polar amplification. *Geoscientific Model Development*, 12(3), 1139-1164.

Souza, R., Pezzi, L., Swart, S., Oliveira, F., & Santini, M. (2021). Air-Sea Interactions over Eddies in the Brazil-Malvinas Confluence. *Remote Sensing*, 13(7), 1335.

Stuecker, M. F., Bitz, C. M., Armour, K. C., Proistosescu, C., Kang, S. M., Xie, S. P., ... & Jin, F. F. (2018). Polar amplification dominated by local forcing and feedbacks. *Nature Climate Change*, 8(12), 1076-1081.

Soden, B. J., Held, I. M., Colman, R., Shell, K. M., Kiehl, J. T., & Shields, C. A. (2008). Quantifying climate feedbacks using radiative kernels. *Journal of Climate*, 21(14), 3504-3520.

Vasconcellos, F. C.; Pizzochero, R. M.; Cavalcanti, I. F. A. (2019). Month-to-month impacts of Southern Annular Mode over South America climate. *Anuário do Instituto de Geociências UFRJ*, 42, 1, 783-792.

Vaughan, D. G., Marshall, G. J., Connolley, W. M., Parkinson, C., Mulvaney, R., Hodgson, D. A., Turner, J. (2003). Recent rapid regional climate warming on the Antarctic Peninsula. *Climatic change*, 60(3), 243-274.

Veiga, S. F., Nobre, P., Giarolla, E., Capistrano, V., Baptista Jr, M., Marquez, A. L., ... & Nobre, C. A. (2019). The Brazilian Earth System Model ocean–atmosphere (BESM-



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

OA) version 2.5: evaluation of its CMIP5 historical simulation. *Geoscientific Model Development*, 12(4), 1613-1642.



Projeto 9: Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos

Subprojeto 9.8: Implementação da primeira geração de previsões sub-sazonais com o modelo global do CPTEC/INPE

9.8.1 – Introdução

O projeto 9 trata de atividades de desenvolvimento e pesquisa em previsão de tempo (para os próximos dias), previsão estendida (sub-sazonal, para as próximas semanas) e previsão climática sazonal (para os próximos meses) no Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Este subprojeto (Implementação da primeira geração de previsões sub-sazonais com o modelo global do CPTEC/INPE) consta no Projeto 9 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2019-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE. Também está alinhado com o objetivo estratégico 8 do plano diretor 2016-2019: Promover e aprimorar a pesquisa e o desenvolvimento da modelagem numérica do sistema integrado atmosfera, oceano, superfície continental e aerossóis/química, para prover o Brasil com o estado da arte em previsão de tempo, clima sazonal, qualidade do ar, agitação marítima, circulação costeira e produtos de satélites ambientais.

As previsões sub-sazonais (previsões para as próximas 2 a 4 semanas) são essenciais para o planejamento das atividades de diversos setores da sociedade (por exemplo, produção agrícola, produção e distribuição de energia elétrica, gerenciamento de recursos hídricos, turismo, entre outros). O CPTEC/INPE como um centro de pesquisa e desenvolvimento nessa temática tem como missão fornecer a sociedade brasileira tais previsões com alta qualidade empregando os mais modernos conhecimentos científicos e tecnológicos disponíveis na atualidade. Nesse contexto, o CPTEC/INPE possui um sistema de previsão de tempo com alcance de até 15 dias, e um sistema de previsão climática para os próximos 3 meses, porém ainda carece de um sistema de previsão para a escala sub-sazonal intermediária (de semanas). Dessa forma, há uma lacuna entre a previsão de tempo e a previsão climática. Este projeto tem como objetivo auxiliar a preencher essa lacuna através da implementação da primeira geração de previsões sub-sazonais com o modelo global do CPTEC/INPE.

Portanto, este projeto representa uma contribuição de grande relevância para a meteorologia brasileira na área de previsão na escala de tempo sub-sazonal no contexto das iniciativas em curso para o desenvolvimento do sistema nacional de meteorologia e do Modelo Comunitário do Sistema Terrestre Unificado, uma vez que a extensão das previsões meteorológicas produzidas pelos modelos do CPTEC/INPE para até 30 dias de antecedência é uma prioridade desse sistema e a experiência adquirida com a implementação realizada nesse projeto serão de suma importância para futuras implementação de novas versões do modelo unificado.

Durante os últimos 5 anos, através de pesquisas realizadas dentro do programa de pós-graduação em meteorologia do INPE foi realizada a configuração e avaliação, de forma sistemática e pioneira, seguindo padrões científicos internacionais, da habilidade preditiva do modelo global atmosférico de previsão meteorológica do CPTEC/INPE na produção de previsões de chuva e temperatura do ar próxima à superfície até 4 semanas a frente, assim como a evolução diária do fenômeno Oscilação de Madden e Julian (OMJ), conhecido como uma das principais fontes de variabilidade e previsibilidade das condições meteorológicas na escala sub-sazonal. Esta pesquisa foi realizada em parceria com a Universidade de Reading (Inglaterra), dentro do contexto de iniciativas internacionais associados ao programa mundial de pesquisa em tempo e clima da Organização Meteorológica Mundial. Diferentes configurações do modelo foram testadas. As alterações na configuração do modelo envolveram a inclusão de diferentes graus de refinamento da representação da



estrutura vertical da atmosfera, diferentes formas de representação de nuvens convectivas profundas (com grande extensão vertical), de processos físicos na camada atmosférica próxima a superfície terrestre, de representação da umidade do solo e de inicialização do modelo (determinístico e por conjuntos). O objetivo do trabalho foi identificar a melhor configuração do modelo para a produção de previsões semanais, em escala global.

Também foi realizada uma inédita avaliação inter-comparativa entre previsões sub-sazonais produzidas com o modelo global brasileiro do CPTEC/INPE e com 4 modelos de centros internacionais: Agência Meteorológica do Japão (JMA), Agência ambiental e de mudanças climáticas do Canadá (ECCC), Centro Europeu de Previsões Meteorológicas de Médio Prazo (ECMWF) e Escritório Australiano de Meteorologia (BoM). O modelo brasileiro apresentou desempenho similar aos modelos do ECCC (Canadá) e BoM (Austrália) tanto para as previsões de precipitação quanto para as previsões da OMJ. As avaliações realizadas no trabalho indicaram que o modelo brasileiro se mostrou competitivo em comparação aos demais modelos avaliados. Porém em relação ao modelo do ECMWF há espaço para melhorar o sistema de previsão do Brasil, possivelmente através da inclusão de acoplamento a um modelo oceânico interativo, aumento do refinamento espacial, melhorias na representação de processos físicos utilizados no modelo, assim como no procedimento de geração de condições iniciais necessárias para produzir as previsões com o modelo. O desenvolvimento do Modelo Comunitário do Sistema Terrestre Unificado incorporando o conhecimento adquirido com esse trabalho realizado com o modelo global do CPTEC/INPE será de suma importância para o aperfeiçoamento e melhoria da qualidade das previsões sub-sazonais para o Brasil.

A implementação das previsões sub-sazonais de forma rotineira no CPTEC/INPE contribuirá para manter o Brasil posicionado na vanguarda das pesquisas nessa temática, produzir novos conhecimentos e desenvolver novas capacidades de previsão numérica de relevância para a sociedade brasileira, seguindo a tendência internacional nessa área.

O desenvolvimento do Modelo Comunitário do Sistema Terrestre Unificado será uma tarefa de longo prazo, e havendo disponível uma ferramenta de previsão configurada e avaliada para a produção de previsões numéricas meteorológicas para uma escala de tempo (sub-sazonal) de imediato interesse de diversos setores socioeconômicos do Brasil (inclusive no contexto do em desenvolvimento sistema nacional de meteorologia) este projeto visa atender essa demanda através da implementação da primeira geração de previsões sub-sazonais com o modelo global do CPTEC/INPE. Assim, esse subprojeto trará uma importante contribuição para o Brasil que passará a ter uma nova ferramenta de previsão sub-sazonal disponível para a geração rotineira de produtos de previsão em uma escala temporal de grande interesse de vários setores da sociedade brasileira, e ao mesmo tempo as experiências acumuladas através dessa implementação serão de grande relevância para futuras implementações similares com o modelo unificado.

9.8.2 - Objetivo Geral

O objetivo geral do projeto 9 (CPTEC) do Programa de Capacitação Institucional - PCI 2019 – 2023 PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS ESPACIAIS E SUAS APLICAÇÕES do INPE é desenvolver atividades de pesquisa e desenvolvimento nas áreas de meteorologia, climatologia, hidrologia, sensoriamento remoto da atmosfera, oceanografia e meio ambiente, com ênfase em técnicas de modelagem e de tratamento de observações da atmosfera, dos oceanos e da superfície.



O sub-projeto Implementação da primeira geração de previsões sub-sazonais com o modelo global do CPTEC/INPE está vinculado diretamente às diretrizes estratégicas da instituição através do Objetivo Específico 5 do projeto 9: Desenvolvimento e pesquisa nas áreas de Previsão Climática Sazonal e Sub-Sazonal, Previsão da Qualidade do Ar, Agitação marítima e Correntes costeiras, visando acompanhar a melhoria dos indicadores de desempenho global dos modelos dos melhores centros internacionais e superá-la para previsões de curto prazo sobre o Brasil e América do Sul.

O sub-projeto Implementação da primeira geração de previsões sub-sazonais com o modelo global do CPTEC/INPE está também alinhado com o Objetivo estratégico 6: Desenvolvimento de Produtos de Monitoramento e Previsão fazendo uso das pesquisas desenvolvidas para previsão de tempo e clima.

Também está alinhado com o plano diretor 2016-19 através da meta 8.1. Desenvolver um sistema integrado de modelagem global da atmosfera, oceano, superfície continental, aerossóis e química para a previsão de eventos extremos.

Este sub-projeto tem como objetivo implementar a primeira geração de previsões sub-sazonais com o novo modelo global do CPTEC/INPE. Nesse contexto, o modelo do CPTEC/INPE será utilizado para a produção de previsões sub-sazonais retrospectivas (para 20 anos passados para a produção do clima do modelo para ser possível gerar mapas de anomalias) e rotineiras para condições futuras previstas para as próximas semanas. Em seguida será realizada a produção de produtos de previsão sub-sazonal incluindo índices de avaliação da destreza dessas previsões. Após esta implementação o Brasil passará a ter uma nova e moderna ferramenta de previsão sub-sazonal para atender a demanda de vários setores da sociedade que necessitam informações antecipadas nessa escala temporal.

Objetivo Específico 1: Implementação de procedimentos de obtenção das condições iniciais necessárias para rodar o modelo.

Objetivo Específico 2: Produção de previsões sub-sazonais retrospectivas e rotineiras para condições futuras previstas para as próximas semanas com o modelo do CPTEC/INPE.

Objetivo Específico 3: Avaliação da destreza das previsões sub-sazonais retrospectivas e das previsões produzidas rotineiramente para condições futuras para as próximas semanas do modelo do CPTEC/INPE.

Objetivo Específico 4: Implementação de procedimentos para geração de produtos rotineiros de previsão sub-sazonal.

9.8.3 - Insumos

9.8.3.1 – Custeio

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Participação em estágios, cursos e visitas	Diárias	R\$20000,00
Despesas de transporte para participação em estágios, cursos e visitas	Passagens	R\$30000,00

9.8.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
9.8.1	Profissional formado em Meteorologia, Oceanografia 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 em modelagem climática e métodos estatísticos aplicados a climatologia,	1 a 4	D-B	3	1

9.8.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas			
			Nov 2021	Dez 2021	Dez 2021	Jan 2022
1. Implementar procedimentos de obtenção das condições iniciais necessárias para rodar o modelo	1	Implementação do procedimento de obtenção de condições iniciais	Implementar o procedimento de obtenção das condições iniciais			
2. Produção de previsões sub-sazonais retrospectivas e rotineiras para condições futuras previstas para as próximas semanas	2	Previsões sub-sazonais retrospectivas e rotineiras		Gerar as previsões sub-sazonais retrospectivas e rotineiras e armazená-las		



3. Desenvolvimento de procedimentos e ferramentas para avaliação da destreza das previsões subsazonais retrospectivas	3	Definição de procedimento para avaliação das previsões subsazonais retrospectivas			Desenvolver programas para o pós-processamento e avaliação das previsões sub-sazonais	
4. Avaliação da destreza das previsões subsazonais retrospectivas	3	Avaliação das previsões subsazonais retrospectivas				Elaborar mapas e índices de verificação da qualidade das previsões subsazonais retrospectivas geradas
5. Implementação de procedimentos para geração de produtos rotineiros de previsão sub-sazonal	4	Procedimentos para a geração de produtos rotineiros através de programas implementados			Elaboração de programas para produção rotineira das previsões	Elaboração de programas para a elaboração de mapas e produtos de previsão

9.8.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Mes									
	2021				2021				2022	
	Nov	Nov			Dez	Dez			Jan	Jan
1. Implementação de procedimento de obtenção das condições iniciais										



1.1 – Definição do procedimento e condições iniciais												
1.2 – Obtenção das condições iniciais												
2. Produção de previsões sub-sazonais retrospectivas e rotineiras com o modelo												
3. Desenvolvimento de procedimentos e ferramentas para avaliação da destreza das previsões sub-sazonais retrospectivas e rotineiras												
4. Avaliação da destreza das previsões sub-sazonais retrospectivas												
5. Implementação de procedimentos para geração de produtos rotineiros de previsão sub-sazonal												

9.8.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas			
			Nov 2021	Dez 2021	Dez 2021	Jan 2022
Implementação de procedimento de obtenção das condições iniciais	1	Condições iniciais disponíveis	Implementação das condições iniciais			
Previsões Sub-sazonais retrospectivas e rotineiras	2	Previsões retrospectivas e rotineiras		Gerar e armazenar as previsões retrospectivas e rotineiras		
Ferramentas de avaliação das previsões	3	Ferramentas para avaliação			Desenvolver programas para o pós-processamento e avaliação das previsões sub-sazonais retrospectivas	



Avaliação das previsões sub-sazonais retrospectivas	3	Mapas e índices de verificação				Elaborar mapas e índices de verificação da qualidade das previsões sub-sazonais retrospectivas gerados
Implementação de procedimentos para geração de produtos rotineiros de previsão sub-sazonal	4	Procedimentos para a geração de produtos rotineiros			Elaboração de programas para produção rotineira das previsões	Elaboração de programas para a elaboração de mapas e produtos de previsão

9.8.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas			
			Nov 2021	Dez 2021	Dez 2021	Jan 2022
Procedimentos de obtenção de condições iniciais implementado	1	Procedimentos implementados	Ter implementado um procedimento para obtenção das condições iniciais			
Previsões sub-sazonais retrospectivas e rotineiras	2	Previsões retrospectivas		Ter gerado e armazenado as previsões sub-sazonais retrospectivas		



Ferramentas de avaliação das previsões sub-sazonais retrospectivas	3	Ferramenta			Ter desenvolvido programas para o pós-processamento e avaliação das previsões sub-sazonais retrospectivas	
Avaliação das previsões sub-sazonais retrospectivas	3	Mapas				Ter produzido mapas e índices de verificação da qualidade das previsões sub-sazonais retrospectivas
Implementação de procedimentos para geração de produtos rotineiros de previsão sub-sazonal	4	Programas e mapas			Ter desenvolvido programas para produção rotineira das previsões	Ter desenvolvido programas para a elaboração de mapas e produtos de previsão

9.8.8 - Recursos Solicitados

Custeio:

Custeio	Valor (R\$)
Diárias	R\$20000,00
Passagens	R\$30000,00
Total (R\$) para 60 meses	R\$50000,00

Bolsas:

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

9.8.9 - Equipe do Projeto

- 1) Bolsista PCI D-B a ser recrutado
- 2) Caio Augusto dos Santos Coelho (coordenador do projeto)
- 3) Alex de Almeida Fernandes
- 4) Gilvan Sampaio de Oliveira
- 5) Paulo Kubota
- 6) Carlos Bastarz

9.8.10 - Referências Bibliográficas



Projeto 9: Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos

Subprojeto 9.9: Aprimoramento e Validação de Produtos de Sensoriamento Remoto para Monitoramento do fogo na vegetação.

9.9.1 – Introdução

O Programa de Monitoramento dos Biomas Brasileiros (BiombrasBR) se insere no contexto institucional e missão do INPE, em conformidade com as atribuições regimentais da Coordenação Geral de Ciências da Terra. O projeto BiombrasBR consta do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE. Neste contexto, os objetivos relacionados com o monitoramento de queimadas devem ser atendidos por meios de aprimoramento no mapeamento de áreas queimadas nos biomas Brasileiros. Portanto, este subprojeto propõe atender os objetivos de monitoramento de fogo dentro do projeto BiombrasBR.

O objetivo geral do projeto BiombrasBR é: manter e expandir seus sistemas operacionais atuais de monitoramento e agregar processos inovadores. Com isso, permitindo o monitoramento de mudanças da cobertura terrestre, a contabilidade de carbono, a quantificação da poluição atmosférica e dos riscos climáticos para as principais atividades econômicas. Está no escopo atingir o objetivo aprimorando ferramentas de processamento e disseminação de dados e intensificando o treinamento e a capacidade técnica dos recursos humanos. Desta forma, está vinculado diretamente às diretrizes estratégicas do INPE.

O Projeto BiombrasBR apresenta os seguintes objetivos específicos:

1. Produzir e manter as séries históricas de dados fundamentais sobre o uso e cobertura da terra e queimadas em todos os biomas do país.
2. Integrar os dados gerados de uso e cobertura da terra e queimadas com dados de outras fontes e modelos para gerar produtos críticos para subsidiar a elaboração e a evolução metodológica utilizadas para documentos essenciais para o planejamento estratégico e a relatoria nacional e internacional das metas para o desenvolvimento sustentável, com aplicação em diferentes setores da economia.
3. Produzir em escalas temporais da ordem de dias a anos dados espaciais georreferenciados sobre a climatologia, as emissões de gases de efeito estufa, especialmente CO₂, e aerossóis atmosféricos provenientes das conversões da cobertura da terra e queimadas no Brasil.
4. Desenvolver e disponibilizar indicadores de riscos à produtividade agrícola, à estabilidade dos recursos ambientais, à saúde humana e dos biomas associados à modificações ambientais, associadas às mudanças da cobertura da terra e a presença de poluentes provenientes das queimadas.
5. Produzir indicadores do risco de impacto das mudanças climáticas em setores-chaves à economia do país, relacionando a vulnerabilidade e exposição desses setores e dos sistemas sociais e ambientais às variações climáticas e mudanças nos usos e cobertura da terra;
6. Produzir e incorporar tecnologias críticas essenciais para gerar, processar, disseminar os resultados para a sociedade.



7. Promover a formação de recursos humanos especializados visando manter a perenidade do Estado Brasileiro na execução das ações propostas no BiomasBR-MCTI e conduzir programas de ciências ambientais vinculados às ações acima descritas para a sociedade civil em geral, mas com foco especial nas escolas públicas.

Diante das necessidades geradas para atingir os objetivos do projeto, o mapeamento de áreas queimadas demonstrou-se um gargalo relevante com necessidade de aprimoramento. O monitoramento do fogo é desenvolvido desde 1998 pelo Programa Queimadas no INPE. Este programa desenvolve o monitoramento de queimadas/incêndios no continente sul americano e estudos e pesquisas sobre o mapeamento de áreas queimadas. A partir de 2015, o programa passou a operar e disponibilizar o mapeamento da área queimada para o bioma Cerrado usando imagens orbitais de baixa (1 km) e média resolução (30 m), correspondente aos produtos *aq1km* e *aq30m*, respectivamente (INPE, 2021). Contudo, mapeamentos de área queimada em outros biomas ainda precisam ser implementadas, visto que características fitofisionômicas e edafoclimáticas reservam peculiaridades que devem ser consideradas na metodologia de mapeamento em cada bioma. O próximo desafio é estender a operação para outros biomas, gerando mapas digitais das áreas de vegetação queimada de forma automática, com auditoria de controle de qualidade e validação.

Para atender a demanda atual e emergencial, considerando que as bolsas são de 3 meses, os subprojetos foram planejados para serem executados com atividades específicas para este período, visando atender uma demanda técnico/científica do programa BiomasBR. No entanto, existem demandas e possibilidades de ampliação destas atividades para seguirem produzindo conhecimento científico específico para outras áreas, períodos e técnicas empregadas.

9.9.2 - Objetivo Geral

O objetivo deste projeto é mapear áreas queimadas do produto *aq30m* do Programa Queimadas de 2013 a 2021 usando sensoriamento remoto segmentado por órbitas/ponto do satélite Landsat-8 e por bioma seguindo um plano estatístico para garantir a melhor representatividade dos resultados. A partir desse mapeamento, será validada a base de dados de área queimada do produto para ampliar a maturidade dos produtos com publicações científicas. Para tanto, será necessário atingir os seguintes objetivos específicos:

- A. Estabelecer um plano amostral para a estimativa de precisão dos mapeamentos de área queimada;
- B. Validar o produto de área queimada para o bioma Cerrado;
- C. Utilizar os dados de referência para analisar as áreas queimadas com outros dados produzidos pelo INPE, como por exemplo, focos da nova metodologia que utiliza imagens do satélite GOES-16.
- D. Comparar diferentes metodologias de classificação de áreas queimadas no bioma Cerrado, como métodos de *Machine Learning* e técnicas de GEOBIA (Análise de imagens baseada em objetos geográficos) para expandir para outros biomas.

9.9.3 - Insumos

9.9.3.1 – Custeio

Para a demanda atual, considerando bolsas de 3 meses, não se pleiteia valores de custeio.



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

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

9.9.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/ nível	Meses	Quantidade
9.91	Profissional formado em qualquer das áreas da Geociências 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. Graduação ou mestrado	Com conhecimento de Sensoriamento Remoto e noção de programação e geoprocessamento	A e B	D-C	3	1
9.9.2	Profissional formado em qualquer das áreas da Geociências 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. Graduação ou mestrado	Com conhecimento de Sensoriamento Remoto e noção de programação e geoprocessamento	C	D-C	3	1
9.9.3	Profissional formado em qualquer das áreas da Geociências 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. Graduação ou mestrado	Com conhecimento de Sensoriamento Remoto e noção de programação e geoprocessamento	D	D-C	3	1

9.9.4 - Atividades de Execução

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

1. Desenvolver um painel amostral para definir a estratégia de validação e assim determinar quais imagens serão utilizadas na próxima atividade;



2. Gerar os dados de área queimada de referência conforme desenho amostral definido na etapa anterior;
3. Validar subconjuntos de dados Landsat-8 disponíveis para o processamento no período 2017 a 2021 do bioma Cerrado de acordo com o desenho amostral;
4. Analisar as áreas queimadas com dados de focos ativos de imagens do satélite GOES-16, visando computar a qualidade dos dados de focos.
5. Aplicar técnicas de GEOBIA (Análise de imagens baseada em objetos geográficos), combinadas com algoritmos de Machine Learning, para classificação de áreas queimadas.

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2021	2022	2023	2024	2025
1	A-B	Definição de um plano amostral para validação, com indicação de um conjunto de imagens para o processo de auditoria.	x	x			
2	A-B	Disponibilização de um conjunto de polígonos de referência de áreas queimadas.	x	x			
3	A-B	Relatório técnico com a confiabilidade da metodologia 1.0 do produto AQ30M.	x	x			
4	C	Relatório de avaliação da qualidade do uso de focos GOES-16.	x	x			
5	D	Avaliação preliminar de áreas queimadas geradas por meio de técnicas de GEOBIA e Machine Learning, em um conjunto de dados obtidos no projeto Brazil Data Cube	x	x			



9.9.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Meses									
	2021		2022		2023		2024		2025	
	1	2	1							
1	x	x	x							
2	x	x	x							
3	x	x	x							
4	x	x	x							
5	x	x	x							

9.9.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2021	2022	2023	2024	2025
Definição de um plano amostral para validação, com indicação de um conjunto de imagens para o processo de auditoria	A	Relatório com definição de um modelo amostral para validação com indicação de um conjunto de imagens para o processo de auditoria.	x	x			
Mapas de cicatrizes de áreas	A	Dados organizados em	x	x			



queimadas		shapefiles.					
Estatísticas de comparação e validação da área queimada	B	Relatório de avaliação do grau de confiabilidade da metodologia 1.0 do produto AQ30M.	x	x			
Estatísticas de comparação e validação dos Focos GOES-16	C	Relatório de avaliação da qualidade do uso de focos GOES-16.	x	x			
Método para utilização de Machine Learning e técnicas de GEOBIA	D	Avaliação preliminar de áreas queimadas geradas por meio de técnicas de GEOBIA e Machine Learning, em um conjunto de dados obtidos no projeto Brazil Data Cube	x	x			

9.9.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2021	2022	2023	2024	2025
Conjunto de polígonos de referência para áreas queimadas que poderão ser utilizados para aprimoramento de novas metodologias e validação dos dados atuais.	A	Dados organizados em shapefiles.	x	x			
Publicação de uma comparação do grau de confiabilidade da metodologia 1.0 do produto AQ30M.	B	Relatório técnico a ser publicado na biblioteca do INPE.	x	x			



Publicação de uma análise da qualidade do produto focos GOES-16.	C	Relatório técnico a ser publicado na biblioteca do INPE.	x	x			
Publicação de uma análise da utilização de Machine Learning e técnicas de GEOBIA para mapeamento de áreas queimadas	D	Relatório técnico a ser publicado na biblioteca do INPE.	x	x			

9.9.8 - 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	3	3	30.420,00
	D	2.860,00			
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					30.420,00

9.9.9 - Equipe do Projeto

- Fabiano Morelli <fabiano.morelli@inpe.br>
- Thales Sehn Körting <thales.korting@inpe.br>
- Marcos Adami <marcos.adami@inpe.br>

9.9.10 - Referências Bibliográficas

[1] INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Programa Queimadas: Área Queimada. Disponível em: <<http://www.inpe.br/queimadas/portal/destaque/area-queimada>>. Acesso em: 09 ago. 2020.



Projeto 9: Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos

Subprojeto 9.10 – Análise quantitativa e organização de dados meteorológicos para aprimoramento da previsão numérica de tempo no CPTEC

9.10.1 – Introdução

Os esforços para a implementação da previsão numérica de tempo iniciaram-se ainda na década de 1980. Com a inauguração do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) em 1994, o Brasil passou a oferecer e divulgar livremente pela Internet previsões de tempo, clima e qualidade do ar, além de uma série de produtos meteorológicos. Aos poucos, com a introdução de novas tecnologias, supercomputadores mais velozes, e o contínuo desenvolvimento de seus modelos numéricos através de pesquisas em modelagem e observação, o CPTEC tornou-se um dos maiores centros meteorológicos do mundo.

O CPTEC adquire diariamente um amplo e vasto conjunto de observações meteorológicas, imagens de satélites, dados de radares, etc., que em grande parte são usados como insumo de tarefas rotineiras e no desenvolvimento de estudos científicos. Os produtos desenvolvidos a partir dos dados auxiliam na melhoria de análises meteorológicas, previsões de tempo e advertências de tempo severo, estudos do clima, hidrologia e agricultura, providas pelo centro. Além disso, a variedade de dados adquiridos serve a assimilação de dados, isto é, na inicialização de modelos numéricos usados pelo CPTEC. Entende-se por assimilação a incorporação de informações do tempo presente, isto é, os dados observados, nos produtos de previsão numérica de tempo. No entanto, a existência de inconsistências nesses dados pode influenciar seriamente a qualidade dos produtos. Assim, antes de sua utilização, os dados meteorológicos adquiridos devem ser criteriosamente analisados. De forma que as atividades desenvolvidas nesse subprojeto serão de grande importância para o CPTEC/INPE que passará a ter dados meteorológicos de qualidade e métodos eficientes para assimilação.

O projeto 9 trata de atividades de desenvolvimento e pesquisa em previsão de tempo e clima no Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Este subprojeto (Desenvolvimento e Avaliação da Nova Geração de Previsões Climáticas do CPTEC/INPE) consta no Projeto 9 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE.

9.10.2 - Objetivo Geral

O objetivo geral do projeto 9 (CPTEC) do Programa de Capacitação Institucional - PCI 2019-2023 PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS ESPACIAIS E SUAS APLICAÇÕES do INPE é melhorar e aprimorar os métodos de Assimilação de Dados Ambientais, para obter a análise meteorológica e ambiental para o Brasil comparável à dos melhores centros internacionais operacionais. Para atingir este Objetivo Específico 2 serão desenvolvidas as seguintes atividades:

Objetivo Específico 1: Implementar um sistema automático de geração de estatísticas de dados meteorológicos e das análises geradas.

9.10.3 - Insumos

9.10.3.1 – 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	

9.10.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
9.10.1	Profissional formado em Computação ou áreas afins com diploma de nível superior e experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação.		1	D-D	3	1

9.10.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Desenvolvimento de um sistema de estatísticas para dados meteorológicos	1	Estatísticas dos dados meteorológicos			Página Web atualizada automaticamente em ambiente de operação		

9.10.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre									
	2019		2020		2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Desenvolvimento de um sistema de estatística para dados meteorológicos						X				

9.10.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Sistema para análises estatísticas de dados meteorológicos	1	Qualidade da recepção dos dados meteorológicos			Página Web atualizada automaticamente em ambiente de operação		



9.10.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Estatísticas dos dados meteorológicos	1	Sistema computacional para produção de estatísticas dos dados			Sistema em ambiente de operação		

9.10.8 - 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

9.10.9 - Equipe do Projeto

Eduardo Batista de Moraes Barbosa - Supervisor
Aurelienne Aparecida Souza Jorge
Bianca Antunes
Luciana dos Santos Machado Carvalho
Luciana Maria de Castro Mira
Sérgio Henrique Soares Ferreira
Bolsista PCI D-D a ser recrutado

9.10.10 - Referências Bibliográficas



Projeto 9: Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos

Subprojeto 9.11: Aprimoramento dos processos físicos do MCGA/CPTEC para previsão de tempo e clima sazonal

9.11.1 – Introdução

O Modelo de Circulação Geral da Atmosfera (MCGA) do INPE, denominado BAM (*Brazilian Global Atmospheric Model*) é o modelo operacional da previsão numérica de tempo global, clima sazonal, modelo de pesquisa de tempo-clima e a componente atmosférica do modelo acoplado do INPE (BESM-OA) (Figueroa et al., 2016, Veiga et al., 2019, Guimarães et al., 2020, Cavalcanti et al., 2020; Coelho et al., 2021, Guimarães et al., 2021, Sampaio et al. 2021, etc.). Um modelo competitivo comparando com outros modelos globais de grandes centros internacionais (Klingaman et al. 2020, Baker et al. 2021). Recentemente foi desenvolvido uma nova versão deste modelo em coordenadas verticais híbridas (BAM-Híbrido) com grandes ganhos, na redução de erros sobre os Andes. Atualmente este modelo está em fase de validação, logo poderá substituir o atual modelo operacional. Apesar do sucesso alcançado, nos últimos anos com este modelo provendo ao país com as previsões de tempo e clima sazonal global (exemplo a previsão da seca no Brasil no verão e outono de 2021 com vários meses de antecedência), necessita sua permanente modernização tanto de sua dinâmica como de seus processos físicos, a fim de alinhar a pesquisa e desenvolvimento com os grandes centros de meteorologia do mundo. Acompanhando os avanços técnico-científicos em direção a um sistema de modelagem global unificado, exemplos: NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*), NCAR (*National Atmospheric Research*), UKMET (*United Kingdom Meteorological-weather forecast model/office*), etc.

O objetivo do projeto é aprimorar as parametrizações dos processos físicos do atual modelo atmosférico global operacional e do futuro modelo atmosférico unificado (principalmente da camada limite planetária-PBL, convecção e microfísica). Para atingir o objetivo, foram definidas três fases. A primeira, a familiarização e simulações climáticas usando os dois modelos globais, BAM (INPE) e AM4 (NOAA/GFDL) (Zhao, et al. 2018), para identificar os erros do model BAM em comparação as observações (precipitação e circulação) e resultados do modelo AM4. Esta fase já foi concluída, e foram identificadas três regiões (Zona de Convergência Intertropical-ZCIT, La Plata e na Amazônia) onde os erros do BAM são maiores que no AM4. Estes resultados sugerem que os erros no BAM na ZCIT e na Amazônia devem estar relacionados com as parametrizações da PBL e Convecção. O AM4 tem um esquema moderno de parametrização unificada entre PBL e convecção, que pode explicar os menores erros nestas regiões. Identificado os erros do modelo, o foco na segunda fase será melhorar as parametrizações da PBL-Convecção e Microfísica através do uso dos dados de experimentos de campo GoAmazon 2014/2015 (Giagrande et al. 2017), modelo unidimensional BAM1D e modelo de nuvens LES/CRM (*Large-eddy simulations/Cloud Resolving Model*) do SAM ((*System for Atmospheric Modeling, Khairoutdinov and Randall, 2003*). Nesta parte o projeto terá colaboração de pesquisadores fora no INPE, nacionais e internacionais.

Na terceira fase, os esquemas aperfeiçoados serão implementados no atual e no futuro modelo global, testados e validados através da avaliação dos sistemas que afetam o clima da América do Sul, tais como: Zona de Convergência do Pacífico (SPCZ), Oscilações de Madden-Julian (MJO), Zona de Convergência do Atlântico Sul (SACZ), Convecção da Amazônia e El Niño e Oscilação do Sul (ENSO) e sua relação com eventos extremos de clima na América do Sul. O bolsista, no primeiro mês terá um treinamento nas partes que já foram avançadas, e logo focara sua pesquisa na



segunda e terceira fase do projeto. A importância deste projeto é melhorar o desempenho do modelo global para a previsão numérica em diferentes escalas temporais sobre a América do Sul, tais como previsão de tempo (1-15 dias), previsão de clima sub-sazonal (4-6 semanas) e previsão de clima sazonal (2-5 meses), em especial focado na previsão de eventos extremos de tempo e clima, como as secas com grande impacto na agricultura, energia elétrica e abastecimento de água.

Este subprojeto consta no Projeto 09 - PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS ESPACIAIS E SUAS APLICAÇÕES do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE.

9.11.2 - Objetivo Geral

Desenvolvimento e pesquisa nas áreas de Previsão Climática Sazonal e Sub-Sazonal, Previsão da Qualidade do Ar, Agitação marítima e Correntes costeiras, visando acompanhar a melhoria dos indicadores de desempenho global dos modelos dos melhores centros internacionais e superá-la para previsões de curto prazo sobre o Brasil e América do Sul.

Objetivos específicos

- 1) Avaliação das parametrizações de convecção, PBL e Microfísica do modelo global operacional do INPE usando modelo unidimensional BAM1D e dados do experimento GoAmazon2014/15
 - a) instalação do modelo e preparação das forçantes de grande escala
 - b) Simulações com diferentes esquemas de convecção,
 - c) Simulações com diferentes esquemas de PBL e microfísica
- 2) Experimentos com os modelos de nuvens LES/CRM e dados do experimento GoAmazon2014/15
 - a) Instalação do modelo e seus sistemas de pré-processamento e pós-processamento.
 - b) Simulações da transição da convecção rasa para profunda;
 - c) Simulações da interação da PBL com nuvens rasas e profundas
- 3) Aprimoramento das parametrizações de convecção, PBL e Microfísica e sua implementação no modelo global
 - a) Convecção rasa e PBL;
 - b) Convecção profunda e
 - c) Microfísica de nuvens.
- 4) Avaliação do modelo global com as parametrizações aprimoradas
 - a) Zona de Convergência do Pacífico (SPCZ) e Oscilações de Madden-Julian (MJO);
 - b) Zona de Convergência do Atlântico Sul (SACZ) e Convecção da Amazônia;
 - c) El Niño e Oscilação do Sul (ENSO) e sua relação com eventos extremos de clima na América do Sul.

9.11.3 - Insumos

9.11.3.1 – Custeio

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Visita técnica para o GFLD/NOAA	Diárias	12.000,00
Visita técnica para o GFLD/NOAA	Passagem	6.000,00
Visita técnica de pesquisadores da NOAA para o INPE	Diárias	12.000,00
Visita técnica de pesquisadores da NOAA para o INPE	Passagem	6.000,00

9.11.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
9.11.1	Profissional com 7 (sete) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação após a obtenção do diploma de nível superior em Meteorologia, Matemática, Física, Engenharia ou áreas afins; ou com título de doutor; ou ainda, com grau de mestre há, no mínimo, 4 (quatro) anos.	Experiência em métodos numéricos e modelagem atmosférica. Experiência em programação em linguagem Fortran em ambiente de processamento de alto desempenho.	1	D-B	3	1

9.11.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			Novembro-2021	Dezembro-2021	Janeiro-2022
1-Instalação do modelo e preparação das forçantes de grande escala	1a	Modelo instalado e forçantes de grande escala preparadas	Preparar as condições iniciais e forçantes de grande escala		
2-Simulações com diferentes esquemas de convecção	1b	Experimentos com diferentes esquemas de convecção realizados		Realizar experimentos com diferentes esquemas de convecção	
3-Simulações com diferentes esquemas de PBL e microfísica	1c	Experimentos com diferentes esquemas de PBL e Microfísica realizados			Realizar experimentos com diferentes esquemas de PBL e microfísica

9.11.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	meses		
	Novembro- 2021	Dezembro-2022	Janeiro-2023
Atividade 1	X		
Atividade 2		X	
Atividade 3			X

9.11.6 – Produtos



Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			Novembro-2021	Decemebro-2021	Janeiro-2022
1-Instalação do modelo e preparação das forçantes de grande escala finalizados	1a	Dados preparados	Preparar as condições iniciais e forçantes de grande escala		
2-Simulações com diferentes esquemas de convecção realizados	1b	Experimentos com diferentes esquemas de convecção finalizados		Realizar experimentos com diferentes esquemas de convecção	
3-Simulações com diferentes esquemas de PBL e microfísica realizados	1c	Experimentos com diferentes esquemas de PBL e microfísica finalizados			Realizar experimentos com diferentes esquemas de PBL e microfísica

9.11.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			Novembro-2021	Decemebro-2021	Janeiro-2022
1-Instalação do modelo e preparação das forçantes de grande escala finalizados	1a	Relatório técnico sobre os dados preparados	Preparar as condições iniciais e forçantes de grande escala		
2- Avaliação das simulações com diferentes esquemas de convecção finalizados	1b	Relatório técnico sobre a avaliação das parametrizações de convecção		Avaliar as parametrizações de convecção	



3-Avaliação das simulações com diferentes esquemas de PBL e microfísica finalizados	1c	Relatório técnico sobre a avaliação das parametrizações de PBL e microfísica			Avaliar as parametrizações de PBL e Microfísica
---	----	--	--	--	---

9.11.8 - Recursos Solicitados

Custeio	Valor (R\$)
Diárias	24.000,00
Passagens	12.000,00
Total (R\$) para 36 meses	6.000,00

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\$)					

9.11.9 - Equipe do Projeto

Coordenador: Silvio Nilo Figueroa

Colaboradores:

Paulo Kubota (pesquisador INPE)

Enver Ramirez (pesquisador INPE)

Julio Pablo Fernandez pesquisador (INPE)

Colaboradores de instituições externas ao INPE

Universidade UNIPAMPA (PBL)

Universidade Estadual de Ceara (Microfísica)

NCAR (Microfísica e convecção)

GFDL/NOAA (PBL, microfísica e convecção)

UKMET (avaliação de modelos)

9.11.10 - Referências Bibliográficas

Baker J. C. A., et al., 2021. An assessment of land-atmosphere interactions over South America using satellites, reanalysis and two global climate models J. Hydrometeorol. **22** 905–22. <https://doi.org/10.1175/JHM-D-20-0132.1>

Cavalcanti IFA., et al., 2020. Climate variability over South America-regional and large-scale features simulated by the Brazilian Atmospheric Model (BAM-v0). Int. J. of Climatology. 40(5):2845–2869. <https://doi.org/10.1002/joc.6370>

Coelho, C.S. et al., 2021. Evaluation of climate simulations produced with the Brazilian global atmospheric model version 1.2. *Climate Dyn.*, **56**, 873–898, <https://doi.org/10.1007/s00382-020-05508-8>.

Figueroa, S. N., et al., 2016. The Brazilian Global Atmospheric Model (BAM): Performance for tropical rainfall forecasting and sensitivity to convective scheme and horizontal resolution. *Wea. Forecasting*, **31**, 1547–1572, <https://doi.org/10.1175/WAF-D-16-0062.1>.

Giangrande, S. E., et al. 2017. Cloud characteristics, thermodynamic controls and radiative impacts during the Observations and Modeling of the Green Ocean Amazon (GoAmazon2014/5) experiment, *Atmos. Chem. Phys.*, 17, 14519–14541, <https://doi.org/10.5194/acp-17-14519-2017>.

Guimarães, B.S., et al., 2021. An inter-comparison performance assessment of a Brazilian global sub-seasonal prediction model against four sub-seasonal to



- seasonal (S2S) prediction project models. *Clim Dyn* **56**, 2359–2375. <https://doi.org/10.1007/s00382-020-05589-5>
- Guimarães, B. S., et al., 2020: Configuration and hindcast quality assessment of a Brazilian global sub-seasonal prediction system. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, **146**, 1067–1084, <https://doi.org/10.1002/qj.3725>.
- Sampaio, G. et al., 2021. CO₂ physiological effect can cause rainfall decrease as strong as large-scale deforestation in the Amazon. *Biogeosciences*, 18, 2511–2525. <https://doi.org/10.5194/bg-18-2511-2021>
- Veiga, S. F. et al., 2019. The Brazilian Earth System Model Ocean–atmosphere (BESM-OA) version 2.5: Evaluation of its CMIP5 historical simulation. *Geosci. Model Dev.*, **12**, 1613–1642, <https://doi.org/10.5194/gmd-12-1613-2019>.
- Khairoutdinov, M. F., and D. A. Randall, 2003. Cloud resolving modeling of the ARM summer 1997 IOP: Model formulation, results, uncertainties, and sensitivities, *J. Atmos. Sci.*, 60(4), 607– 625. [https://doi.org/10.1175/1520-0469\(2003\)060<0607:CRMOTA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0469(2003)060<0607:CRMOTA>2.0.CO;2)
- Klingaman NP, et al., 2020. Subseasonal prediction performance for austral summer South American rainfall. *Weather Forecast.* <https://doi.org/10.1175/WAF-D-19-0203.1>
- Zhao, M. et al., 2018. The GFDL global atmosphere and land model AM4. 0/LM4. 0: 1. Simulation characteristics with prescribed SSTs. *Journal of Advances in Modeling Earth Systems*, 10, 735– 769. <https://doi.org/10.1002/2017MS001208>



Projeto 10: Projeto Integrador do COCST para Mudanças Ambientais

Subprojeto 10.1: Ferramenta para estimativa de emissões líquidas de gases de efeito estufa em biomas brasileiros (INPE-EM)

10.1.1 – Introdução

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

O Projeto atual denominado “*Projeto integrador do DIIAV para mudanças ambientais*” tem como objetivo desenvolver estudos ambientais e socioeconômicos com base em três grandes eixos estruturantes: Sistemas de Observação, Modelagem e Diagnósticos e Cenários, objetivando responder problemas transversais, como os de segurança hídrica, alimentar e energética do Brasil. Estes objetivos estão alinhados ao **Objetivo Estratégico 10 do Plano Diretor do INPE 2016-2021**, pesquisas que auxiliam na formulação de cenários de mudanças climáticas e ambientais futuras, que incluem além do ambiente físico as componentes socioeconômicas, contribuindo com as metas assumidas pelo país em relação aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, da ONU. Este subprojeto se insere no escopo do **Projeto 10 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5**, disponível na página do INPE.

Como uma das ferramentas de modelagem para diagnóstico de impactos ambientais da DIIAV, o INPE-EM é um arcabouço genérico de modelagem de emissões, desenvolvido em ambiente de modelagem TerraME, que combina de modo espacialmente explícito mapas de biomassa e de desmatamento para uma área de estudo. A principal característica do arcabouço INPE-EM é a flexibilidade na representação dos processos de emissões e remoções, possibilitando um refinamento das estimativas de acordo com os dados disponíveis. A versão inicial do arcabouço, descrita em Aguiar et al. (2012), consistia da adaptação do modelo “bookkeeping” proposto por Houghton et al. (2000) para um ambiente espacialmente explícito, representando o processo de desmatamento por corte raso em áreas de floresta e a subsequente dinâmica da vegetação secundária nessas áreas desmatadas. Diversas melhorias foram incorporadas ao arcabouço desde então, incluindo novos parâmetros para torná-lo mais adequado para representar as diferentes práticas de corte e queima da vegetação em diferentes biomas (por exemplo, corte parcial e destoca de raízes), espacialização de todos os parâmetros relevantes, emissões de outros gases (CH₄, N₂O, CO e NO_x), recrescimento de florestas secundárias e emissões por degradação florestal também passaram a ser calculadas.

Em colaboração com o projeto EURECA (Estimativas Unificadas de Remoções e Emissões de Carbono), no âmbito do programa BiomasBR, este projeto propõe disponibilizar de maneira incremental diferentes componentes e estimativas de emissões e remoções associadas as mudanças de uso da terra em biomas brasileiros. Inicialmente, os produtos gerados com o sistema INPE-EM para os biomas Amazonia e Cerrado serão disponibilizados na plataforma TerraBrasilis, como um serviço piloto para um sistema operacional automatizado de estimativas anuais de remoções e emissões de carbono. A depender de possível prorrogação deste ou apoio de novos projetos, emissões nos outros biomas brasileiros também serão calculadas e disponibilizadas e será realizada a evolução conjunta do sistema operacional (<http://inpe-em.ccst.inpe.br/>) e do arcabouço de modelagem INPE-EM visando a



adequada representação de todos os componentes de emissão e absorção de GEE com base em estudos observacionais (bottom-up/top-down) e modelos de processos mais detalhados (e.g., FATE).

10.1.2 - Objetivo Geral

O objetivo geral do projeto está vinculado às diretrizes estratégicas da instituição, especificamente ao Objetivo Específico 2 do Projeto 10 PCI 2018-2023, número 444327/2018-5): Contribuir para a construção e consolidação de redes integradas e inovadoras para coleta de dados ambientais.

Este objetivo contempla as seguintes atividades:

- Consolidar as redes de observação contínua de variáveis ambientais envolvendo gases traço, gases de efeito estufa, envolvendo os ciclos do carbono, nitrogênio, compostos orgânicos voláteis, aerossóis, descargas elétricas atmosféricas, estimativa de biomassa, componentes do ciclo hidrológico (p.e. transpiração, umidade do solo), entre outros, nos diferentes biomas do Brasil;

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

Objetivo Específico 1: Aprimorar a ferramenta de estimativas de emissões INPE-EM para distribuição na plataforma TerraBrasilis

Objetivo Específico 2: Preparar banco de dados para expandir o sistema INPE-EM para o bioma Caatinga

10.1.3 - Insumos

10.1.3.1 – Custeio

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

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

10.1.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
10.1.1	Profissional formado em Geociências ou áreas afins com 7 (sete) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação após a obtenção do diploma de nível superior; ou com título de doutor; ou ainda, com grau de mestre há, no mínimo, 4 (quatro) anos.		1, 2	D-B	3	1

10.1.4 - Atividades de Execução

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

1. Familiarização com as ferramentas INPE-EM e a plataforma TerraBrasilis;
2. Geração de dados de emissões e remoções nos biomas Amazonia e Cerrado com o sistema INPE-EM, em formato compatível com o TerraBrasilis;
3. Preparação de banco de dados do bioma Caatinga para calculo de emissões e remoções com o INPE-EM;

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
1	1	Definição de breve plano para disponibilização de dados no TerraBrasilis			x		
2	1	Base de dados de emissões compatível com o TerraBrasilis			x		
3	2	Base de dados no bioma Caatinga			x		

10.1.5 – Cronograma de Atividades

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

10.1.6 – 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
Dados de emissões e remoções nos biomas Amazonia e Cerrado com o sistema INPE-EM, em formato compatível com o TerraBrasilis	1	Dados do INPE-EM disponíveis no TerraBrasilis			X		
Banco de dados do bioma Caatinga preparado para o execução no INPE-EM	2	Base de dados no bioma Caatinga			X		

10.1.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Dados de emissões e remoções nos biomas Amazonia e Cerrado com o sistema INPE-EM, em formato compatível com o TerraBrasilis	1	Dados do INPE-EM disponíveis no TerraBrasilis			X		



Banco de dados do bioma Caatinga preparado para o execução no INPE-EM	2	Base de dados no bioma Caatinga			X		
---	---	---------------------------------	--	--	---	--	--

10.1.8 - Recursos Solicitados

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

Bolsas:

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

10.1.9 - Equipe do Projeto

Ana Paula Aguiar (DIIAV)
Celso Von Randow (DIIAV)
Claudio Almeida (DIOTG)
Lubia Vinhas (DIOTG)
Luis Maurano (DIOTG)
Luiz Aragão (DIOTG)

10.1.10 - Referências Bibliográficas

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



Projeto 10: Projeto Integrador do COCST para Mudanças Ambientais

Subprojeto 10.2: Avaliação de indicadores de risco para a segurança alimentar no Cerrado e Caatinga.

10.2.1 – Introdução

Este subprojeto consta no Projeto 10 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5. Está relacionado ao Termo de Abertura de Projeto, SEI nº 01340.009437/2018-58. O Programa de Monitoramento dos Biomas Brasileiros (BiombrasBR) se insere no contexto institucional e missão do INPE, em conformidade com as atribuições regimentais da Coordenação Geral de Ciências da Terra. O projeto BiombrasBR consta do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE. Nesse contexto, os objetivos relacionados com a criação de indicadores de risco para segurança, devem ser atendidos por meio de levantamento de informações relacionadas às emissões de GEE e estoque de nutrientes no solo.

O objetivo geral do projeto BiombrasBR é: manter e expandir seus sistemas operacionais atuais de monitoramento e agregar processos inovadores permitindo o monitoramento de mudanças da cobertura terrestre, a contabilidade de carbono, a quantificação da poluição atmosférica e dos riscos climáticos para as principais atividades econômicas, aprimorando ferramentas de processamento e disseminação de dados e intensificando o treinamento e a capacidade técnica dos recursos humanos e esta vinculado diretamente às diretrizes estratégicas da instituição.

O Projeto BiombrasBR apresenta os seguintes objetivos específicos:

1. Produzir e manter as séries históricas de dados fundamentais sobre o uso e cobertura da terra e queimadas em todos os biomas do país.
2. Integrar os dados gerados de uso e cobertura da terra e queimadas com dados de outras fontes e modelos para gerar produtos críticos para subsidiar a elaboração e a evolução metodológica utilizadas para documentos essenciais para o planejamento estratégico e a relatoria nacional e internacional das metas para o desenvolvimento sustentável, com aplicação em diferentes setores da economia.
3. Produzir em escalas temporais da ordem de dias a anos dados espaciais georreferenciados sobre a climatologia, as emissões de gases de efeito estufa, especialmente CO₂, e aerossóis atmosféricos provenientes das conversões da cobertura da terra e queimadas no Brasil.
4. Desenvolver e disponibilizar indicadores de riscos à produtividade agrícola, à estabilidade dos recursos ambientais, à saúde humana e dos biomas associados à modificações ambientais, associadas às mudanças da cobertura da terra e a presença de poluentes provenientes das queimadas.
5. Produzir indicadores do risco de impacto das mudanças climáticas em setores-chaves à economia do país, relacionando a vulnerabilidade e exposição desses



setores e dos sistemas sociais e ambientais às variações climáticas e mudanças nos usos e cobertura da terra;

6. Produzir e incorporar tecnologias críticas essenciais para gerar, processar, disseminar os resultados para a sociedade.
7. Promover a formação de recursos humanos especializados visando manter a perenidade do Estado Brasileiro na execução das ações propostas no BiomassBR-MCTI e conduzir programas de ciências ambientais vinculados às ações acima descritas para a sociedade civil em geral, mas com foco especial nas escolas públicas.

Considerando o objetivo específico 4, no desenvolvimento de indicadores de risco a produtividade agrícola e ao uso eficiente de nutrientes, nota-se uma lacuna do conhecimento de importante necessidade de desenvolvimento, principalmente para regiões de informações escassas e de grande pressão sob solos agricultáveis, associado também a altos níveis de degradação do solo. O INPE desenvolve atividades através do SAP (Sistema de Alerta Precoce contra Seca e Desertificação) para criação de mapas de vulnerabilidade natural e de perda do solo através da criação de Indicadores Regionais de Desertificação (RDIs) e Áreas Ambientalmente Sensíveis (ESAs), através de uma análise multifatorial simultânea, baseada num conhecimento geral e local dos processos atuantes, especialmente para o bioma Caatinga. Contudo, indicadores de risco para a segurança alimentar precisam ser criados devido a necessidade de identificação de qualquer potencial risco a produção. O desafio é conseguir reunir informações técnicas e acadêmicas sobre as emissões e estoque de nutrientes distribuídas em documentos científicos e compilar em uma base de dados para Caatinga e Cerrado, garantindo assim a base para a criação dos indicadores.

Para atender a demanda atual e emergencial, considerando que as bolsas são de 3 meses, o subprojeto foi planejado para serem executados com atividades específicas para este período, visando atender uma demanda técnico/científica do programa BiomassBR. No entanto, devido a extensão das áreas propostas o aprimoramento dos indicadores exigem ampliação afim de se adequarem melhor as condições específicas de cada local.

10.2.2 - Objetivo Geral

Para tanto, o objetivo geral desse projeto é a construção de indicadores de risco a produtividade agrícola a partir de dados ambientais relacionados ao uso eficiente de nutrientes na agricultura. Para tanto, será necessário atingir os objetivos específicos:

- a) Revisão sistemática da literatura sobre dados de emissões de GEE e dados físico-químicos em solos do Cerrado e Caatinga;
- b) Determinar estoque de nutrientes em solo;
- c) Estimar, regionalmente, através de dados de uso do solo e dados secundários (estatística de produção agrícola) o uso eficiente de nutrientes;
- d) Elaboração de indicadores de risco



10.2.3 – Insumos

10.2.3.1 – Custeio

Para a demanda atual, considerando bolsas de 3 meses, não se pleiteia valores de custeio.

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

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

10.2.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
10.2.1	Profissional formado em qualquer das áreas interdisciplinares da Ciência do Sistema Terrestre 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.		A a D	D-B	3	1

10.2.4 - Atividades de Execução

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

1. Realizar extensiva revisão de literatura em fontes diversas (artigos científicos, teses, publicações locais e etc.);
2. Montar um banco de dados de informações sobre emissões de GEE e estoques de nitrogênio nos biomas Caatinga e Cerrado;
3. Levanta dados de uso e cobertura da terra para as regiões de estudo;
4. Estimar regionalmente o uso eficiente de nutrientes;
5. Estimar estoque de nutrientes
6. Criação de indicadores com base no levantamento realizado.

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Atividade 1	A	Revisão de GEE			X		
Atividade 2	A	Criação de Banco de Dados (Tabela de informações)			X		



Atividade 3	A	Seleção de mapas de uso da terra			X		
Atividade 4	B	Estimativa de uso eficiente de nutrientes			X		
Atividade 5	B e C	Determinação de estoque de nutrientes				X	
Atividade 6	C	Criação de indicadores				X	

10.2.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	2021		2022		2023		2024		2025	
	1	2	1	2	2	1	1	2	1	2
	Atividade 1	X	X	X						
Atividade 2	X	X	X							
Atividade 3	X	X	X							
Atividade 4	X	X	X							
Atividade 5	X	X	X							
Atividade 6	X	X	X							

10.2.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	2021	2022	2023	2024	2025
			Tabela de Dados Tabulados de GEE	A	1,2	x	x
Tabela de Dados Tabulados de estoque de nutrientes	A	1,2	x	x			
Determinação do estoque de nutrientes	B	4 e 5	x	x			
Seleção de mapas de uso da terra	C	3	x	x			
Identificação do uso eficiente de nutrientes	C	4 e 5	x	x			
Determinação dos indicadores	D	6	x	x			

10.2.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2021	2022	2023	2024	2025
Criação do banco de dados (Tabela)	1,2	1,2	X	X			
Seleção de Mapas de Uso da Terra	3	3	X	X			
Determinação de estoque de nutrientes para os biomas	4	5	X	X			
Determinação do uso eficiente de nutrientes	5	4	X	X			
Criação de indicadores	6	6	X	X			

10.2.8 – Recursos Solicitados

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

10.2.9 - Equipe do Projeto

Plínio Carlos Alvalá
 Kelly Ribeiro

Projeto 10: Projeto Integrador do COCST para Mudanças Ambientais

Subprojeto 10.3: Desenvolvimento de funcionalidades e incorporação de indicadores na Plataforma AdaptaBrasil

10.3.1 – Introdução

O Programa de Monitoramento dos Biomas Brasileiros (BiombrasBR) se insere no contexto institucional e missão do INPE, em conformidade com as atribuições regimentais da Coordenação Geral de Ciências da Terra. O projeto BiombrasBR consta do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE.

O Impacto das Mudanças Climáticas, definido por suas consequências aos diversos setores da sociedade e aos sistemas naturais, é determinado por eventos climáticos anômalos à variação natural do clima. A comunidade científica global vem identificando o aumento na frequência e intensidade de eventos naturais, como inundações, secas ou ondas de calor, relacionados as mudanças ambientais e mudanças climáticas globais culminando em desastres naturais e danos à sociedade. A mitigação das forças e dos impactos derivados das mudanças do climáticas, assim como medidas de adaptação visando aumentar a resiliência e minimizar riscos e custos à sociedade, estão entre as ações preconizadas comuns à diversas nações e instituições públicas e privadas no mundo todo.

O governo Brasileiro está empreendendo um importante esforço institucional no mapeamento, identificação e consolidação das informações relacionadas aos riscos de impactos causados pelas variações extremas do clima no sistema natural e social do país. Essas ações buscam criar um ambiente de informações sólidas, robustas, centralizadas e de fácil acesso sobre essa temática, visando informar e subsidiar o planejamento estratégico e a tomada de decisão. É nesse contexto que a Plataforma ImpactaClima está sendo desenvolvida pela RNP e pelo INPE, com o apoio do MCTIC, com o objetivo de *“consolidar, integrar e disseminar informações que possibilitem o avanço das análises dos impactos observados e projetados no território nacional, dando subsídio aos tomadores de decisão para ações de adaptação”*.

10.3.2 - Objetivo Geral

O objetivo geral do projeto BiombrasBR é: manter e expandir seus sistemas operacionais atuais de monitoramento e agregar processos inovadores permitindo o monitoramento de mudanças da cobertura terrestre, a contabilidade de carbono, a quantificação da poluição atmosférica e dos riscos climáticos para as principais atividades econômicas, aprimorando ferramentas de processamento e disseminação de dados e intensificando o treinamento e a capacidade técnica dos recursos humanos. Deverá estar vinculado diretamente às diretrizes estratégicas da instituição. À esse subprojeto ressalta-se como relevante fazer o levantamento e a análise de fatores sociais, econômicos, ambientais e de infraestrutura, a partir de indicadores de vulnerabilidade, e impactos à eventos climáticos hidrometeorológicos, presentes e futuros, definidos a partir de indicadores de exposição, e incorporar à Plataforma AdaptaBrasil.

O Projeto BiombrasBR apresenta os seguintes objetivos específicos:



1. Produzir e manter as séries históricas de dados fundamentais sobre o uso e cobertura da terra e queimadas em todos os biomas do país.
2. Integrar os dados gerados de uso e cobertura da terra e queimadas com dados de outras fontes e modelos para gerar produtos críticos para subsidiar a elaboração e a evolução metodológica utilizadas para documentos essenciais para o planejamento estratégico e a relatoria nacional e internacional das metas para o desenvolvimento sustentável, com aplicação em diferentes setores da economia.
3. Produzir em escalas temporais da ordem de dias a anos dados espaciais georreferenciados sobre a climatologia, as emissões de gases de efeito estufa, especialmente CO₂, e aerossóis atmosféricos proveniente das conversões da cobertura da terra e queimadas no Brasil.
4. Desenvolver e disponibilizar indicadores de riscos à produtividade agrícola, a estabilidade dos recursos ambientais, à saúde humana e dos biomas associados à modificações ambientais, associadas às mudanças da cobertura da terra e a presença de poluentes provenientes das queimadas.
5. Produzir indicadores do risco de impacto das mudanças climáticas em setores chaves à economia do país, relacionando a vulnerabilidade e exposição desses setores e dos sistemas sociais e ambientais às variações climáticas e mudanças nos usos e cobertura da terra;
6. Produzir e incorporar tecnologias críticas essenciais para gerar, processar, disseminar os resultados para a sociedade.
7. Promover a formação de recursos humanos especializados visando manter a perenidade do Estado Brasileiro na execução das ações propostas no BiomasBR-MCTI e conduzir programas de ciências ambientais vinculados às ações acima descritas para a sociedade civil em geral, mas com foco especial nas escolas públicas.

10.3.3 - Insumos

10.3.3.1 – Custeio

Para a demanda atual, considerando bolsas de 3 meses, não se pleiteia valores de custeio.

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

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

10.3.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
10.3.1	Profissional formado em Engenharia, Meteorologia, Sensoriamento Remoto 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.		5 - 6	D-A	3	1

10.3.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2021	2022	2023	2024	2025
Indicadores de adaptação e riscos ambientais,	4,5	Indicador 4 Indicador 5	x	x			
Desenvolvimento tecnológico e inovação; Ciência de dados	6	Indicador 6	x	x			

10.3.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre									
	2021		2022		2023		2024		2025	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Indicadores de adaptação e riscos ambientais,		x	x							
Desenvolvimento tecnológico e inovação; Ciência de dados		x	x							

10.3.6 – Produtos

Produtos	Objetivo	Indicadores	Metas
----------	----------	-------------	-------



	Específico		2021	2022	2023	2024	2025
Banco de dados; Mapas	4,5	Indicador 4 Indicador 5	x				
Plataformas visualização; banco de dados	6	Indicador 6	x				

10.3.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2021	2022	2023	2024	2025
Banco de dados; Mapas	4,5	Indicador 4 Indicador 5	x				
Plataformas visualização; banco de dados	6	Indicador 6	x				

10.3.8 - 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	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

10.3.9 - Equipe do Projeto

Gustavo Arcoverde
Pedro Andrade
Lincoln Alves
Peter Toledo
Jean Ometto

10.3.10 - Referências Bibliográficas

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



Projeto 10: Projeto Integrador do COCST para Mudanças Ambientais

Subprojeto 10.4: Disseminação do Conhecimento, Arte e Cultura Espacial:

10.4.1 – Introdução

A disseminação do conhecimento e a divulgação científica de pesquisas e desenvolvimentos das atividades científicas e tecnológicas espaciais, que encontram expressões e linguagens próprias nos campos das artes e da cultura, são também, nesta articulação específica, objeto de pesquisas, experiências e desenvolvimento de técnicas cujos resultados e produtos buscam alcançar aos mais diversos públicos e setores da sociedade.

Conteúdos e formatos, diferentes dos que tradicionalmente compõem o universo das ciências exatas, fazem parte de tais estudos e experiências com o objetivo de alcançar e atrair a atenção de diversos públicos e audiências. Nesse sentido, tal articulação busca estabelecer conexões, do ponto de vista da arte e cultura, com o intuito de despertar o interesse do público, bem como interagir com este, tanto pela via do interesse pelas ciências e tecnologias bem como por meio do olhar e da perspectiva artística, reflexiva e crítica, que compõem o campo e a linguagem das humanidades. Por meio desse interesse se estabelece a comunicação entre as ciências e a sociedade.

Este projeto, sob a Coordenação de Ensino, Pesquisa e Extensão (COEPE), visa a implementação de pesquisas e produções transdisciplinares, sob a perspectiva da Arte e Cultura Espacial, focadas na difusão da ciência e tecnologia espaciais. Pretende-se, portanto, estabelecer as bases de um núcleo de estudos que tenham como referência programas de Arte e Ciência, desenvolvidos em países considerados referência na área espacial^{1 2 3}. Deve-se destacar que o campo das Artes e Cultura Espaciais vai além da perspectiva da divulgação das atividades espaciais, já tendo integrado missões espaciais. É o caso, por exemplo, da Missão *Voyager*, que lançou duas naves espaciais em 1977, cada uma levando um disco de cobre revestido de ouro⁴, contendo imagens e sons da Terra, além de outros conteúdos em linguagens matemática e artística, preparadas sob a coordenação de Carl Sagan, para o caso de serem encontradas por alienígenas (Souza, 2020).

Este projeto inovador, e até mesmo ousado para os padrões científico-institucionais da disseminação do conhecimento e divulgação científica na área espacial no País, deverá, por sua vez, estabelecer um caminho próprio, dentro do contexto de um país em desenvolvimento, como o Brasil, para a exploração de diversas iniciativas no campo das Artes e Cultura Espaciais. Pretende-se abrir um espaço científico-institucional no País para estabelecer novos caminhos voltados à disseminação do conhecimento na perspectiva da produção artística, multimídia, cultural sul-americana e sulglobalista, que favoreça as relações com países da América do Sul, da América Latina, entre outros. Iniciativa nesse sentido vem sendo promovida no INPE, há três

¹ NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION (NASA). **Art and Science**. Disponível em: <https://science.nasa.gov/get-involved/art-and-science>. Acesso em 3 ago. 2021.

² EUROPEAN SPACE AGENCY (ESA). **ESA and art**. Disponível em: https://www.esa.int/About_Us/Art_Culture_in_Space/ESA_and_art. Acesso em 3 ago. 2021.

³ JAPAN AEROSPACE EXPLORATION AGENCY (JAXA). **ARTSAT: Art Satellite Project**. Disponível em: <https://www.isas.jaxa.jp/e/forefront/2014/kubota/03.shtml>. Acesso em 3 ago. 2021.

⁴ Cfe. <https://voyager.jpl.nasa.gov/golden-record/>



anos, com a realização de eventos científicos de extensão com o objetivo de fomentar a constituição de uma cultura singular, para efeito de produção e aprofundamento de conhecimento nessa área de Arte e Cultura Espaciais, demonstrando a viabilidade e interesse por parte de pesquisadores, cientistas, profissionais correlatos e da sociedade de modo geral. Este projeto pretende, portanto, explorar e aprofundar tais experiências, de modo a permitir avaliar a institucionalização desse campo de atividade entre aquelas já estabelecidas no INPE.

A partir desta experiência, pretende-se promover a interação, discussão e a colaboração entre pesquisadores dos campos das ciências humanas, da linguística e das artes, de forma geral, e do INPE, provenientes das suas diferentes áreas de atuação, no desenvolvimento de obras e peças de arte e ciências espaciais originais. A expectativa é de que surjam criações em diversos formatos e linguagens, tais como peças de ficção científica (sci-fi), álbuns sonoros, instalações, entre outras tantas modalidades e técnicas artísticas. Como resultado, pretende-se, com essas criações, fomentar e potencializar a disseminação do conhecimento e a divulgação científica espaciais, na forma de publicações, realização de seminários, cursos, imersões, residências artísticas, exposições, competições e difusão de conteúdos entre outras produções, eventos e produtos.

Da perspectiva institucional, este projeto de disseminação do conhecimento e divulgação científica tem como uma de suas referências o Objetivo 4, do Projeto 10 – Projeto Integrador do COCST para Mudanças Ambientais, do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE. Também está relacionado ao Termo de Abertura de Projeto – TAP, processo SEI 01340.003375/2021-76, que dispõe sobre a realização do *Space Studies Program (SSP)*, da *International Space University (ISU)*, sob a coordenação do INPE, do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) e da Prefeitura Municipal de São José dos Campos. O SSP é um dos mais reconhecidos programas internacionais de capacitação, de divulgação e disseminação das atividades espaciais e, caso aprovado, será realizado pela primeira vez no Brasil. Trata-se de uma experiência educacional única, sendo considerado o maior curso de capacitação de curta duração na área espacial do mundo. O SSP, bem como o presente projeto, possui, como elementos fundamentais, a interdisciplinaridade e a interculturalidade. Importante destacar a presença cada vez mais frequente da temática da arte espacial no conteúdo programático do curso. Tal fato é corroborado pelo fato de um dos Projetos em Equipe (*Team Project*), resultado da edição 2021 do evento na modalidade presencial, é a concepção da proposta do “Disco dourado dos Seres Humanos MK II” (*The golden human record MK II*)⁵.

10.4.2 - Objetivo Geral

O principal objetivo desse projeto é desenvolver estudos e novas técnicas de disseminação do conhecimento e divulgação científica espacial, sob a perspectiva de produção de uma série de resultados, que vão desde a realização de eventos a desenvolvimento de produtos que possam ser apresentados em exposições ou veiculados nas mídias sociais do INPE. Para se alcançar tal objetivo, será promovida a parceria com as diversas áreas de P&D do INPE, de forma transversal, bem como com outros institutos e setores da área espacial e das áreas culturais e artísticas. Para tanto, será estabelecido um núcleo de estudos nos campos das ciências humanas, da

⁵ INTERNATIONAL SPACE UNIVERSITY (ISU). “Space Studies Program”. Disponível em: <https://www.isunet.edu/ssp/>. Acesso em 13 ago. 2021.



linguística e das artes e da cultura espacial, com foco em C&T desenvolvidas pelo INPE.

Objetivo Específico 1:

Avaliar e discutir métodos e técnicas de divulgação científica com base em linguagens artísticas e pesquisas em Arte/Cultura e Ciência/Tecnologia – Espacial, que tenham como propósito a exposição em espaços públicos e museus, além da veiculação em canais de divulgação institucional do INPE, Internet e mídias sociais.

Objetivo Específico 2:

Desenvolver e testar técnicas de relações intersetoriais entre projetos científicos e projetos artísticos em modelos materiais e virtuais como simulação, realidade aumentada, realidade virtual, animações, produção de literatura e cinema de ficção científica, artes visuais, projeções, instalações etc.

Objetivo Específico 3:

Organizar e realizar *Workshop* de *ArtSats* do INPE.

Objetivo Específico 4:

Organizar e realizar o curso de extensão na categoria *ArtSats* (Categoria de Arte de Satélites), em paralelo e em parceira com a atividade de extensão *CubeDesign* / INPE.

10.4.3 - Insumos

10.4.3.1 – 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\$)
Visitas a museus e instituições de pesquisa	Diárias – R\$ 3.000,00 Passagens aéreas – R\$ 3.200,00	R\$ 6.200,00

10.4.3.2 – Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
10.4.1	Profissional 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.	Disseminação do Conhecimento nas áreas de Arte e Cultura Espacial; - Experiência em atividades de extensão e disseminação do conhecimento relacionadas à temática espacial; - Conhecimento e experiência em <i>ArtSat</i> ;	1	D-A	3	1

10.4.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivos Específicos	Indicadores	Metas		
			1º mês	2º mês	3º mês
Avaliação e discussão de métodos e técnicas de divulgação científica com base em linguagens artísticas e pesquisas em Arte/Cultura e Ciência/Tecnologia – Espacial	1	Relatório final			
Desenvolvimento e teste de técnicas de relações intersetoriais entre projetos científicos e projetos artísticos em modelos materiais e virtuais	2	06 Produtos ou peças de divulgação científica			
Organização e realização <i>Workshop</i> de <i>ArtSats</i> do INPE.	3	Vídeo do workshop			
Organização e realização do curso de extensão na categoria <i>ArtSats</i> (Categoria de Arte de Satélites),	4	15 peças ou produtos de divulgação científica			

10.4.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Objetivos Específicos	Metas		
		1º mês	2º mês	3º mês
Avaliar e discutir métodos e técnicas de pesquisa de disseminação do conhecimento / Arte e Cultura Espacial em parceria com pesquisadores das diferentes áreas de P&D Espacial do INPE	1, 2, 3 e 4			
Desenvolver diferentes métodos e técnicas de pesquisa de disseminação do conhecimento / Arte e Cultura Espacial entre artistas e pesquisadores das diferentes áreas de P&D Espacial do INPE e outras instituições da área	1, 2, e 4			
Organizar e realizar Workshop de <i>ArtSat</i> do INPE	1 e 3			
Organizar e realizar o curso de Extensão, categoria <i>ArtSat</i> , em parceria com a atividade de extensão <i>CubeDesign</i> / INPE	1, 2 e 4			
Criar materiais de divulgação científica, com base em materiais, peças e obras artística e de disseminação do conhecimento, tais como podcasts, vídeos, instalações, documentários, álbuns sonoros etc.	1, 2 e 4			

10.4.6 – Produtos

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			1º mês	2º mês	3º mês
Encontros p/ discussão e avaliação de métodos/técnicas	1	6 reuniões			
Desenvolvimento de pelo menos 15 peças e obras de arte nas modalidades discutidas para a disseminação do conhecimento e divulgação científica	1, 2, 4	15 peças/obras de arte espacial			
Workshop <i>ArtSat</i>	1 e 3	30 inscrições / <i>live</i> no <i>youtube</i> com 1000 visualizações			
Curso extensão <i>ArtSat</i> em parceria com <i>CubeDesign</i>	1, 2 e 4	30 inscrições			



10.4.7 – Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			1º mês	2º mês	3º mês
Indicação em cada área de C&T do INPE de um interlocutor (pesquisador/tecnologista) para discussões de temas de Artes e Culturas Espaciais	1	Menção em relatório de indicação de interlocutores de áreas científicas			
Criação de peças e obras artísticas	2	Criação de 15 peças e obras artísticas abordando as ciências espaciais			
Realização de <i>Workshop</i>	3	Relatório			
Curso extensão <i>ArtSat</i> em parceria com <i>CubeDesign</i>	1, 2 e 4	30 inscrições			

10.4.8 - Recursos Solicitados

Custeio:

Custeio	Valor (R\$)
Diárias	R\$ 3.000,00
Passagens	R\$ 3.200,00
Total (R\$)	R\$ 6.200,00

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

10.4.9 - Equipe do Projeto

Paulo Augusto Sobral Escada
Márcia Alvarenga dos Santos
Priscilla Sousa Frigi Raimundi
Amarildo José Pereira

10.4.10 - Referências Bibliográficas

BARR, S. Marleen. "Feminist Fabulation". Space/Postmodern Fiction. University of Iowa Press. EUA, 1992

BORGES, Fabiane M. "Arte Espacial – Cultura Espacial – Artes e Ciências Espaciais", Ed. Circuito. UFRJ/RJ, 2017;

BRAUM, Von Wernher. "Fronteira do Espaço". Ed. Ibrasa. São Paulo. 1969;

BURGESS, Lowry; GOODS, Dan; HAWKINS, Isabel; LISOWSKY, Lorelei; PIETRONIGRO, Frank. "The Arts and Space Culture: The Common Ground of Creativity". Zero Gravity Arts Consortium, 12/2005.

BUTTLER, E. Octavia. "'Lilith's Brood' Complete Xenogenesis". Ed. Grand Central Publishing. EUA, 2000

EUROPEAN SPACE AGENCY (ESA). "ESA and art". Disponível em: https://www.esa.int/About_Us/Art_Culture_in_Space/ESA_and_art. Acesso em 3 ago. 2021.

GEPPERT, Alexander C.T. "Imagining Outer Space: European Astroculture in the Twentieth Century". United Kingdom: Palgrave Macmillan, 2012.

GEPPERT, Alexander C. T. "Flights of Fancy: Outer Space and the European Imagination, 1927-1969". Em: Societal Impact of Spaceflight (editores: Steven J. Dick e Roger D. Launius). EUA: NASA, 2007.

INTERNATIONAL SPACE UNIVERSITY (ISU). "Space Studies Program". Disponível em: <https://www.isunet.edu/ssp/>. Acesso em 13 ago. 2021.



JAPAN AEROSPACE EXPLORATION AGENCY (JAXA). "ARTSAT: Art Satellite Project". Disponível em: <https://www.isas.jaxa.jp/e/forefront/2014/kubota/03.shtml>. Acesso em 3 ago. 2021.

KILGORE, Douglas De Witt. « Astrofuturism: Science, Race, and Visions of Utopia in Space». Pennsylvania: University of Pennsylvania Press, 2003.

LAND, Nick. "Fanged Noumena" Collected Writings 1987-2007. Ed. Urbanomic. 3^o Edition , UK. 2014

LEONARDO, Magazine. "The Mit Press - 1968 – 2019".

MEIER, Allison. "Art in Space: artists may soon be heading to the moon for the first time, but art and space travel have been linked together since the beginning". Em: JSTOR Daily, 09/2018. Disponível em: <https://daily.jstor.org/art-in-space/>.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION (NASA). "Art and Science". Disponível em: <https://science.nasa.gov/get-involved/art-and-science>. Acesso em 3 ago. 2021.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION (NASA). "The Golden Record". Disponível em: <https://voyager.jpl.nasa.gov/golden-record/>. Acesso em 12/08/2021.

SOUZA, Petrônio N. "A missão Voyager, seu disco dourado e algumas controvérsias, in SindCT", 30 de julho de 2020. Disponível em: <https://sindct.org.br/comunicacao/jornal/141>. Aceso em 12/08/2021.

WOODS, Arthur. "Art to the Stars: An Astronautical Perspective on the Arts and Space". Ars Astronautica, 11/2018. Disponível em: https://www.arsastronautica.com/art_to_the_sta



Projeto 10: Projeto Integrador do COCST para Mudanças Ambientais

Subprojeto 10.5: Plataforma de integração de dados e trabalhos ambientais

10.5.1 - 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 (Coordenação de Ciências do Sistema Terrestre – na estrutura anterior do INPE), o estudo dessa temática ocorre em contextos multi e transdisciplinares, com vistas à solução de problemas decorrentes das mudanças ambientais globais, buscando contribuir ao desenvolvimento sustentável que concilie o funcionamento integrado das esferas econômica, social e ambiental.

Dentro dos objetivos do CCST, agora Divisão de Impactos, Adaptação e Vulnerabilidades (DIIAV) da Coordenação Geral de Ciências da Terra (CGCT) está a formulação de cenários para um desenvolvimento nacional sustentável, fortemente embasado em redes de monitoramento de dados ambientais e modelagem do Sistema Terrestre, integrando e ampliando as competências da Divisão. Desta forma faz-se necessário o desenvolvimento de um sistema para a organização e a leitura dessas informações de forma rápida e eficiente. Para que isso aconteça, é imprescindível o desenvolvimento de uma plataforma de banco de dados com flexibilidade para hospedar e gerenciar informações científicas com diferentes características integrando as distintas abordagens de pesquisa da Divisão e da Coordenação. Este subprojeto consta no Projeto 10 do Programa de Capacitação Institucional (PCI) 2018-2023, número 444327/2018-5, disponível na página do INPE.

O presente projeto tem como objetivo principal o desenvolvimento de uma estrutura para gerenciamento de dados e informações de projetos de pesquisa em mudanças ambientais globais, geradas nos diversos projetos em desenvolvimento na DIIAV/CGCT. Para isso, pretende-se desenvolver uma ferramenta que utiliza-se da sistemática de "Data Warehouse". O desenvolvimento desta ferramenta científica deverá ocorrer de forma conjunta e integrada com os pesquisadores dos projetos e dentro dos objetivos específico da DIIAV, a qual permitirá análises comparativas no tempo e espaço, de informações coletadas em diversas regiões do Brasil e América Latina, possibilitando inclusive acionar alertas, caso discrepâncias apareçam das informações. A ferramenta que deverá ser criada é dinâmica permitindo evolução conforme as linhas de pesquisa que forem surgindo.

10.5.2 - Objetivo Geral

O projeto tem como **objetivo geral** o desenvolvimento e gerenciamento de banco de dados para a integração de informações, aprimoramento dos trabalhos científicos, disseminação das pesquisas desenvolvidos pelos pesquisadores e colaboradores da DIIAV, de interesse acadêmico, público e governamental. A gama de informações com



as quais a DIIAV/CGCT trabalha tem distribuições espaciais e temporais bastante diversas, levando à um desafio científico o gerenciamento e a análise integrada dessas informações. Desta forma, o desenvolvimento de um sistema para a organização e a leitura desses dados de forma rápida e eficiente é importante e crítica.

Para atingir o objetivo geral do projeto aqui descrito serão desenvolvidas as seguintes atividades dentro dos seguintes Objetivos específicos:

- 1 Construção de banco de dados com flexibilidade para hospedar e gerenciar informações científicas com diferentes características, integrando as diferentes abordagens de pesquisa e de disseminação da informação.
- 2 Criação de canais e interfaces de acesso ao banco de dados à diferentes grupos de usuários.
- 3 Desenvolvimento de sistema integrado visando o cruzamento de informações;
- 4 Levantamento e assimilação e incorporação, na estrutura do banco de dados, de informações científicas sobre o estado da arte do gerenciamento de “big data”
- 5 Elaboração de relatórios do desenvolvimento do banco de dados, da disseminação das informações e das produções relacionadas às informações disponibilizadas e acessadas.

10.5.3 - Insumos

10.5.3.1 – Custeio

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

10.5.3.2 - Bolsas

Código	Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
10.5.1	Profissional com diploma de nível superior em Tecnologia da Informação, Sistema de Informação, Ciências da Computação ou áreas afins e experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação.	Conhecimento em design, Tecnologia e Inovação.	1, 2, 3, 4 e 5	DD	3	1

10.5.4 - Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas 2021 e 2022		
			Novembro	Dezembro	Janeiro 2022
1. Construção de banco de dados com flexibilidade para hospedar e gerenciar informações científicas com diferentes características, integrando as diferentes abordagens de pesquisa e de disseminação da informação.	1	Relatório de acesso * N° de acessos ao serviço * N° pedidos de dados * Mapa de compartilhamento * Mapeamento de tipo de usuários * Usuários científicos	Redução de requisições HTTP de modo a otimizar o sistema do bancos de informação	Validação do sistema desenvolvido perante os requisitos W3C e de usabilidade e acessibilidade;	



2. Criação de canais e interfaces de acesso ao banco de dados à diferentes grupos de usuários.	2	* Nº de palestras /apresentações/treinamentos/capacitação * Nº de produção científica	Redução de requisições HTTP de modo a otimizar o sistema do bancos de informação	Validação do sistema desenvolvido perante os requisitos W3C e de usabilidade e acessibilidade;	
3. Desenvolvimento de sistema integrado visando o cruzamento de informações;	3				Sistema de rastreamento para identificação do fluxo de utilização dentro do bancos de informações,
4. Levantamento e assimilação e incorporação, na estrutura do banco de dados, de informações científicas sobre o estado da arte do gerenciamento de “big data”.	4			Validação do sistema desenvolvido perante os requisitos W3C e de usabilidade e acessibilidade;	Sistema de rastreamento para identificação do fluxo de utilização dentro do bancos de informações,



5. Elaboração de relatórios do desenvolvimento do banco de dados, da disseminação das informações e das produções relacionadas às informações disponibilizadas e acessadas.	5	Relatório de acesso * Nº de acessos ao serviço * Nº pedidos de dados * Mapa de compartilhamento * Mapeamento de tipo de usuários * Usuários científicos * Nº de palestras /apresentações/treinamentos/capacitação * Nº de produção científica			Finalização do sistema e apresentação de relatório final e Conclusão, treinamento e realização do relatório final e validação do sistema e rastreamento do fluxo de utilização
---	---	--	--	--	--

10.5.5 - Cronograma de Atividades

Atividades	2021 e 2022		
	Nov 2021	Dez 2021	Jan 2022
1. Construção de banco de dados com flexibilidade para hospedar e gerenciar informações científicas com diferentes características, integrando as diferentes abordagens de pesquisa e de disseminação da informação.			
1.1 Desenvolvimento da plataforma, e Programação PHP			
1.2 Redução de requisições HTTP de modo a otimizar o sistema			



Disponibilidade das informações científicas para a utilização de usuários internos e externos e redução no número de requisições HTTP	1,2 e 3	Relatório de acesso * N° de acessos ao serviço * N°		Produzir relatório sobre estado da arte do desenvolvimento.	
Bancos de dados de informações em plataforma de acesso	1, 2 e 3	pedidos de dados * Mapa de compartilhamento * Mapeamento de tipo de usuários	Estudo das principais informações e disponibilização para usuário final	Registrar as referências e estudar o desenvolvimento do sistema	
Otimização para sistemas de busca e rastreamento, possibilitando a indexação dos conteúdos.	2,3 e 4	* N° de produção científica		Registrar as referências e teste sistema para usuário final	
Depósito de notícias e de artigos científicos	2, 3 e 4	Relatório de acesso N° de produção científica			Relatório de desempenho



Elaboração de artigos relacionados ao projeto, para publicação em congressos, jornais e revistas especializados a níveis nacional e internacional.	4 e 5				Comparaçã o de gráficos de desempen ho e Apresent ação de relatório
--	-------	--	--	--	--

10.5.7 - Resultados Esperados

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			Novembro 2021	Dezembro 2021	Janeiro 2022
Aumento de acessos aos serviços disponibilizados no banco de dados de informações da DIIAV	1, 2 e 3	Nº de acesso ao banco de informações* Nº de relatórios e artigos disponibilizados * Nº de acesso e relatórios	Alcançar, contactar e estabelecer canais de colaboração com os pesquisadores e os usuários internos e externo		



Mapeamento das necessidades dos pesquisadores e usuários e programação da ferramenta científica proposta.	2, 3 e 4			Adequação didática e estudo de todo material disponibilizado	
Atender de forma adequada aos padrões de desenvolvimento do banco de dados, padrões estes gerenciados pela W3C e as multi-plataformas de acessos pelos usuários na busca pelas informações científicas.	1, 2, 3 e 4				Utilização das informações dos bancos de dados para disponibilização dos usuários



Elaboração de <i>trabalhos científicos</i> relacionados ao projeto, para publicação em congressos, jornais e revistas especializados a níveis nacional e internacional.	4 e 5				Estudo bibliográfico de todo o material utilizado
---	-------	--	--	--	---

10.5.8 - 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			
	B	4.160,00			
	C	3.380,00			
	D	2.860,00	3	1	8.560,00
	E	1.950,00			
	F	900,00			
PCI-E	1	6.500,00			
	2	4.550,00			
Total (R\$)					8.560,00

10.5.9 - Equipe do Projeto

Viviane Regina Algarve, pesquisadora, DIIAV/CGCT – INPE

Celso von Randow, pesquisador, DIIAV/CGCT - INPE

Jean Pierre H Ometto, Pesquisador, DIIAV/CGCT – INPE

Cristiano Augusto Cunha Silva, bolsista , DIIAV/CGCT, INPE

Marcelo Marcelo Leme do Prado, Bolsista, DIIAV/CGCT, INPE

10.5.10 - Referências Bibliográficas

- MORGAN, CLARK. PHP 5 AND MYSQL BIBLE. Editora, JOHN WILEY CONSUMER, Ed. 01 2004.
- JERKOVIC, JOHN I. GUERREIRO SEO, São Paulo: Novatec, 2010.
- NIELSEN, JAKOB. USABILIDADE MOVEEL. Brasil: ELSEVIER EDITORA LTD, 2015.
- NIELSEN, JAKOB. USABILIDADE NA WEB. Brasil: ELSEVIER EDITORA LTD, 2007.