

## ESTUDO DA PARAMETRIZAÇÃO DE MICROFÍSICA PARA PREVISÃO QUANTITATIVA DE PRECIPITAÇÃO

MARLON TOMASCHEWSKI<sup>1</sup>; LEONARDO CALVETTI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – marlon.tomaschewski@hotmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – lcalvetti@gmail.com

### 1. INTRODUÇÃO

Os modelos de previsão do tempo conseguem simular o comportamento da atmosfera obtendo futuros dados de precipitação, pressão, temperatura, umidade, entre outras variáveis meteorológicas com intervalos que podem ser de horas, ou até dias. Essas simulações são realizadas por meio da assimilação de dados medidos por instrumentos, parametrizações empíricas e equações físico-dinâmicas que descrevem as condições do tempo e clima.

Uma das variáveis obtidas pelos modelos é a precipitação, uma das mais difíceis de se prever com boa acurácia (EBERT, 2001). Os principais desafios da previsão quantitativa de precipitação, doravante denominado QPF, são os prognósticos das quantidades resultantes da passagem dos estados físicos da água: condensação, de vapor ao estado líquido; congelamento, líquido para o sólido; sublimação, do gasoso para o sólido (formação dos flocos de neve); fusão ou derretimento, sólido para o líquido e a sublimação, sólido para o gasoso quando o cristal de gelo evapora ao cair próximo à superfície. Esses processos físicos são calculados pelos modelos de microfísica de nuvens ou também denominados parametrização de microfísica de nuvens. (JACOBSEN, 1998; WARNER, 2010).

Existem diferentes parametrizações de microfísica, elas podem ser de um momento, dois momentos ou três momentos. A parametrização de um momento faz o prognóstico da razão de mistura das partículas, a de dois momentos além do prognóstico da razão de mistura, também faz o prognóstico da concentração de partículas e a de três momentos abrange as anteriores e faz o prognóstico do diâmetro médio das partículas. Outros parâmetros que diferenciam as parametrizações são os processos físicos, a quantidade de hidrometeoros e a interação entre eles.

Os modelos utilizam diversos tipos de parametrizações de microfísica, diversas simulações são feitas para casos distintos, diante disso, o objetivo do trabalho é fazer uma revisão de algumas pesquisas envolvendo o estudo de parametrizações com o propósito de verificar quais são mais eficientes para previsão quantitativa de precipitação.

### 2. METODOLOGIA

A metodologia do trabalho consistiu em determinar as parametrizações mais adequadas para a previsão quantitativa de chuva. Foram realizados levantamentos de trabalhos no Brasil e no exterior tanto para trabalhos com previsões determinísticas, quando se utiliza apenas um modelo, quanto aquelas por conjunto, onde são utilizadas várias configurações de modelos rodados simultaneamente proporcionando um cenário diversificado de previsão indicando as possíveis incertezas na previsibilidade.

As classes de hidrometeoros utilizadas nos modelos de microfísica: vapor d'água, água de nuvem, água de chuva, gelo, neve, graupel, granizo.

Na figura 1, podemos observar os processos físicos envolvendo os hidrometeoros que levam a produção de precipitação. São estes processos físicos simulados nas parametrizações de microfísica do modelo.



**Figura 1** - Processos físicos que levam a produção de precipitação. Fonte: RUTLEDGE, HOBBS (1984), adaptado por COSTA (2003).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um estudo realizado por CASTRO et al. (2019) explorou o impacto da microfísica em dois eventos convectivos na complexa topografia dos Andes Centrais do Peru usando o modelo WRF (*Weather Research and Forecasting*). Foram utilizadas seis parametrizações, sendo constatado que a parametrização de Morrison foi a que obteve o melhor desempenho nos dois casos e segundo os autores isso foi devido à parametrização ter capacidade de simular o graupel. A parametrização de Morrison é de dois momentos e utiliza seis classes de hidrometeoros.

JÚNIOR (2017) estudou o impacto das parametrizações de microfísica na previsão de precipitação utilizando assimilação de dados de radar com o modelo WRF no Brasil. Dois casos de convecção local e isolada, e um caso de convecção intensa foram estudadas utilizando nove diferentes tipos de parametrizações. Nos casos de menor precipitação a microfísica de Morrison se apresentou mais eficaz e nos casos de maior precipitação a microfísica de Thompson foi mais eficaz. As duas parametrizações são de dois momentos, porém, Thompson prevê a concentração de partículas para dois tipos de hidrometeoros e Morrison para quatro.

ZHOU et al. (2020) avaliaram o desempenho de três parametrizações em um caso de precipitação intensa na China, as três parametrizações usadas (Morrison, Thompson, MY) superestimaram a quantidade média de chuva, principalmente em regiões de chuva forte, mas a distribuição geral de precipitação foi condizente com as observações. Após uma análise mais completa, identificaram que a

parametrização de Morrison teve um melhor desempenho na descrição da estrutura de nuvens de chuva pesadas naquele local.

O estudo de JUNIOR (2018) utilizou previsão por conjuntos (*ensemble*) para um caso de chuva intensa na região sul do Brasil. Foram usadas diversas combinações de parametrizações físicas no modelo WRF. Das combinações, quando utilizado a microfísica de nuvens de Ferrier em conjunto com outras parametrizações físicas foi a que mais se aproximou dos valores de chuvas observados. A parametrização de Ferrier é de um momento e utiliza quatro classes de hidrometeoros.

#### 4. CONCLUSÕES

No presente estudo foram analisados alguns estudos que utilizaram a parametrização de microfísica avaliando o desempenho da previsão quantitativa de chuva. Nota-se que na maioria deles, as microfísicas que utilizam mais classes tendem a ter resultados melhores quando comparados com os dados das observações. As parametrizações de microfísica de dois momentos e com maior quantidade de hidrometeoros são mais modernas e tendem a ter resultados mais precisos, na maioria das vezes isso acontece, mas em alguns casos com esquemas de microfísicas mais simples os resultados são melhores, isso acontece porque algumas informações precisam ser consideradas quando se estuda o caso, como, por exemplo, topografia do local, sistemas meteorológicos atuantes e classificação dos hidrometeoros. Estudos envolvendo parametrizações de três momentos estão sendo realizadas, porém, há um grande custo computacional para rodar o modelo devido à complexidade da parametrização, o que dá um certo limite de pesquisas.

Em trabalhos com previsões determinísticas a microfísica de Morrison se destacou sendo a que melhor simulou a quantidade de precipitação. No trabalho de previsão por conjuntos a microfísica de Ferrier fez a melhor simulação em conjunto com as outras parametrizações do modelo. Mais estudos envolvendo 'ensemble' serão analisados posteriormente para compreender melhor o motivo de uma parametrização mais simples gerar um resultado mais preciso.

O motivo do grande número de parametrizações se dá ao fato de que simular processos físicos em uma escala tão pequena é uma tarefa muito complexa, as equações utilizadas nas parametrizações são resultados de resoluções numéricas de equações complexas. Muitos estudos estão sendo realizados para que as microfísicas sejam cada vez mais modernas, realistas e eficientes para que assim se possa obter melhores resultados na previsão quantitativa de chuva.

A pesquisa está em fase inicial e posteriormente vão ser analisados, estudados e simulados diversos casos utilizando diferentes parametrizações de microfísica.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

STENSRUD, D. **Parameterizations Schemes**. Cambridge University Press, 2007

EBERT, E. E. Ability of a Poor Man's Ensemble to Predict the Probability and Distribution of Precipitation. **Monthly Weather Review**. Washington. v.129. p.2461-2480. 2001.

WARNER, T.T. **Numerical Weather and Climate Prediction**. Cambridge University Press, 2010.

JACOBSON, M.Z. **Fundamentals of atmospheric modeling**. Cambridge University Press, 1998.

CASTRO, D.M.; KUMAR, S.; ROJAS, J.L.F.; ÁLVAREZ, A.M. ; PRADO, J.M.V.; PUMA, E.V.; VELARDE, C.D.C.; VIDAL, Y.S. The Impact of Microphysics Parameterization in the Simulation of Two Convective Rainfall Events over the Central Andes of Peru Using WRF-ARW. **Atmosphere**. v.10. p.442. 2019

MORRISON, H.; THOMPSON, G.; TATARSKII, V. Impact of cloud microphysics on the development of trailing stratiform precipitation in a simulated squall line: Comparison of one-and two-moment schemes. **Monthly Weather Review**. v.137. n. 3. p. 991–1007. 2009.

JÚNIOR, M.P.A. **Impacto das parametrizações de microfísica na previsão de precipitação utilizando assimilação de dados de radar**. 2017. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Curso de Pós-graduação em Meteorologia do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

ZHOU, Z.; DENG, Y.; HU, Y.; KANG, Z. Simulating Heavy Meiyu Rainfall: A Note on the Choice of the Model Microphysics Scheme. **Advances in Meteorology**. v.2020. p.17. 2020.

JUNIOR, L.R.N. **Previsão por conjunto e características sinóticas de um evento de chuva intensa na Região Sul do Brasil**. 2018. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Curso de Pós-Graduação em Meteorologia da Universidade Federal de Pelotas.

RUTLEDGE, S.A.; HOBBS, P.V. The Mesoscale and Microscale Structure and Organization of Clouds and Precipitation in Midlatitude Cyclones. XII: A diagnostic Modeling Study of Precipitation Development in Narrow Cold-Frontal Rainbands. **Atmospheric Sciences Department**. Seattle. v.41. n.20. 1984.

COSTA, A.A. **Apostila do curso de Modelagem Atmosférica**. UECE, Fortaleza, 2003. Acessado em 2 ago. 2021 Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/25103993/Modelagem-Atmosferica-Alexandre-Costa-Rasquinho-2003>.