

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA



EDITAL SELEÇÃO DE BOLSITAS

O professor Franciano Scremin Puhales, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), torna público a abertura de inscrições para seleção de acadêmicos dos cursos de graduação da Universidade Federal de Santa Maria para Bolsa de Iniciação Científica (IC), conforme Resolução 01/2013 da UFSM e as Resoluções RN 017/2006 (e seus anexos) e RN 023/2008 do CNPq.

1 OBJETIVO

O presente Edital tem por objeto regulamentar a seleção de acadêmicos dos cursos de graduação da UFSM, para atuarem como bolsistas de IC no projeto “Primavera de 2023 no Rio Grande do Sul: caracterização de eventos extremos de precipitação com base em dados observacionais e modelagem numérica da atmosfera” (associado ao projeto guarda-chuva: Aplicações de modelagem numérica multiescala para escoamentos atmosféricos na América do Sul GAP/CCNE – 060154) no âmbito do Edital 017/2025 - IC Unificado. O referido projeto é coordenado pelo professor Franciano Scremin Puhales e a minuta do mesmo encontra-se no Anexo 1 deste edital.

2 CRONOGRAMA

ATIVIDADE	PERÍODO
Prazo de inscrição dos candidatos	01/07/2025 a 06/07/2025
Divulgação das inscrições homologadas	07/07/2025
Avaliação dos candidatos	08/07/2025 a 11/07/2025
Divulgação resultado preliminar	14/07/2025
Período de recursos	14/07/2025 a 15/07/2025
Análise recursos	16/07/2025
Divulgação do resultado final	17/07/2025
Envio do resultado final do Edital para publicação no portal de oportunidades de bolsas	18/07/2025
Indicação do bolsista no Portal	21/07/2025
Início do período de validade da bolsa	01/09/2025 a 31/08/2026

3 DAS INSCRIÇÕES

3.1 Período: das 0 horas do dia 01 de julho de 2025 até às 23 horas e 59 minutos do dia 06 de julho de 2025, considerando-se o horário de Brasília.

3.2 Local de inscrição: formulário digital <<https://forms.gle/MrhVzqrmYR8Pzc1p7>>

3.3 Documentos exigidos:

3.3.1 Formulário digital – com *url* indicada no item 3.2 – preenchido. Não é necessário imprimir.

3.3.2 Comprovante de matrícula mais recente (a ser inserido no formulário digital no formato “Portable Document Format” (PDF)).

3.3.3 Histórico escolar simplificado (a ser inserido no formulário digital no formato (PDF)).

3.3.4 Currículo Lattes atualizado (a ser inserido no formulário digital no formato (PDF)).

4 DO VALOR E PERÍODO DE DURAÇÃO DAS BOLSAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

4.1 A bolsa, cujo valor será de R\$ 700,00 mensais, terá duração de 12 meses, de 01 de setembro de 2025 a 31 de agosto de 2026. Haverá 3 (três) vagas de bolsa através do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica PIBIC do CNPq e PROBIC da FAPERGS, sendo 2 (duas) vagas para o PIBIC e 1 (uma) para o PROBIC.

5 DOS REQUISITOS EXIGIDOS DO ACADÊMICO PARA INDICAÇÃO

5.1 Estar regularmente matriculado(a) na Universidade Federal de Santa Maria em cursos de graduação da Universidade Federal de Santa Maria.

5.2 Após selecionado(a), estar cadastrado(a) no projeto de pesquisa vigente, na categoria de “participante” ou “colaborador”. A condição de “bolsista” será adotada automaticamente pelo sistema quando da indicação do aluno.

5.3 Ter os dados pessoais atualizados (e-mail e telefone) no DERCA e no Portal do Aluno.

5.4 Possuir currículo Lattes atualizado na base do CNPq.

5.5. Possuir conta corrente ativa, no nome e CPF do aluno beneficiário, no Banco do Brasil para bolsistas PIBIC ou Banrisul para bolsistas PROBIC, afim de viabilizar implantação da bolsa.

5.5.1 Não será realizado o pagamento em contas poupança de qualquer banco, conta fácil da Caixa Econômica Federal, conta conjunta de qualquer banco ou conta de terceiros.

5.6 Não ter vínculo empregatício ou outras bolsas, exceto aquelas que possuam objetivos assistenciais, de manutenção ou de permanência (RN 017/2006 – CNPq).

5.7 Cumprir as atividades constantes do plano de atividades do bolsista, a ser proposto pelo orientador no ato da inscrição.

5.8 Participar das atividades complementares propostas pelo orientador e/ou pelo grupo de pesquisa.

6 DO PROCESSO DE SELEÇÃO

6.1 O processo seletivo ficará a cargo do coordenador do Projeto e será realizado de acordo com os seguintes critérios: Análise de histórico escolar e entrevista

6.1.1 Histórico Escolar: será avaliada a média das notas do aluno e terá peso de 20% da nota.

6.1.2 Entrevista: será avaliada a experiência do candidato em relação à participação em projetos de Pesquisa, conhecimento sobre a área do projeto, motivações para a participação no projeto e disponibilidade de tempo para atender as atividades do projeto. Terá peso de 80% da nota. O local da entrevista será a sala do professor responsável pelo projeto – Sala 1049, Prédio 08 (Convênio MCTI/UFSM). Os horários serão encaminhado para o e-mail dos(as) candidatos(as) até o dia 07 de agosto de 2025.

7 DA DIVULGAÇÃO DOS RESULTADOS, CLASSIFICAÇÃO E INDICAÇÃO DO BOLSISTA

7.1 Os resultados preliminares serão divulgados via email conforme data estabelecida no item 2 (Cronograma).

7.2 Os(as) candidatos(as) poderão interpor pedido de reconsideração contra o resultado inicial na data estabelecida no item 2 (Cronograma).

7.3 Os(as) candidatos(as) aprovados(as) serão classificados(as) na ordem decrescente das notas finais obtidas. Em caso de empate, serão considerados os seguintes critérios:

7.3.1 Nota da entrevista

7.3.2 Será dada preferência a estudantes com experiência e atividades relacionadas à temática do projeto.

7.4 O resultado final de seleção será divulgado no dia via email, conforme data estabelecida no item 2 (Cronograma).

7.5 O Coordenador do Projeto de Pesquisa deverá manter arquivo com as informações do Processo Seletivo, sob sua responsabilidade, contendo: Candidatos Inscritos para o Processo Seletivo, Tabela com o Resultado Final do Processo Seletivo, Nome e Documentação do Bolsista aprovado.

7.6 O coordenador do projeto deverá indicar o bolsista através do Portal do Professor até o dia previsto no calendário do Edital específico da bolsa.

8 DAS DISPOSIÇÕES FINAIS

8.1 A seleção do bolsista é prerrogativa do Coordenador do Projeto e será de sua inteira responsabilidade, respeitando a Resolução 01/2013 da UFSM e as Resoluções RN 017/2006 (e seus anexos) e RN 023/2008 do CNPq. Cabe ao coordenador do Projeto a definição dos requisitos para seleção dos bolsistas, a realização da avaliação e seleção dos bolsistas e o julgamento dos recursos.

8.2 A entrega da documentação é responsabilidade do(a) candidato(a).

8.3 A bolsa de iniciação científica não gerará qualquer vínculo empregatício entre o bolsista de pesquisa e a UFSM.

8.4 O bolsista poderá ser desligado de sua função, a qualquer tempo, nos seguintes casos:

a) por proposta do coordenador, desde que justificada por escrito.

b) por solicitação do próprio bolsista, por escrito.

8.5 Os casos omissos serão apreciados pelo Coordenador do Projeto.

8.6 Outras informações podem ser obtidas pelo e-mail: <franciano.puhales@ufsm.br>

Santa Maria, 17 de julho de 2025.

Franciano Scremin Puhales

Coordenador do Projeto de Pesquisa n. 060154

Anexo 1: minuta do projeto de pesquisa

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

MINUTA DE PROJETO DE PESQUISA

Edital de seleção IC unificado PRPGP/UFSM N. 017/2025 – Chamada interna unificada para bolsas do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica PIBIC/CNPQ e PROBIC/FAPERGS – IC unificado

1 – IDENTIFICAÇÃO:

- 1.1 Nome do Solicitante: Franciano Scremin Puhales
- 1.2 Matrícula SIAPE: 2752195
- 1.3 E-mail de contato: franciano.puhales@ufsm.br
- 1.4 Telefone de contato: (55)991040231

2 – DADOS DO PROJETO:

- 2.1 Título: Primavera de 2023 no Rio Grande do Sul: caracterização de eventos extremos de precipitação com base em dados observacionais e modelagem numérica da atmosfera
- 2.2 Registro UFSM: 060154 (GAP/CCNE – Projeto Guarda-Chuva: Aplicações de modelagem numérica multiescala para escoamentos atmosféricos na América do Sul)

3 – CARACTERIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA:

3.1 – Motivação

A Meteorologia tem ganhado crescente relevância no cenário atual, impulsionada não apenas pela intensificação das mudanças climáticas, mas também pela ampliação da demanda por informações atmosféricas em diversos setores da sociedade. Destaca-se, por exemplo, o setor de produção e distribuição de energia, que recorre cada vez mais a previsões meteorológicas tanto para a operação dos sistemas quanto para estratégias de mercado.

Dentre as diversas áreas de atuação da Meteorologia, a previsão do tempo se sobressai como uma das mais conhecidas e socialmente relevantes. Essa atividade consiste na elaboração de prognósticos das condições atmosféricas com base em dados observacionais e em modelos numéricos que simulam a dinâmica da atmosfera e suas interações com o ambiente. Em geral, tais previsões mantêm níveis razoáveis de confiabilidade para horizontes temporais de até alguns dias; no entanto, sua acurácia decai substancialmente em escalas superiores a duas ou três semanas (JUDT, 2018).

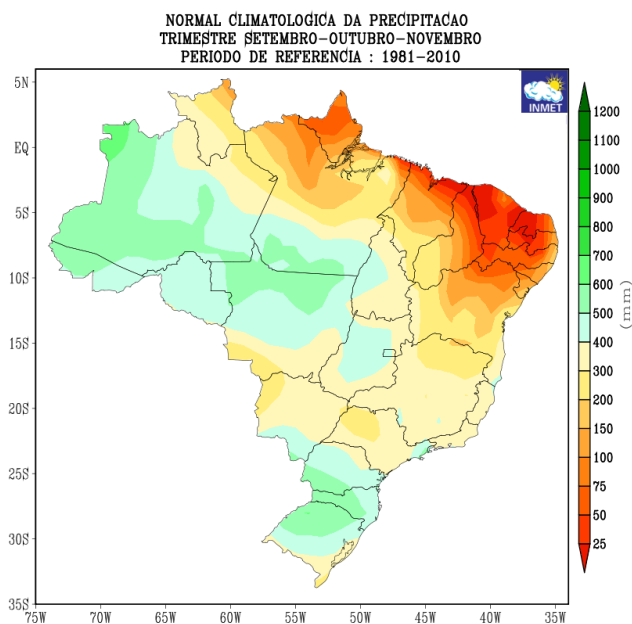
Nesse contexto, a previsão do tempo se configura como uma ferramenta essencial para a tomada de decisões em múltiplas escalas, desde o planejamento de atividades cotidianas, como o lazer de fim de semana ou o melhor momento para o plantio agrícola, até ações complexas de grande impacto social, como a evacuação preventiva de populações em áreas de risco iminente diante da previsão de eventos meteorológicos severos.

Durante a primavera de 2023, o estado do Rio Grande do Sul (RS) registrou índices pluviométricos significativamente superiores à média histórica do período. Além do volume elevado de precipitação, destacaram-se episódios de chuvas extremas concentradas em curtos intervalos de tempo. Um dos eventos mais marcantes ocorreu entre os dias 4 e 5 de setembro, quando chuvas intensas provocaram enchentes históricas no Vale do Taquari. As consequências foram devastadoras: dezenas de mortes, milhares de pessoas desabrigadas ou desalojadas e prejuízos materiais estimados em cerca de 3 bilhões de reais, afetando mais de 90 municípios (CNM, 2023).

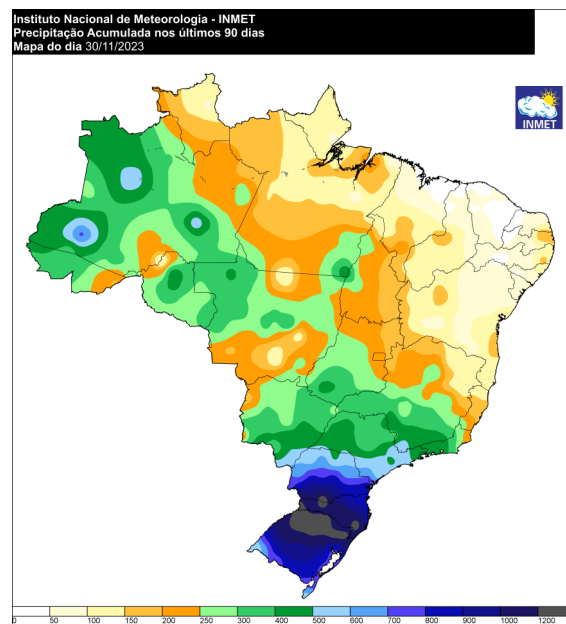
A Figura 3.1 apresenta os mapas de precipitação acumulada média e observada para os meses de setembro, outubro e novembro. Os dados utilizados foram obtidos a partir de interpolações horizontais das observações registradas pelas estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Em estudos meteorológicos, é comum a adoção desses três meses como representativos da primavera no Hemisfério Sul, ainda que não coincidam exatamente com o período astronômico, uma vez que compartilham características climáticas similares (PEIXOTO; OORT, 1992). Os mapas revelam que, na média climatológica do período de 1981 a 2010, a precipitação primaveril no RS raramente ultrapassa 700 mm, sendo esses valores típicos do norte do estado, enquanto nas demais regiões os totais são ainda menores. Em contraste, no ano de 2023, grande parte do território gaúcho registrou acumulados entre 800 e 1200 mm, evidenciando uma estação excepcionalmente chuvosa.

Considerando-se especificamente o evento extremo de 4 a 5 de setembro, a Figura 3.2 apresenta os registros de precipitação obtidos a partir dos dados do INMET. Observa-se um expressivo acumulado na região da Serra, com valores entre 150 e 200 mm, que contribuíram decisivamente para as cheias no Vale do Taquari. Os maiores volumes foram registrados no dia 4 de setembro.

Figura 3.1 – Mapas (campos) de precipitação acumulada para os meses de setembro, outubro e novembro. O painel (a) apresenta os valores médios tomando-se como referência o período de 1981 a 2010, enquanto o painel (b) apresenta o acumulado para o ano de 2023.



(a) Precipitação média



(b) Precipitação observada

Fonte: Imagens obtidas a partir do site do INMET.

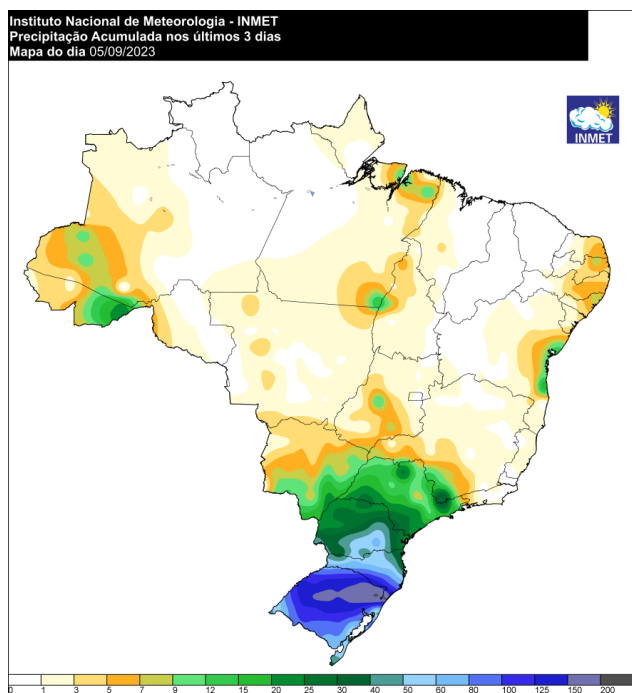


Figura 3.2 – Mapa de precipitação acumulada, registrada pelo INMET, para o período de 3 a 5 de setembro de 2023.

Fonte: Imagem obtida a partir do site do INMET.

Diante desse contexto de uma estação excepcionalmente chuvosa, marcada por eventos extremos de precipitação em curtos intervalos de tempo, torna-se imprescindível realizar um registro detalhado desses fenômenos. Além disso, é fundamental investigar os fatores meteorológicos e dinâmicos que contribuíram para sua ocorrência, bem como analisar sua previsibilidade, com o objetivo de aprimorar os sistemas de alerta e mitigar os impactos de eventos futuros semelhantes aos registrados na primavera de 2023.

4 – OBJETIVOS E METAS:

O objetivo geral desta proposta é realizar uma análise sistemática dos eventos extremos de precipitação ocorridos durante a primavera de 2023 no estado do Rio Grande do Sul, com ênfase na caracterização das precipitações observadas e na avaliação da previsibilidade desses eventos a partir de modelos numéricos de previsão do tempo.

Os objetivos específicos são:

- (i) Compilar e sistematizar dados observacionais de precipitação referentes ao período de estudo, com base em registros de estações pluviométricas operadas por diferentes instituições – como o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), entre outras fontes complementares que vierem a ser incorporadas.
- (ii) Realizar a análise espacial dos dados observacionais pontuais, com o intuito de validar estimativas de precipitação provenientes de sensoriamento remoto e quantificar os acumulados em escala de bacias hidrográficas, com foco nos episódios classificados como extremos.
- (iii) Avaliar a capacidade preditiva de modelos globais de previsão numérica do tempo para os eventos de precipitação extrema identificados, considerando métricas de acurácia, antecedência temporal e representatividade espacial, com vistas à identificação de limitações e potencialidades dos sistemas atuais de previsão.

5 – METODOLOGIA:

A metodologia a seguir foi elaborada com o objetivo de atender às metas estabelecidas nesta proposta, com base nos objetivos específicos apresentados na Seção 4 – página 2. Para fins de organização e clareza, o plano metodológico é estruturado em três frentes principais: (i) estudo observacional, (ii) análise sinótica e (iii) modelagem numérica.

5.1 – Estudo observacional

A primeira etapa consiste na compilação, análise e espacialização dos dados observacionais de precipitação para os eventos de interesse. Serão utilizados dados de estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), que incluem estações convencionais (operadas por técnicos) e automáticas (com coleta automatizada), ambas disponibilizadas em seu portal institucional. As estações automáticas fornecem dados horários, enquanto as convencionais disponibilizam observações a cada 6 horas. A Figura 5.1 apresenta a distribuição espacial das estações utilizadas.

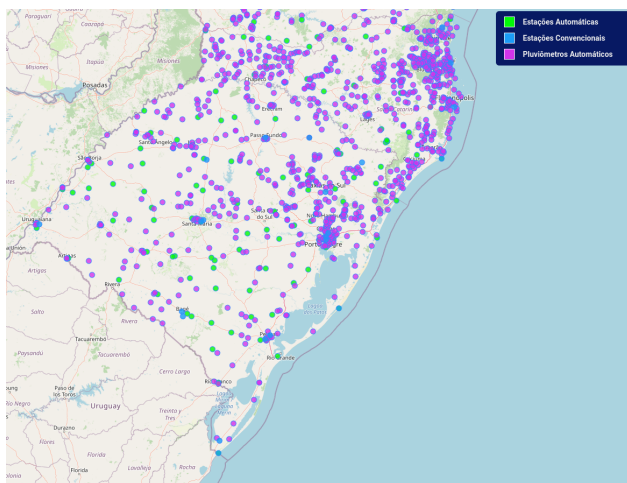


Figura 5.1 – Localização das estações meteorológicas e pluviométricas mantidas pelo INMET e instituições parceiras.

Fonte: Imagem obtida e adaptada do portal do INMET.

Além do INMET, serão incorporados dados de instituições parceiras que integram a rede nacional de monitoramento:

- **ANA (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico)**, que coordena dados de estações operadas por entidades como o Serviço Geológico do Brasil (CPRM), EPAGRI/SC, DAEE/SP, IGAM/MG, IAT/PR, entre outras.
- **CEMADEN (Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais)**, cujos pluviômetros automáticos registram a precipitação com resolução temporal de 10 minutos.

Para complementar a base observacional, serão utilizadas estimativas de precipitação por sensoriamento remoto, oriundas do produto *Integrated Multi-satellite Retrievals for GPM* (IMERG) da missão GPM (HUFFMAN et al., 2020). Este produto fornece dados com resolução espacial de 0,1° e temporal de 30 minutos, com cobertura entre 60° N e 60° S, e é calibrado por observações de superfície. Embora amplamente utilizado, sabe-se que este tipo de dado apresenta desvios sistemáticos, especialmente em áreas montanhosas devido à menor densidade de estações (BECK et al., 2020).

As etapas metodológicas para esta fase são:

- (i) **Análise dos dados de superfície:** verificação da consistência e qualidade dos dados pontuais de precipitação, identificação de valores espúrios e interpolação espacial por meio dos métodos de Kriging (BARGAUI; CHEBBI, 2009) e do inverso do quadrado da distância (IDW) (KURTZMAN; NAVON; MORIN,

2009).

- (ii) **Validação do sensoriamento remoto:** comparação dos dados do produto IMERG com os dados observados em superfície, com cálculo de correlações, desvios e aplicação de técnicas de correção sistemática, conforme Beck et al. (2020).
- (iii) **Caracterização espacial da precipitação:** mapeamento da distribuição espacial dos acumulados em bacias hidrográficas a partir dos dados interpolados e de satélite, incluindo análise das precipitações acumuladas a montante e jusante nas principais bacias afetadas.

5.2 – Análise sinótica

Como parte da caracterização física dos eventos extremos, será realizada uma análise sinótica detalhada dos padrões atmosféricos associados aos episódios de precipitação intensa na primavera de 2023. Essa etapa busca contextualizar os eventos no escopo da circulação de grande escala, fornecendo subsídios para a compreensão dos mecanismos dinâmicos e termodinâmicos envolvidos.

A análise utilizará campos de reanálise e de previsão provenientes do próprio GFS, além de dados da reanálise ERA5, disponibilizada pelo *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF), com resolução espacial de 0,25° e temporal de 1 hora. Os principais campos a serem analisados incluem: pressão ao nível do mar, espessura atmosférica, geopotencial em 500 hPa, ventos em 850 e 200 hPa, umidade relativa e razão de mistura, além de fluxos de umidade integrados na coluna atmosférica (IVT, *Integrated Vapor Transport*).

Os procedimentos previstos para esta etapa são:

- (i) **Diagnóstico sinótico:** identificação e descrição dos sistemas atmosféricos atuantes nos períodos de ocorrência dos eventos extremos, com destaque para frentes frias, cavados, sistemas de baixa pressão e bloqueios atmosféricos.
- (ii) **Análise de transporte de umidade:** avaliação do papel dos rios atmosféricos e dos fluxos de umidade em baixos níveis no favorecimento da convecção profunda e da persistência das chuvas intensas, por meio da análise dos vetores IVT e da convergência de umidade.
- (iii) **Contextualização climática:** comparação das condições observadas com padrões climatológicos, visando identificar possíveis anomalias ou contribuições de modos de variabilidade climática de grande escala (e.g., El Niño, MJO, dipolos do Atlântico e Índice de Oscilação Antártica).

Essa etapa permitirá estabelecer uma base física sólida para a interpretação dos resultados observacionais e dos testes de previsibilidade, contribuindo para a avaliação integrada dos fatores determinantes dos eventos extremos de precipitação.

5.3 – Modelagem numérica

A análise de previsibilidade será conduzida com base nos dados do modelo global de previsão numérica *Global Forecast System* (GFS) (NCEP/NOAA, 2000), operacionalizado pelo *National Centers for Environmental Prediction* (NCEP). O GFS é um sistema de modelagem acoplada com representação atmosférica de alta resolução (0,25°) e horizonte de até 16 dias. As saídas são geradas quatro vezes ao dia (00, 06, 12 e 18 UTC), com previsões horárias para os primeiros 5 dias e a cada 3 horas para os demais períodos.

As análises nesta etapa compreenderão:

- (i) **Frequência de comparação:** os campos de precipitação previstos serão comparados com os dados observacionais para intervalos horários (quando disponíveis), acumulados a cada 3 horas e diários, conforme a disponibilidade dos arquivos do GFS.
- (ii) **Análise de previsibilidade:** avaliação da acurácia dos valores previstos e da antecedência com que os eventos extremos foram indicados, utilizando dados observados de superfície e satélite como referência.
- (iii) **Horizonte temporal da previsão:** para cada evento extremo, serão analisadas as previsões geradas até 15 dias antes da ocorrência, de acordo com a abordagem metodológica proposta por Judt (2018).

Para quantificar o desempenho das previsões, serão aplicadas métricas estatísticas padronizadas em ciências atmosféricas, incluindo o Erro Quadrático Médio (RMSE), Erro Médio Absoluto (MAE) e o coeficiente de correlação linear de Pearson (WILKS, 2006). Essas métricas permitirão avaliar a habilidade preditiva do modelo tanto em termos de valores absolutos quanto da variabilidade espacial e temporal da precipitação.

6 – RESULTADOS E/OU IMPACTOS ESPERADOS:

A realização deste projeto de pesquisa tem como objetivo principal contribuir para o aprofundamento do conhecimento sobre eventos extremos de precipitação, tomando como caso de estudo os episódios registrados na primavera de 2023 no estado do Rio Grande do Sul. A ocorrência desses eventos resultou em perdas humanas irreparáveis e prejuízos econômicos estimados em bilhões de reais, demandando, portanto, esforços sistemáticos de análise, documentação e compreensão dos mecanismos físicos e dinâmicos envolvidos.

Em termos de resultados científicos, espera-se que este trabalho produza uma documentação detalhada e sistematizada dos eventos de precipitação extrema, com base em dados observacionais de alta resolução e estimativas por sensoriamento remoto, devidamente validadas e corrigidas. Paralelamente, a análise da previsibilidade por meio de modelos globais permitirá avaliar a acurácia e o horizonte útil das previsões, subsidiando avanços na modelagem numérica da atmosfera, particularmente no contexto de eventos severos.

Espera-se, ainda, que os achados deste estudo possam contribuir para a melhoria contínua das ferramentas de previsão meteorológica e para o aprimoramento das políticas públicas voltadas à gestão de riscos e desastres associados a eventos hidrometeorológicos extremos, especialmente os relacionados à precipitação intensa. Os resultados podem subsidiar, por exemplo, o aperfeiçoamento de protocolos de alerta e de resposta rápida por parte dos órgãos de proteção civil.

No âmbito da produção científica, é intenção do projeto divulgar os resultados por meio da submissão de artigos em periódicos de impacto internacional, nos seguintes eixos temáticos:

- (i) Monitoramento e caracterização de eventos meteorológicos extremos.
- (ii) Previsibilidade e desempenho de modelos numéricos na simulação de precipitação severa.

Do ponto de vista da formação de recursos humanos, o projeto prevê a inserção ativa de estudantes de graduação, como bolsistas, interagindo com alunos de pós-graduação nas atividades de pesquisa, promovendo capacitação técnica nas áreas de meteorologia, sensoriamento remoto, análise de dados atmosféricos e modelagem numérica. A vivência prática em todas as etapas do estudo – desde a coleta e processamento de dados até a análise crítica dos resultados – contribuirá significativamente para a formação de futuros profissionais qualificados, tanto para atuação na academia quanto em instituições operacionais.

Por fim, este projeto busca fortalecer a comunidade científica nacional atuante na área de modelagem atmosférica e previsão numérica do tempo, promovendo o intercâmbio de conhecimento técnico e a consolidação de práticas metodológicas aplicáveis a outros contextos regionais e climáticos no Brasil.

7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARGAOUI, Z. K.; CHEBBI, A. Comparison of two kriging interpolation methods applied to spatiotemporal rainfall. **J. Hydrol.**, v. 365, n. 1, p. 56–73, 2009. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022169408005726>>.
- BECK, H. E.; WOOD, E. F.; MCVICAR, T. R.; ZAMBRANO-BIGIARINI, M.; ALVAREZ-GARRETON, C.; BAEZ-VILLANUEVA, O. M.; SHEFFIELD, J.; KARGER, D. N. Bias correction of global high-resolution precipitation climatologies using streamflow observations from 9372 catchments. **J. Climate**, v. 33, n. 4, p. 1299 – 1315, 2020. Disponível em: <<https://journals.ametsoc.org/view/journals/clim/33/4/jcli-d-19-0332.1.xml>>.
- CNM. **Tempestades no Rio Grande do Sul já causaram 46 mortes e prejuízos aumentam para R\$ 3 bi, destaca levantamento da CNM.** Agência CNM de Notícias, 2023. Disponível em: <<https://www.cnm.org.br/comunicacao/noticias/ciclone-no-rio-grande-do-sul-ja-causou-46-mortes-e-prejuizos-aumentam-para-r-3-bi-destaca-levantamento-da-cnm>>. Acesso em: Acesso em 01 mar. 2024.
- HUFFMAN, G. J.; BOLVIN, D. T.; BRAITHWAITE, D.; HSU, K.-L.; JOYCE, R. J.; KIDD, C.; NELKIN, E. J.; SOROSHIAN, S.; STOCKER, E. F.; TAN, J.; WOLFF, D. B.; XIE, P. Integrated multi-satellite retrievals for the global precipitation measurement (GPM) mission (IMERG). In: LEVIZZANI, V.; KIDD, C.; KIRSCHBAUM, D. B.; KUMMEROW, C. D.; NAKAMURA, K.; TURK, F. J. (Eds.). **Satellite Precipitation Measurement: Volume 1.** Cham: Springer International Publishing, 2020, (Advances in Global Change Research, v. 67). p. 343–353. ISBN 978-3-030-24568-9. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-24568-9_19>.
- JUDT, F. Insights into atmospheric predictability through global convection-permitting model simulations. **J. Atmos. Sci.**, v. 75, n. 5, p. 1477 – 1497, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1175/JAS-D-17-0343.1>>.
- KURTZMAN, D.; NAVON, S.; MORIN, E. Improving interpolation of daily precipitation for hydrologic modelling: spatial patterns of preferred interpolators. **Hydrol. Process**, v. 23, n. 23, p. 3281–3291, 2009. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/hyp.7442>>.
- NCEP/NOAA. **Global Forecast System GFS.** Environmental Modeling Center, 2000. Acesso em 03 mar. 2024. Disponível em: <https://www.emc.ncep.noaa.gov/emc/pages/numerical_forecast_systems/gfs.php>.
- PEIXOTO, J. P.; OORT, A. H. **Physics of climate.** New York: American Institute of Physics, 1992. 520 p.
- WILKS, D. S. **Statistical Methods in the Atmospheric Sciences.** 2. ed. San Diego: Academic Press, 2006. 648 p.

8 – PLANO DE TRABALHO

O cronograma do plano de trabalho dos bolsistas é dividido em meses. Considerando-se o início previsto pelo edital, o mês 01 corresponde a setembro de 2025 e o mês 12 a agosto de 2026.

PLANO DE TRABALHO DO BOLSISTA 1: ESTUDO OBSERVACIONAL

Etapas	Descrição	Início (mês)	Fim (mês)
(i) Revisão bibliográfica	Realizar revisão bibliográfica contínua sobre os tópicos associados ao projeto.	01	12
(ii) Previsão do tempo	Participar, em regime de escala, da simulação operacional de previsão do tempo do Grupo de Modelagem Atmosférica de Santa Maria	01	12
(iii) Dados observacionais	Obtenção dos dados de precipitação para o período: observações de superfície e sensoriamento remoto.	01	01
(iv) Análise de dados observacionais	Análise de dados de precipitação para o período: organização do banco de dados, espacialização dos dados de precipitação em superfície e validação dos dados de sensoriamento remoto.	02	11
(v) Relatório parcial	Redação do relatório parcial de atividades da bolsa;	07	07
(vi) Redação de trabalhos	Sumarização de resultados da pesquisa e redação de trabalhos para eventos de iniciação científica (obrigatoriamente a JAI) e específicos da área.	04	12
(vii) Relatório final	Redação do relatório final de atividades da bolsa	11	12

PLANO DE TRABALHO DO BOLSISTA 2: ANÁLISE SINÓTICA

Etapas	Descrição	Início (mês)	Fim (mês)
(i) Revisão bibliográfica	Realizar revisão bibliográfica contínua sobre técnicas de análise sinótica e sua aplicação a eventos meteorológicos extremos.	01	12
(ii) Coleta de dados sinóticos	Obtenção de dados sinóticos históricos (campos de pressão, vento, temperaturas, etc.) e dados específicos do período de estudo.	01	03
(iii) Análise de eventos sinóticos	Estudo de eventos sinóticos, com análise de campos meteorológicos (pressão, vento, umidade, etc.) em diferentes níveis da atmosfera, associados aos eventos de precipitação extrema.	02	11
(iv) Integração com dados observacionais	Integração dos dados sinóticos com dados de precipitação observados e estimados por sensoriamento remoto, analisando os padrões sinóticos que favorecem a ocorrência de precipitação extrema.	04	11
(v) Relatório parcial	Redação do relatório parcial de atividades da bolsa.	07	07
(vi) Redação de trabalhos	Sumarização de resultados da pesquisa e redação de trabalhos para eventos de iniciação científica (obrigatoriamente a JAI) e específicos da área.	04	12
(vii) Relatório final	Redação do relatório final de atividades da bolsa.	11	12

PLANO DE TRABALHO DO BOLSISTA 3: MODELAGEM NUMÉRICA

Etapas	Descrição	Início (mês)	Fim (mês)
(i) Revisão bibliográfica	Realizar revisão bibliográfica contínua sobre os tópicos associados ao projeto.	01	12
(ii) Previsão do tempo	Participar, em regime de escala, da simulação operacional de previsão do tempo do Grupo de Modelagem Atmosférica de Santa Maria	01	12
(iii) Dados de modelo	Obtenção e organização do conjunto de dados de previsão do tempo para os eventos de precipitação extrema no período de estudo.	01	03
(iv) Previsibilidade	A partir dos dados de previsão de tempo do modelo GFS, identificar a assertividade dos acumulados de precipitação previstos e também a antecedência dessa previsão.	04	11
(v) Relatório parcial	Redação do relatório parcial de atividades da bolsa;	07	07
(vi) Redação de trabalhos	Sumarização de resultados da pesquisa e redação de trabalhos para eventos de iniciação científica (obrigatoriamente a JAI) e específicos da área.	04	12
(vii) Relatório final	Redação do relatório final de atividades da bolsa	11	12

ARTICULAÇÃO DO PLANO DE TRABALHO COM O PROJETO

O presente projeto visa compreender os eventos de precipitação extrema ocorridos na primavera de 2023 no estado do Rio Grande do Sul, abordando sua observação, análise sinótica e modelagem numérica. A metodologia adotada foi dividida em três componentes principais, com a participação de três bolsistas em áreas complementares:

estudo observacional, análise sinótica e modelagem numérica. O plano de trabalho de cada bolsista está estruturado de forma a contribuir diretamente para o cumprimento dos objetivos propostos, seguindo a abordagem metodológica definida.

O bolsista responsável pelo estudo observacional (bolsista 1) terá como atividades principais a obtenção, organização e análise dos dados de precipitação observados, tanto em estações meteorológicas convencionais quanto automáticas, bem como os dados de sensoriamento remoto. Através de técnicas de interpolação, como o método de Kriging e o método do inverso do quadrado da distância (IWD), este bolsista será responsável por construir a base de dados espacialmente distribuída, essencial para a validação de modelos de previsão e para a compreensão detalhada dos padrões de precipitação nas diferentes bacias hidrográficas da região. Essa base de dados será crucial para a validação de estimativas de precipitação obtidas por sensoriamento remoto, conforme descrito na metodologia do projeto. A integração dessas informações permitirá uma análise precisa e confiável da distribuição espacial e temporal da precipitação extrema no período de estudo, contribuindo para a avaliação da qualidade dos dados de observação e de sensoriamento remoto, além de fornecer subsídios para a análise da previsibilidade dos eventos extremos.

O bolsista responsável pela análise sinótica (bolsista 3) terá a função de examinar os campos meteorológicos associados aos eventos extremos de precipitação, identificando padrões sinóticos que possam estar correlacionados com a ocorrência de precipitação intensa. Essa análise envolverá o estudo dos dados de pressão, vento, umidade e outras variáveis em diferentes níveis da atmosfera, permitindo uma compreensão aprofundada dos fatores que influenciam a formação e o comportamento dos eventos meteorológicos extremos. O trabalho desse bolsista contribuirá diretamente para a metodologia proposta no projeto, pois a análise sinótica é essencial para compreender os mecanismos que governam os eventos de precipitação extrema e como esses fenômenos se relacionam com as condições meteorológicas subjacentes. As informações obtidas por meio da análise sinótica serão complementares aos dados observacionais e de modelagem, fornecendo uma visão holística do evento e apoiando a interpretação dos resultados numéricos e observacionais.

O plano de trabalho do bolsista responsável pela modelagem numérica (bolsista 3) contempla a obtenção e organização dos dados de previsão do tempo, com foco no modelo GFS. Esse bolsista será encarregado de avaliar a qualidade das previsões do modelo, comparando os acumulados de precipitação previstos com os observados. A análise envolverá a quantificação da acurácia das previsões e a identificação da antecipação com que os eventos extremos de precipitação foram previstos. Essa atividade está intimamente ligada à metodologia do projeto, pois a modelagem numérica é uma das principais ferramentas para investigar a previsibilidade dos eventos de precipitação extrema. Através do trabalho do bolsista 3, será possível avaliar se o modelo GFS foi capaz de prever os eventos de forma assertiva e com uma antecedência útil para as políticas de mitigação de desastres naturais. O processo de avaliação da previsibilidade também permitirá estabelecer configurações ideais para a modelagem de eventos extremos em regiões específicas como o Rio Grande do Sul.

Cada bolsista desempenha um papel fundamental no cumprimento dos objetivos do projeto, interligando as diversas etapas da metodologia e gerando uma base de dados integrada que permitirá uma análise aprofundada dos eventos de precipitação extrema. A articulação entre os planos de trabalho assegura que os dados observacionais, as análises sinóticas e as simulações numéricas sejam tratadas de forma coordenada, oferecendo uma compreensão robusta e detalhada dos eventos, com impacto significativo nas áreas de previsão meteorológica, gestão de riscos e mitigação de desastres naturais.

Para atender o edital e as demandas de produção científica os bolsistas ainda terão de elaborar seus relatórios parcial e final (etapas v e vii), bem como redigir trabalhos científicos (etapa vi) considerando seus resultados individuais e os obtidos pela avaliação conjunta das simulações.

9 – TERMO DE COMPROMISSO

Eu, Franciano Scremin Puhales, SIAPE nº 2752195, uma vez contemplado com cota de bolsa através deste edital, afirmo o compromisso de **não indicar** bolsista que seja meu cônjuge, companheiro ou parente em linha reta, colateral ou por afinidade até o terceiro grau, inclusive.

Declaro estar ciente de que a submissão deste documento em atendimento aos requisitos do Edital por meio de *login* institucional e senha pessoal no Portal de Projetos da UFSM caracteriza aceitação deste termo de compromisso.