

# AVALIAÇÃO DAS PARAMETRIZAÇÕES DO MODELO WRF NA SIMULAÇÃO DE PRECIPITAÇÃO INTENSA NA CIDADE DE NITERÓI

Louise da Fonseca Aguiar<sup>1,2</sup>, Marcio Cataldi<sup>1</sup>, Priscila da Cunha Luz<sup>1</sup>, Rodrigo Anunciação Caldas<sup>1,3</sup>, David Christian de Lima Ferreira<sup>1,4</sup>  
[louisedaguiar@gmail.com](mailto:louisedaguiar@gmail.com). Autora correspondente.

<sup>1</sup>Laboratório de Monitoramento e Modelagem de Sistemas Climáticos da Universidade Federal Fluminense (LAMMOC – UFF)

<sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Meteorologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (PPGM – UFRJ)

<sup>3</sup>Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e do Meio Ambiente (UFF)

<sup>4</sup>Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Biosistemas (PGEB – UFF)

**Palavras-chave:** WRF, modelagem numérica do tempo, chuvas intensas.

## 1) INTRODUÇÃO

Em todo o mundo a intensificação da ocorrência de chuvas extremas nas últimas décadas (IPCC, 2012) tem provocado inúmeras perdas de vidas humanas e perdas materiais, ocasionando transtornos imensuráveis para a população mundial. A América do Sul já vivencia um aumento de eventos de precipitação extrema desde a última metade do século XX (Marengo et al., 2009), o que torna a previsibilidade correta desses eventos uma ferramenta essencial na prevenção, minimização das perdas e proteção da sociedade.

Para a previsão de chuvas intensas, a modelagem numérica do tempo é a principal ferramenta de antecipação e previsão do fenômeno, e sistemas de alerta em todo o mundo já fazem uso dessa ferramenta como a primeira medida de prevenção para emissão de alertas para as comunidades (Calmant et al. 2009; Danhelka 2011; Gerard 2011). Porém, as técnicas de modelagem e estudos relacionados ao desenvolvimento de ferramentas científicas que auxiliem os órgãos governamentais na proteção da população continuam sendo um desafio para as comunidades científicas (Viterbo et al. 2020).

Parte desse desafio encontra-se na previsão de precipitação obtida pela modelagem numérica do tempo, que é o resultado de cálculos paramétricos intrínsecos aos modelos numéricos. Nesse contexto, muitos pesquisadores pelo mundo estão focados na escolha de um conjunto de parametrizações que possa fornecer a melhor representação da precipitação para determinado local.

Inserido neste contexto, o presente estudo tem como objetivo avaliar a habilidade do modelo WRF na simulação de dois eventos extremos de chuva ocorridos na cidade de Niterói, Rio de Janeiro - Brasil, utilizando três diferentes conjuntos paramétricos, buscando, assim, auxiliar na emissão de alerta de chuvas intensas e no acionamento de sirenes junto às comunidades vulneráveis aos riscos de inundação e escorregamentos de encosta.

## 2) METODOLOGIA

Primeiramente, utilizando a base de dados da Secretaria Municipal de Defesa Civil e Geotecnia de Niterói (**Figura 1**), que possui 27 pluviômetros distribuídos pela cidade, foram selecionados dois eventos precipitação utilizando o critério de seleção para chuva extrema de Pristo et al., 2018. Foram selecionadas as datas em que a chuva acumulada em 24h ultrapassou o percentil 95% da série entre 2019 e 2020 da estação e onde houve um maior número de pluviômetros com acumulados acima do percentil 95%. Assim, foram selecionados como evento extremo os dias 13/01/2020, com 27 pluviômetros registrando acumulados de chuva acima do percentil, e 10/02/2020 com 24 pluviômetros. Para simular o evento de chuva foi utilizado o modelo numérico atmosférico Weather Research and Forecast (WRF) (Skamarock et al. 2008), que roda operacionalmente no Laboratório de Monitoramento e Modelagem de Sistemas Climáticos da Universidade Federal Fluminense (LAMMOC – UFF),

configurado com 3 domínios com aninhamento one-way, time-step de 54 segundos e 35 níveis verticais. As grades possuem resolução espacial de 9 km, 3 km e 1 km, centradas na cidade de Niterói, e as condições inicial e de contorno são provenientes do modelo Global Forecast System (GFS) do National Centers for Environmental Prediction (NCEP), com resolução espacial  $0.25^\circ$  e com *input* no modelo a cada 6 horas.

Nesta pesquisa, foram testados três conjuntos paramétricos. O primeiro conjunto paramétrico, denominado Conjunto 1, utilizou as parametrizações de microfísica de nuvens de WRF Single moment 3-class, cumulus de Kain-Fritsch e camada limite planetária (CLP) de Yonsei University Scheme (YSU), que é o conjunto utilizado operacionalmente no LAMMOC. Os outros 2 conjuntos foram selecionados com base em pesquisas que também buscaram simular chuvas intensas no estado do Rio de Janeiro. O Conjunto 2 foi baseado na pesquisa de Luz Barcellos e Cataldi (2020), que utilizou para microfísica de nuvens de Ferrier-Aligo, cumulus de Betts-Miller-Janjic e CLP de MRF, e o Conjunto 3, baseado na pesquisa de Lira e Cataldi (2016), que utilizou para microfísica de nuvens de WRF Single moment 3-class (grades de 9 e 3km) e Schultz (grade de 1km), cumulus de Betts-Miller-Janjic e CLP de MRF.

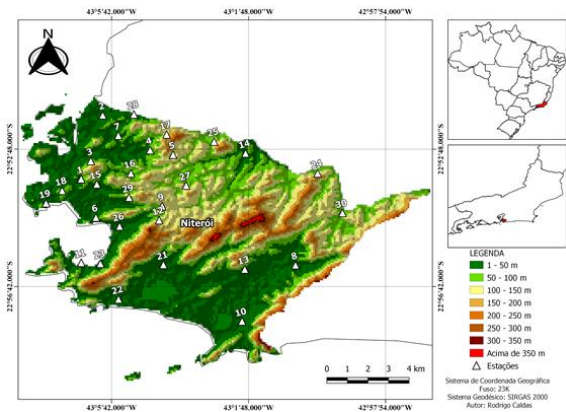


Figura 1: Aspecto do relevo na cidade de Niterói com a localização dos principais morros e maciços e a localização pluviômetros na cidade de Niterói (Fonte: própria, 2022).

Após as 6 simulações, foram extraídos os dados das previsões de chuva do modelo WRF nas coordenadas dos pluviômetros de Niterói e analisados os resultados do modelo por conjunto paramétrico e por evento.

### 3) RESULTADOS

O evento de chuva extrema ocorrido no dia 13/01/2020 foi originado por um sistema de baixa pressão, e é apresentado na **Figura 2**. A figura mostra a comparação entre a chuva observada em 24h (à esquerda), a previsão de chuva em 24h dos 3 conjuntos paramétricos (no centro), e o gráfico com a

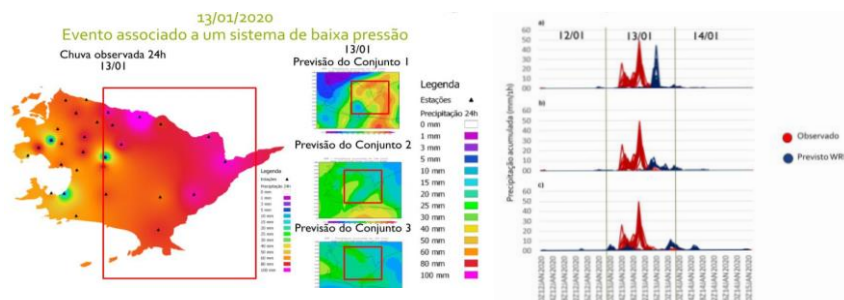


Figura 2: Análise do evento extremo de chuva ocorrido no dia 13 de janeiro de 2020.

Na **Figura 2**, à esquerda, é possível observar que o acumulado de chuva em 24h registrado ultrapassa 100 mm no centro-leste da cidade, e, quantitativamente, nenhum dos 3 conjuntos paramétricos conseguiu prever a intensidade observada. Analisando espacialmente, observa-se que o conjunto 1 concentrou os núcleos de precipitação mais intensos nos mesmos locais onde foram observados, e os conjuntos 2 e 3 não conseguiram prever a intensidade do evento. Analisando os gráficos de chuva horária (à direita) observa-se que apenas o conjunto 1 conseguiu prever aproximadamente a intensidade da chuva horária, porém com defasagem temporal atrasada de algumas horas.

O evento de chuva extrema ocorrido no dia 10/02/2020 foi originado pela chegada de uma frente fria que deu origem a formação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), e é apresentado na **Figura 3**. A figura mostra a comparação entre a chuva observada em 24h (à esquerda), a previsão de chuva em 24h dos 3 conjuntos paramétricos (no centro), e o gráfico com a chuva horária observada nos 27 pluviômetros (linha em vermelho) e as previsões dos 3 conjuntos para-métricos, sendo (a) conjunto 1, (b) conjunto 2 e (c) conjunto 3 para as coordenadas dos 27 pluviômetros (linha em azul) (à direita).

Na **Figura 3**, à esquerda, é possível observar que o acumulado de chuva em 24h registrado ultrapassa 80 mm na parte centro-oeste da cidade, e, quantitativamente, os conjuntos paramétricos 2 e 3 conseguiram prever aproximadamente a intensidade observada. Analisando espacialmente, observa-se que o conjunto 2 previu a chuva mais intensa no lado leste da cidade, e o conjunto 3 concentrou os

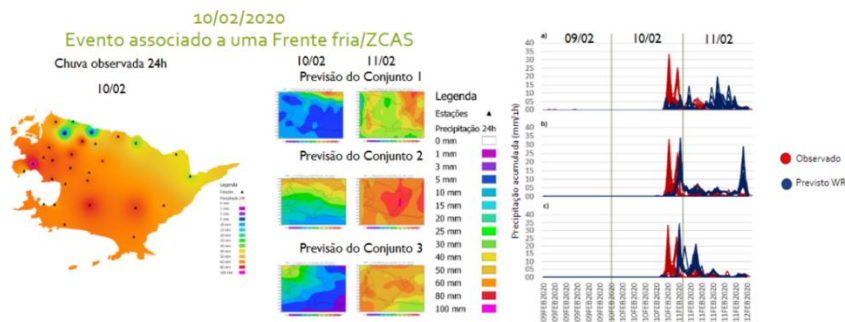


Figura 3: Análise do evento extremo de chuva ocorrido no dia 10 de fevereiro de 2020.

núcleos de precipitação mais intensos nos extremos oeste e leste da cidade. Analisando os gráficos de chuva horária (à direita) observa-se que apenas o conjunto 1 não conseguiu prever a intensidade da chuva que ocorreu na noite do dia 10/02, e os conjuntos 2 e 3 mostram, aproximadamente, que previram a intensidade da chuva horária, porém novamente com atraso de algumas horas.

#### 4) CONCLUSÕES

A pesquisa mostra que o evento de chuva extrema originado de um fenômeno de escala sinótica (10/02/2020) foi mais bem previsto pelo modelo numérico do que o evento originado por instabilidades locais sobre a região (13/01/2020). É importante destacar que, mesmo quando os conjuntos paramétricos conseguem simular a severidade do evento extremo, a previsão atrasa em algumas horas o início da chuva intensa sobre a área de estudo. O estudo reforça a problemática da previsão de eventos de chuva extrema e mostra a importância da abordagem probabilística nos centros operacionais, utilizando diferentes conjuntos paramétricos visando melhorar a acurácia dos alertas de tempo severo.

#### REFERENCIAS

**Calmant, S. et al., 2009:** JASON-2 IGDRs for flood alert in the Amazon Basin. In: Ocean Surface Topography Science Team Meeting, OSTST.

**Danhelka, J., 2011:** Hydrological forecasting and warning in case of flash flood. In: Proceedings of the Internacional Workshop Early Warning for flash floods.

**Gerard, F., 2011:** State of art with flash flood early warning and management capacities in France. In: Proceedings of the Internacional Workshop Early Warning for flash floods.

**Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2012:** Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation.

**Marengo, J. A. et al., 2009:** Mudanças climáticas e eventos extremos no Brasil. Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FBDS).

**Pristo, M. V. J. et al., 2018:** Climatologia de chuvas intensas no município do Rio de Janeiro. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 33, p. 615-630.

**Skamarock, W. C. et al., 2008:** A description of the advanced research WRF version 2. National Center For Atmospheric Research Boulder Co Mesoscale and Microscale Meteorology Div.

**Viterbo, F. et al., 2020:** A multiscale, hydrometeorological forecast evaluation of national water model forecasts of the May 2018 Ellicott City, Maryland, flood. Journal of Hydrometeorology, v. 21, n. 3, p. 475-499.