

# SIMULAÇÕES NUMÉRICAS PARA O EVENTO SEVERO EM PETRÓPOLIS COM O MODELO WRF: ANÁLISE DOS ESQUEMAS DE FECHAMENTO DE MICROFÍSICA

Douglas Lima DE BEM<sup>1,3</sup>, Franciano Scremin PUHALES<sup>1,2,3</sup>

[douglaslima523@gmail.com](mailto:douglaslima523@gmail.com)

<sup>1</sup>Grupo de Modelagem Atmosférica de Santa Maria (GruMA, UFSM)

<sup>2</sup>Curso de Graduação em Meteorologia (UFSM)

<sup>3</sup>Programa de Pós-Graduação em Meteorologia (PPGMET,UFSM)

**Palavras chave:** Parametrização, ZCAS, Microfísica, Precipitação

## 1) INTRODUÇÃO

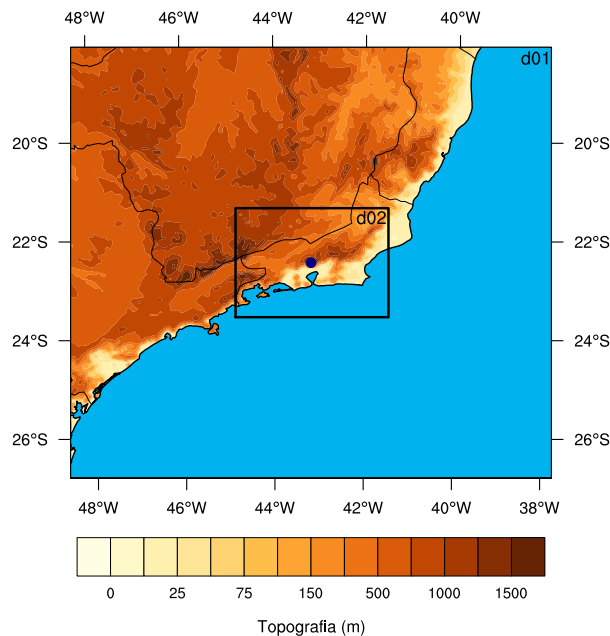
O Brasil é caracterizado pela passagem de sistemas transientes ao longo de todo o ano. Estes sistemas tem como função regular o sistema dinâmico atmosférico com a função de levar ar mais frio a regiões mais quentes e ar mais quente a regiões de ar mais frios. Esse função é dada as frentes, seja ela quente ou fria, contudo, sabe-se que uma região do sistema frontal é conhecida como região a qual pode-se observar uma descontinuidade do gradiente horizontal de temperatura. Tal região é marcada por instabilidade e tem como principal impacto a formação de tempestades que dependendo das componentes atmosféricas na região tais quais temperatura e umidade, podem ser severas. Assim, uma frente fria que atua sobre uma dada região pode ocasionar eventos com chuva intensa, vento forte e descargas elétricas. Em fevereiro de 2022, entre os dias 15 e 16, têm-se a ocorrência da passagem de uma frente sobre a região do estado do Rio de Janeiro, mais precisamente cidade de Petrópolis, região esta que já sofre ao longo dos meses anteriores com chuvas com acumulados expressivos devido a formação da zona de convergência ao longo da região. Tal passagem deste evento, ocasionou acumulados em 6 horas maiores que a média mensal, deslizamentos de terra e o total de 233 mortes de moradores da região. Isto fez com que a comunidade ficasse em alerta sobre os riscos e se existem maneiras de alertar a população para eventos severos similares ao que foi visto. A partir disso, se dá a importância a previsão do tempo. A sua previsão é feita a partir do uso de modelos numéricos de previsão do tempo, podendo ser eles globais (os quais abrangem todo o globo) ou então modelos regionais (que tem como abrangência uma dada região do globo). Pensando nisso, este trabalho tem como proposta análise a partir de simulações feitas com o uso do modelo WRF com diferentes esquemas de fechamento de microfísica, para o caso da passagem deste sistema frontal para a cidade de Petrópolis no Rio de Janeiro.

## 2) METODOLOGIA

Neste estudo, aplicou-se o *Weather Research and Forecasting* (WRF), modelo numérico atmosférico desenvolvido tanto para aplicações em pesquisa (ARW – *Advanced Research WRF*) quanto para aplicações operacionais (NMM – *Non-hydrostatic Mesoscale Model*). Neste caso foi usado o modelo na sua versão 4.3.3 Skamarock et al. (2019). No experimento em questão, foram realizadas duas simulações e cada uma usou um esquema de parametrização de microfísica distinto (esquema de momento simples (WSM6) Hong and Lim (2006) e esquema de momento duplo (WDM6) Lim and Hong (2010)), fazendo o uso de duas grades aninhadas sendo a primeira de 4.5 km e a segunda de 1.5 km com ponto central na cidade de Petrópolis no Rio de Janeiro. As simulações tem seu início no dia 11 de fevereiro as 00Z e seu fim

as 00Z do dia 18 de fevereiro com o intuito de analisar o evento desde seu início. Os dados iniciais e de contorno foram obtidos através dos campos de reanálise do ERA5 C3S (2017) de resolução horizontal de  $0,25^\circ \times 0,25^\circ$ , com intervalos horários e 37 níveis isobáricos. A partir dos dados simulados, foi-se usado para plotagem de séries temporais e mapas de acumulados de precipitação a fim de compararmos os valores a partir das diferentes parametrizações.

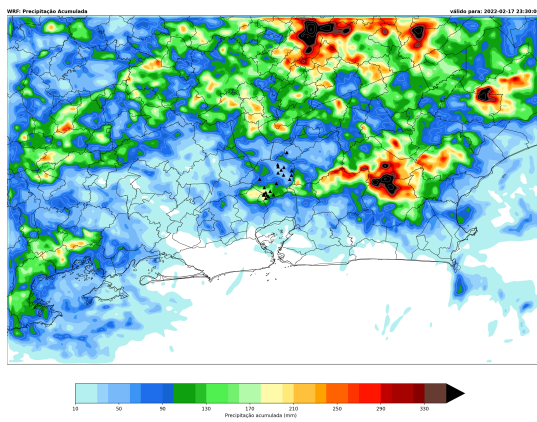
**Figura 1: Domínio espacial utilizado na simulação, representado através do campo de topografia. Os rótulos d01, d02 correspondem, respectivamente, a grade mãe da rodada (resolução de 4,5 km) e o aninhamento (resolução de 1,5 km). O ponto azul indica a posição utilizada para o uso de dados observados.**



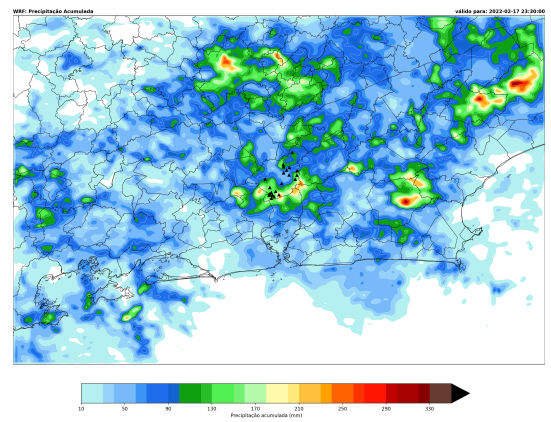
O evento em questão se dá ao longo da semana do dia 15 de fevereiro de 2022, onde as chuvas na região de Petrópolis foram as mais extremas em 90 anos. Os acumulados de chuva ao longo da tarde do dia 15 superaram os valores esperados para o mês inteiro de fevereiro, chegando a marca de 250 mm em três horas ao longo da tarde.

### 3) RESULTADOS

A partir das simulações, foram representados os campos de precipitação acumulada até o último horário simulado para a região, com as indicações no formato de triângulo para a indicação das estações pluviométricas utilizadas para a comparação. Pode-se observar que na primeira figura que indica a simulação com o uso de momento simples, a representação de maiores acumulados de precipitação sobre todo o domínio em comparação a simulação com o uso de momento duplo. Contudo, os valores na área de estudo, região do município de Petrópolis, os valores foram abaixo dos observados principalmente durante o dia 15 de fevereiro. Já a simulação com o uso de momento duplo conseguiu uma melhor representação da chuva localizada de maior intensidade com bem descrito pelo evento em questão chegando a valores entre 210 mm e 250 mm. Vale salientar ainda que mesmo chegando a valores mais próximos, a simulação ainda apresentou valores abaixo do observado. Além disso, um ponto positivo da representação do modelo, independente das parametrizações, foi a indicação de maiores acumulados na região sul do município. Região essa que foi a mais impactada em relação da deslizamentos de terra e alagamentos como bem descrito pela Defesa Civil da região e canais jornalísticos.



(a) Momento Simples (WSM6)



(b) Momento Duplo (WDM6)

**Figura 2: Comparação dos valores de precipitação acumulada ao longo da semana do dia 11 ao dia 18 de fevereiro para o domínio 02 do modelo para as duas parametrizações.**

#### 4) CONCLUSÃO

A partir dos resultados discutidos, as duas parametrizações conseguiram indicar os maiores volumes esperados na região sul do município, contudo, a parametrização de momento duplo conseguiu uma melhor representação indicando maiores acumulados em comparação a simulação com o uso de parametrização de momento simples. Além disso, foi visto que o modelo independente das parametrizações de microfísica usadas, tendem a subestimar os valores de precipitação durante o evento em questão. Isso pode nos levar a crer que deve-se analisar principalmente a parametrização para a convecção utilizada pelo modelo a fim de fazer uma melhor discretização da precipitação durante eventos extremos como o discutido.

#### REFERENCIAS

**C3S, 2017:** Era5 (Fifth generation of ECMWF atmospheric reanalyses of the global climate). URL: <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/home>.

**Carvalho, L. M., Jones, C., and Liebmann, B., 2002:** Extreme precipitation events in southeastern south america and large-scale convective patterns in the south atlantic convergence zone. *Journal of Climate*, 15, 2377–2394.

**Hong, S.-Y., and Lim, J.-O. J., 2006:** The wrf single-moment 6-class microphysics scheme (wsm6). *Asia-Pacific Journal of Atmospheric Sciences*, 42, 129–151.

**Lim, K.-S. S., and Hong, S.-Y., 2010:** Development of an effective double-moment cloud microphysics scheme with prognostic cloud condensation nuclei (ccn) for weather and climate models. *Monthly weather review*, 138, 1587–1612.

**Reboita, M. S., Marietto, D. M. G., Souza, A., and Barbosa, M., 2017:** Caracterização atmosférica quando da ocorrência de eventos extremos de chuva na região sul de minas gerais. *Revista Brasileira de Climatologia*, 21.

**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. et al., 2019:** A description of the advanced research wrf model version 4. National Center for Atmospheric Research: Boulder, CO, USA, 145, 145.