



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, 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 Universidade Federal de Santa Maria, para atuarem como bolsistas de Iniciação Científica no projeto "Avaliação de uma nova parametrização de fechamento de turbulência no modelo WRF" (associado ao projeto guarda-chuva: Aplicações de modelagem numérica multiescala para escoamentos atmosféricos na América do Sul GAP/CCNE – 060154) no âmbito do Edital 014/2023 - IC Unificado, do Centro de Ciências Naturais e Exatas, coordenado pelo professor Franciano Scremin Puhales. A minuta do projeto de pesquisa encontra-se no Anexo 1 deste edital.

### 2 CRONOGRAMA

ATIVIDADE	PERÍODO
Prazo de inscrição dos candidatos	17/07/2023 a 04/08/2023
Avaliação dos candidatos	07/08/2023
Divulgação resultado preliminar	08/08/2023
Período de recursos	08/08/2023
Análise recursos	09/08/2023
Divulgação do resultado final	10/08/2023
Indicação do bolsista no Portal	10/08/2023 a 17/08/2023
Início do período de validade da bolsa	01/09/2023 a 31/08/2024

### 3 DAS INSCRIÇÕES

3.1 Período: de 17 de julho de 2023 a 4 de agosto de 2023.

3.2 Horário: das 0 horas do dia 17 de julho de 2023 até às 23 horas e 59 minutos do dia 4 de agosto de 2023, considerando-se o horário de Brasília.

3.3 Local: formulário digital <<https://forms.gle/BZvHycaVViRRN3rC8>>

3.4 Documentos exigidos:

3.4.1 Formulário digital – indicado no item 3.3 – preenchido. Não é necessário imprimir.

3.4.2 Comprovante de matrícula mais recente (a ser inserido no formulário online no formato "Portable Document Format" (PDF)).

3.4.3 Histórico escolar simplificado (a ser inserido no formulário online no formato (PDF)).

3.4.4 Currículo Lattes atualizado (a ser inserido no formulário online 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 2023 a 31 de agosto de 2024. Haverá 2 vagas de bolsa.

## **5 DOS REQUISITOS EXIGIDOS DO ACADÊMICO PARA INDICAÇÃO**

5.1 Estar regularmente matriculado 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, em qualquer banco, para 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 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 06 de agosto de 2023.

## **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, 11 de julho de 2023.

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 PEQUISA**

Edital de seleção IC unificado PRPGP/UFSM N. 014/2023 – 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: Avaliação de uma nova parametrização de fechamento de turbulência no modelo WRF   |
| 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**

O emprego de modelos numéricos para a atmosfera, em atividades de previsão do tempo e clima, é fundamental para a realização das mesmas. Neste contexto, o avanço computacional das últimas décadas resultou em um aprimoramento dos resultados destes modelos, possibilitando grades numéricas com melhor refino espacial e temporal. Contudo, o entendimento nos processos físicos não resolvidos pela escala dinâmica dos modelos, e sua posterior aplicação como parametrizações físicas é fundamental para a melhoria dos resultados, uma vez que maiores refinamentos irão impor uma melhor descrição mais refinada dos processos parametrizados.

**3.2 – Modelos atmosféricos**

Um modelo numérico atmosférico nada mais é que a representação dos processos físicos deste sistema através de um conjunto de equações matemáticas, que descrevem a dinâmica e a termodinâmica deste sistema. Por se tratar de um sistema bastante complexo, existem diferentes níveis de aproximação utilizados em modelos atmosféricos, o que impõe limitações aos processos físicos que podem ser por eles representados.

O conjunto de equações resolvidas explicitamente pelos modelos atmosféricos são, em geral, as equações de conservação de *momentum*, massa e energia. Tais equações envolvem derivadas parciais no tempo e são ditas equações prognósticas (RANDALL, 2014). Quando as equações não envolvem derivadas no tempo, são denominadas diagnósticas. Tais equações são discretizadas e resolvidas a partir de métodos numéricos adequados. Isto significa que os campos das variáveis meteorológicas são descritos por um número finito de pontos, espacializados de forma regular ou não. Desta forma, as equações são resolvidas apenas nos pontos de grade e, conseqüentemente, resolvem apenas fenômenos desta grandeza. Contudo, na atmosfera, existe um grande intervalo de escalas de movimento envolvidos nos fenômenos meteorológicos e precisam ser incluídos na solução do modelo. Tal tarefa é feita a partir de parametrizações físicas.

A parametrização é processo pelo qual os fenômenos físicos importantes, que não podem ser resolvidos diretamente, são representados no modelo. Por exemplo, os processos radiativos, que exercem influencia direta no aquecimento e resfriamento da superfície e atmosfera, ocorrem na escala molecular e não são resolvidos pelo modelo. De forma análoga, a formação de gotículas de nuvem, como elas se desenvolvem e precipitam não são resolvidos, mas precisam ser descritos no modelo (STENSRUD, 2009). Desta forma, quais serão os fenômenos resolvidos e quais serão os parametrizados depende da resolução da grade espacial do modelo, mesmo para fenômenos muito maiores que a escala molecular.

Um modelo regional (ou de área limitada) é um modelo atmosférico representativo de um recorte de uma região do globo. Por se tratar de uma região reduzida, se necessita de uma menor quantidade de pontos para se obter uma resolução maior em relação ao modelo global. O tamanho do domínio regional está diretamente ligado com o tipo de fenômenos que se deseja avaliar, ou seja, a escala do fenômeno deve ser menor que o domínio do modelo. Como a resolução do modelo indicará a menor escala de fenômenos explicitamente resolvida, existe uma relação entre o domínio do modelo e a resolução para que exista uma quantidade de pontos suficientemente grande para discretizar adequadamente o fenômeno de interesse. Além do mais, por se tratar de um recorte, o modelo regional necessita de condições de contorno laterais, o que geralmente é obtido a partir de modelos globais.

### 3.2.1 – Weather Research and Forecasting – WRF

O *Weather Research and Forecasting* (WRF) é um modelo numérico de previsão de tempo desenvolvido, com um caráter de desenvolvimento comunitário, cujos esforços são liderados pelo *National Center for Atmospheric Research* (NCAR). Suas aplicações abrangem um intervalo de escalas de dezenas de metros até milhares de quilômetros (SKAMAROCK et al., 2019). De forma geral, algumas das suas principais características são:

- (i) coordenada vertical: sistema de coordenadas híbrida – seguindo o terreno nos níveis inferiores e isobárico nos superiores – sendo o topo do domínio definido por valor constante de pressão;
- (ii) grade horizontal: grade do tipo Arakawa C deslocada;
- (iii) aninhamento de grades: possibilita a definição, sob alguns critérios, o estabelecimento de novos domínios internos com o objetivo de aumentar a resolução do modelo;
- (iv) esquemas físicos: parametrização de processos de subgrade, com diversos níveis de complexidade, para fenômenos de microfísica, convecção (parametrização *cumulus*), processos de superfície, camada limite planetária e processos radiativos.

A camada limite planetária (CLP) é representada no modelo WRF a partir dos esquemas de camada superficial e fechamento de turbulência, sendo este último geralmente chamado de esquema de camada limite, uma vez que sua atuação é mais relevante nesta região da atmosfera. O modelo de camada superficial é responsável por calcular os parâmetros turbulentos (como velocidade de fricção e coeficientes de difusão) que serão utilizados na determinação dos fluxos turbulentos entre a superfície e o primeiro nível vertical da grade numérica. Dessa forma, este esquema físico não gera tendências a serem incluídas na integração temporal das equações, apenas conecta o modelo de superfície (modelo que resolve os processos associados ao solo) com o modelo de CLP. Em geral, esta conexão é realizada a partir de teorias de similaridade, ou seja, variáveis diagnósticas. Já o modelo de fechamento de turbulência descreve os fluxos turbulentos verticais, na escala de subgrade, ao longo de toda uma coluna vertical do modelo. Em termos da solução final do modelo, este esquema de parametrização determina tendências de temperatura, umidade (inclusive nuvens – convecção rasa) e componentes da velocidade. A parametrização de camada limite assume que há uma clara separação entre a escala resolvida e parametrizada (lacuna espectral (STULL, 1988)).

### 3.3 – Um novo esquema de fechamento de turbulência para o modelo WRF

O GruMA (Grupo de Modelagem Atmosférica de Santa Maria) e o GruTA (Grupo de Turbulência Atmosférica de Santa Maria) vem, nos últimos anos, realizando diversos estudos sobre fechamentos de turbulência, tanto em modelos de coluna como modelos regionais como o WRF (COSTA et al., 2020; MARONEZE et al., 2021). Recentemente, Maroneze et al. (2023) desenvolveram um novo esquema de fechamento de turbulência para o modelo WRF, de agora em diante referido por PAMPA). O diferencial do PAMPA é incluir equações prognósticas para o fluxo de calor e variância de temperatura, com o objetivo de melhorar a representação da camada limite noturna no modelo. Os estudos em modelo de coluna, utilizando a estrutura do WRF, indicam uma melhor descrição dos regimes de turbulência da camada noturna são bem representados, sobretudo porque a estrutura térmica (média e turbulenta) é proveniente de equações prognósticas e não de impostas de forma arbitrária por funções de estabilidade.

## 4 – OBJETIVOS E METAS:

O objetivo principal deste trabalho é avaliar o desempenho do esquema PAMPA em condições mais realistas que os modelos de coluna, propondo simulações tridimensionais espacialmente e forçadas por condições de tempo oriundas de modelos de grande escala. São objetivos específicos:

- (i) Realizar simulações com PAMPA para sistemas de tempo típicos para o sul do Brasil, onde os forçantes sinóticos transientes são bastante atuantes sobretudo no inverno.
- (ii) Realizar simulações com PAMPA para casos de circulação local, como as identificadas pelo estudo de (ACEVEDO et al., 2018) para o litoral do Espírito Santo.
- (iii) Comparar os resultados obtidos com dados observados e com uma parametrização controle a ser discutida na metodologia.

Como meta para o projeto tem-se realizar simulações numéricas para diferentes esquemas de fechamento de turbulência e resoluções espaciais.

## 5 – O PROJETO É ADERENTE A UMA DAS ÁREAS PRIORITÁRIAS DO MCTIC?

( X ) SIM

( ) NÃO

SE SIM, INDIQUE QUAL DAS ÁREAS E JUSTIFIQUE NO QUADRO ABAIXO:

- ( ) **Área de Tecnologias Estratégicas:** Espacial; Nuclear; Cibernética; Segurança Pública e de Fronteira
- ( ) **Área de Tecnologias Habilitadoras:** Inteligência Artificial; Internet das Coisas; Materiais Avançados; Biotecnologia; Nanotecnologia
- ( ) **Área de Tecnologias de Produção:** Indústria; Agronegócios; Comunicações; Infraestrutura; Serviços
- ( X ) **Área de Tecnologias para o Desenvolvimento Sustentável:** Cidades Inteligentes e Sustentáveis; Energias Renováveis; Bioeconomia; Tratamento e Reciclagem de Resíduos Sólidos; Tratamento de Poluição; Monitoramento, prevenção e recuperação de desastres naturais e ambientais; Preservação Ambiental
- ( ) **Área de Tecnologias para a Qualidade de Vida:** Saúde; Saneamento Básico, Segurança Hídrica; Tecnologias Assistivas
- ( X ) **Projetos de pesquisa básica, humanidades e ciências sociais** que contribuam para o desenvolvimento científico e tecnológico, diante de sua característica essencial e transversal, conforme Portaria MCTIC nº 21.329/2020.

## JUSTIFICATIVA DE ADERÊNCIA

Em virtude da temática da presente proposta ela apresenta grande correlação com algumas áreas de tecnologias estabelecidas como prioritárias para o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), para projetos de pesquisa, de desenvolvimento de tecnologias e inovações, para o período 2020 a 2023 (Portaria MCTIC nº 1.122, de 19.03.2020). Neste contexto ressalta-se que a base da presente proposta é a investigação do comportamento de diferentes esquemas de parametrização de um modelo atmosférico amplamente utilizado para a simulação e previsão de tempo em todo mundo (*Weather Research and Forecasting*, WRF). Assim, conecta-se diretamente com a área de Desenvolvimento Sustentável nos setores de: Energias Renováveis, Tratamento de Poluição, Monitoramento, prevenção e recuperação de desastres naturais e ambientais e Preservação Ambiental. Sendo grande parte dos parques eólicos do Brasil localizados em região costeira, o entendimento da circulação local e da turbulência dessas regiões contribuí fortemente para o estabelecimento de metodologias de experimentação e simulação que otimizem a geração desse tipo de energia renovável, bem como a contribuição para a melhoria na compreensão de estudos de dispersão de contaminantes. Além do mais, o modelo WRF é também utilizado para previsão de propagação de incêndios florestais, sendo uma ferramenta que pode ser decisiva para o controle de queimadas e na preservação ambiental. Mesmo que esta aplicação não seja o objetivo final dessa proposta, os estudos desenvolvidos aqui a cerca de parametrizações de CLP podem também contribuir nessa área. Logo, o presente projeto pode direta ou indiretamente contribuir para o equilíbrio entre desenvolvimento econômico, social e preservação ambiental, como prevê a portaria 1.122 do MCTIC. Além do mais, estudos na área de turbulência e micrometeorologia geram resultados de ciência básica que ajudam na compreensão de escoamentos turbulentos no ambiente geofísico. Assim, essa proposta também atende o desenvolvimento de ciência básica, considerados transversais mas essenciais ao desenvolvimento de tecnologias.

## 6 – METODOLOGIA:

As simulações serão realizadas com o modelo WRF em sua versão ARW 4.5 (SKAMAROCK et al., 2019), com uma grade principal (d01, grade mãe) com resolução nominal de 4,5 km ma qual será aninhada, para fins de avaliação, uma segunda grade (d02) com resolução nominal de 1,5 km.

As condições iniciais e de contorno das simulações serão as mesmas, afim de remover esse grau de liberdade na comparação entre as diferentes soluções. Os dados a serem empregados são os do conjunto de reanálise ERA5 (C3S, 2017; HERSBACH et al., 2018), disponibilizados pelo ECMWF (“European Centre for Medium-Range Weather Forecasts”). Este conjunto oferece diversos produtos sendo que serão utilizados campos com resolução espacial de 0,25° de latitude e longitude, temporal de uma hora, estratificados em 37 níveis isobáricos.

A avaliação dos resultados das diferentes simulações será realizada a partir da comparação com dados observados na torre de Linhares (ACEVEDO et al., 2018), pelas estações de superfície do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Quantitativamente serão calculados o erro médio, erro médio absoluto e correlação linear entre os valores simulados e observados (WILKS, 2006).

A parametrização a ser utilizada como experimento numérico controle, para comparação e avaliação do esquema PAMPA será a MYNN (*Mellor-Yamada Nakanishi e Niino*, (NAKANISHI; NIINO, 2004; OLSON et al., 2019; PUHALES et al., 2023)), em seus níveis 2.5 e 3.0. O esquema MYNN é uma parametrização de fechamento local, baseado no esquema proposto por Mellor e Yamada (1982), com equações prognósticas para os momentos estatísticos de segunda ordem e energia cinética turbulenta.

## 7 – RESULTADOS E/OU IMPACTOS ESPERADOS:

Com o desenvolvimento das atividades propostas nesse projeto espera-se determinar a acurácia do esquema PAMPA para o fechamento de turbulência para diferentes sistemas meteorológicos. Tal análise contribuirá para futuros aperfeiçoamento do esquema de parametrização. Além do mais, busca-se na execução desta proposta a formação de acadêmicos e acadêmicas na área de modelagem numérica da atmosfera, fundamental para o desenvolvimento destes e destas estudantes tanto na área de pesquisa acadêmica como para um futuro ingresso no mundo do trabalho.

## 8 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEVEDO, O. C.; DEGRAZIA, G. A.; PUHALES, F. S.; MARTINS, L. G. N.; OLIVEIRA, P. E. S.; TEICHRIEB, C.; SILVA, S. M.; MARONEZE, R.; BODMANN, B.; MORTARINI, L.; CAVA, D.; ANFOSSI, D. Monitoring the micro-meteorology of a coastal site next to a thermal power plant from the surface to 140 m. **B. Am. Meteorol. Soc.**, v. 99, n. 4, p. 725–738, 2018.
- C3S. **ERA5**: Fifth generation of ECMWF atmospheric reanalyses of the global climate. Copernicus Climate Change Service Climate Data Store, 2017. Acessado em 19 mai 2023. Disponível em: <<https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/home>>.
- COSTA, F. D.; ACEVEDO, O. C.; MEDEIROS, L. E.; MARONEZE, R.; PUHALES, F. S.; CARVALHO JR., A. D.; CAMPONOGARA, L. F.; SANTOS, D. M. dos; MORTARINI, L. Stable boundary layer regimes in single-column models. **J. Atmos. Sci.**, v. 77, n. 6, p. 2039 – 2054, 2020.
- HERSBACH, H.; ROSNAY, P. de; BELL, B.; SCHEPERS, D.; SIMMONS, A.; SOCI, C.; ABDALLA, S.; ALONSO-BALMASEDA, M.; BALSAMO, G.; BECHTOLD, P.; BERRISFORD, P.; BIDLOT, J.-R.; BOISSÉSON, E. de; BONAVITA, M.; BROWNE, P.; BUIZZA, R.; DAHLGREN, P.; DEE, D.; DRAGANI, R.; DIAMANTAKIS, M.; FLEMING, J.; FORBES, R.; GEER, A. J.; HAIDEN, T.; HÓLM, E.; HAIMBERGER, L.; HOGAN, R.; HORÁNYI, A.; JANISKOVA, M.; LALOYLAUX, P.; LOPEZ, P.; MUNOZ-SABATER, J.; PEUBEY, C.; RADU, R.; RICHARDSON, D.; THÉPAUT, J.-N.; VITART, F.; YANG, X.; ZSÓTÉR, E.; ZUO, H. Operational global reanalysis: progress, future directions and synergies with NWP. In: **ERA Report Series**. Reading: ECMWF, 2018. v. 27. 65 p. Disponível em: <<https://www.ecmwf.int/node/18765>>.
- MARONEZE, R.; ACEVEDO, O. C.; COSTA, F. D.; PUHALES, F. S.; ANABOR, V.; LEMES JR, D. N.; MORTARINI, L. How is the two-regime stable boundary layer reproduced by the different turbulence parametrizations in the weather research and forecasting model? **Bound.-Lay. Meteorol.**, v. 178, p. 383–413, 2021.
- MARONEZE, R.; COSTA, F. D.; ACEVEDO, O. C.; MEDEIROS, L. E.; PUHALES, F. S.; ANABOR, V.; MORTARINI, L. A new stable boundary layer parameterization for numerical weather prediction models: A heat flux budget approach. **Bound.-Lay. Meteorol.**, online, p. 1–22, 2023.
- MELLOR, G. L.; YAMADA, T. Development of a turbulence closure model for geophysical fluid problems. **Rev. Geophys. Space GE**, v. 20, n. 4, p. 851–875, 1982.
- NAKANISHI, M.; NIINO, H. An improved mellor–yamada level-3 model with condensation physics: Its design and verification. **Bound.-Lay. Meteorol.**, v. 112, n. 1, p. 1–31, 2004.
- OLSON, J. B.; KENYON, J. S.; ANGEVINE, W. M.; BROWN, J. M. .; PAGOWSKI, M.; SUĚLJ, K. **A Description of the MYNN-EDMF Scheme and the Coupling to Other Components in WRF-ARW**. Boulder, 2019. v. 61, 37 p. Disponível em: <10.25923/n9wm-be49>.
- PUHALES, F. S.; OLSON, J. B.; DUDHIA, J.; BEM, D. L. de; MARONEZE, R.; ACEVEDO, O. C.; COSTA, F. D.; ANABOR, V. **Turbulent Kinetic Energy Budget for MYNN-EDMF PBL Scheme in WRF model**. Santa Maria, 2023. 10 p. Acessado em 19 mai 2023. Disponível em: <<http://repositorio.ufsm.br/handle/1/28327>>.
- RANDALL, D. **An Introduction to Atmospheric Modeling**. Fort Collins, 2014. Acesso em 02 abr. 2015. Disponível em: <<http://imcs.dvfu.ru/struc/kkt/inform/science/Methodi/Randall.pdf>>.
- SKAMAROCK, W. C.; KLEMP, J. B.; DUDHIA, J.; GILL, D. O.; LIU, Z.; BERNER, J.; WANG, W.; POWERS, J. G.; DUDA, M. G.; BARKER, D. M.; HUANG, X.-Y. **A Description of the Advanced Research WRF Version 4**. Boulder, 2019. NCAR TECHNICAL NOTE: NCAR/TN–556+STR, 145 p.
- STENSRUD, D. J. **Parameterization schemes: keys to understanding numerical weather prediction models**. Cambridge: Cambridge University Press, 2009. 480 p.
- STULL, R. **An introduction to boundary layer meteorology**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1988. 666 p.
- WILKS, D. **Statistical Methods in the Atmospheric Sciences**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 2006. 648 p.

## 9 – PLANO DE TRABALHO

### PLANO DE TRABALHO DO BOLSISTA 1

Étapas	Descrição	Início	Fim
(i) Revisão bibliográfica	Realizar revisão bibliográfica contínua sobre os tópicos associados ao projeto como modelagem numérica e camada limite planetária	set/23	ago/24
(ii) Escolha de eventos	Definir dos casos a serem simulados e obter às condições iniciais e de contorno para realização das simulações <b>para os eventos de brisa e camada limite interna no litoral do Espírito Santo;</b>	set/23	out/23
(iii) Simulações d01	Simular os casos selecionados para os esquemas PAMPA e MYNN, empregando o domínio d01;	out/23	dez/23
(iv) Avaliação d01	Avaliação dos resultados das simulações realizadas no item (iii) através de dados observados;	fev/24	mar/24
(v) Relatório parcial	Redação do relatório parcial de atividades da bolsa;	mar/24	mar/24
(vi) Simulações d02	Simular os casos selecionados para os esquemas PAMPA e MYNN, empregando o domínio d02;	abr/24	jul/24
(vii) Avaliação d02	Avaliação dos resultados das simulações realizadas no item (vi) através de dados observados;	mai/24	jul/24
(viii) Redação de trabalhos	Sumarização de resultados da pesquisa e redação de trabalhos para eventos de iniciação científica (obrigatoriamente a JAI) e específicos da área.	dez/23	ago/24
(ix) Relatório final	Redação do relatório final de atividades da bolsa	jul/24	ago/24

### PLANO DE TRABALHO DO BOLSISTA 2

Étapas	Descrição	Início	Fim
(i) Revisão bibliográfica	Realizar revisão bibliográfica contínua sobre os tópicos associados ao projeto como modelagem numérica e camada limite planetária	set/23	ago/24
(ii) Escolha de eventos	Definir dos casos a serem simulados e obter às condições iniciais e de contorno para realização das simulações <b>para os eventos no sul do Brasil;</b>	set/23	out/23
(iii) Simulações d01	Simular os casos selecionados para os esquemas PAMPA e MYNN, empregando o domínio d01;	out/23	dez/23
(iv) Avaliação d01	Avaliação dos resultados das simulações realizadas no item (iii) através de dados observados;	fev/24	mar/24
(v) Relatório parcial	Redação do relatório parcial de atividades da bolsa;	mar/24	mar/24
(vi) Simulações d02	Simular os casos selecionados para os esquemas PAMPA e MYNN, empregando o domínio d02;	abr/24	jul/24
(vii) Avaliação d02	Avaliação dos resultados das simulações realizadas no item (vi) através de dados observados;	mai/24	jul/24
(viii) Redação de trabalhos	Sumarização de resultados da pesquisa e redação de trabalhos para eventos de iniciação científica (obrigatoriamente a JAI) e específicos da área.	dez/23	ago/24
(ix) Relatório final	Redação do relatório final de atividades da bolsa	jul/24	ago/24

### ARTICULAÇÃO DO PLANO DE TRABALHO COM O PROJETO

O objetivo principal do projeto é avaliar o desempenho do esquema de fechamento PAMPA para diferentes eventos meteorológicos. Para tal os bolsistas envolvidos terão atividades individuais e coletivas, sendo que algumas daquelas realizadas de forma individual serão comuns aos bolsistas, como a realização de estudos de revisão bibliográfica (etapa i) para compreender adequadamente o fenômeno e a metodologia proposta para a realização e avaliação das simulações. Além do mais, é uma atividade comum e coletiva aos bolsistas a redação de trabalhos que venham a comparar o desempenho do esquema PAMPA em diferentes eventos meteorológicos, o que pode ser contemplado pela etapa (vii). Cada bolsista deverá escolher os casos significativos a serem simulados (etapa ii) e discuti-los com o orientador. A partir disto, cada bolsista realizará suas simulações (etapas iii e vi), com características definidas individualmente em cada plano de trabalho. Com o andamento do projeto e a realização de simulações cada bolsista avaliará seus resultados, considerando como controle os dados observados na região da simulação (etapas iv e vii).

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

## 10 – 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.