



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS DE BAURU**

**AVALIAÇÃO DAS PARAMETRIZAÇÕES FÍSICAS DO MODELO WRF  
PARA APLICAÇÃO DE UM ÍNDICE DE GEADA NAS REGIÕES SUL E  
SUDESTE DO BRASIL**

Bauru - SP  
MAIO/2015

# AVALIAÇÃO DAS PARAMETRIZAÇÕES FÍSICAS DO MODELO WRF PARA APLICAÇÃO DE UM ÍNDICE DE GEADA NAS REGIÕES SUL E SUDESTE DO BRASIL

## **EQUIPE:**

Professor Dr. Jeferson Prietsch Machado – Coordenador – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” – UNESP-Bauru.

Professora Dra. Clara Miho Narukawa Iwabe – Integrante - Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” – UNESP-Bauru.

Professor Dr. Flávio Barbosa Justino – Universidade Federal de Viçosa – UFV-MG.

Projeto de Pesquisa apresentado a Unidade  
Auxiliar Simples IPMet - Centro de  
Meteorologia de Bauru da Faculdade de  
Ciências da UNESP.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS DE BAURU  
MAIO/2015

## **Introdução**

Existem fenômenos que não estão ligados a convecção profunda e intensa, mas que podem causar grandes prejuízos econômicos, como as secas, ondas de calor, geadas, etc. Esses fenômenos são catalogados como “adversos”, para indicar que podem não ser de natureza convectiva, mas que são potencialmente perigosos para a população ou para o país. Conforme Pereira (2001), a ocorrência de geada no Brasil é um fenômeno frequente em latitudes maiores que 19°S atingindo os Estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Desta forma, a geada é um assunto de muito interesse para meteorologistas ligados a previsão de tempo, que procuram disseminar avisos meteorológicos, alertando a sociedade e principalmente os agricultores, sobre a aproximação sistemas de alta pressão, causadores de temperaturas mínimas extremas e consequente ocorrência de geadas (Santos et al., 2013).

Embora nos últimos anos tem-se avançado na previsão deste fenômeno, às vezes o prazo de previsão pode não ser suficiente para estimar as providências necessárias para evitar danos nos cultivos. Os danos às culturas dependem do número de dias consecutivos com geadas e da intensidade das mesmas, portanto, quanto maior o número de dias e maior sua intensidade, maiores serão os prejuízos na produção agrícola.

Conforme Seluchi (2009), devido ao grande desenvolvimento dos sistemas computacionais, a previsão de ocorrência de geada com cinco ou mais dias de antecedência parece um desafio possível. Desta forma, torna-se possível rodar modelos com resolução muito alta, assim como sistema de previsão por conjuntos, tanto regionais como globais. Além disso, este desenvolvimento na modelagem é constante e, conseqüentemente, os modelos estão cada vez melhores, visto que novas parametrizações para os processos físicos de subgrade, incluindo a representação explícita da microfísica de nuvens, a possibilidade de realizar previsões não hidrostáticas na escala convectiva, etc.

Devido à escassez de pesquisas com relação ao aprimoramento da previsão de geada e pelo Brasil ainda ter forte atividade na agricultura e pecuária, é de extrema importância a avaliação de modelos atmosféricos de alta resolução e a aplicação de índices para a previsão deste fenômeno.

Diante do exposto, o objetivo deste projeto será de testar diferentes parametrizações físicas do modelo WRF e avaliar as que mais adaptam em eventos de geada no sul e no sudeste do Brasil. Além disso, será aplicado e aprimorado um índice de ocorrência de geada para que seja utilizado como prognóstico deste fenômeno a partir das variáveis de saída do modelo WRF.

## **Materiais e métodos**

Para o desenvolvimento deste estudo será utilizada a versão 3.6.1 do modelo regional WRF. Além disso, dados de reanálise de alta resolução do Climate Forecast System Reanalysis (CFSR) serão utilizados como condição inicial para as simulações realizadas com o WRF. Por fim, dados de estações convencionais e automáticas do INMET serão utilizados para escolha de eventos de geada e validação dos resultados, respectivamente.

Para determinar as simulações que serão realizadas com a versão 3.6.1 do modelo WRF, primeiramente será necessário escolher eventos de frio intenso que ocasionaram geadas entre 2008 e 2014. Logo, serão selecionados 5 eventos com registro do fenômeno de forma simultânea no RS, em SC, no PR e em SP.

Após a escolha dos eventos, será necessário determinar os esquemas de parametrizações do modelo que serão fixas e quais serão testadas.

A princípio serão simulados 5 eventos de geada para 4 grupos de parametrizações do WRF. Deste modo, o número total de simulações numéricas realizadas com o modelo WRF será 20. Além disso, cada evento será simulado por 72 horas. Para a realização destas 20 simulações, o modelo WRF será configurado para rodar com condições iniciais fornecidas pela reanálise de alta resolução do CFSR e com resolução vertical de 28 níveis e resolução temporal a cada 3 horas.

## **Análise dos resultados**

Para a análise dos resultados, serão utilizadas as seguintes variáveis de saída do modelo para cada simulação referente ao domínio d02: temperatura do ar a 2m, umidade relativa e velocidade do vento a 10m a cada 3 horas. Essas informações serão extraídas para cada ponto de grade do modelo coincidente com as latitudes e longitudes das estações meteorológicas do INMET escolhidas.

Deste modo, a avaliação estatística das simulações será realizada através do cálculo do erro médio (ME em inglês) e da Raiz do Erro Quadrático Médio (RMSE em Inglês). Vale ressaltar que em termos estatísticos, a média dos erros individuais ou viés é o primeiro momento da distribuição das diferenças e não traz informação a respeito dos erros individuais. Apesar de fornecer uma ideia da tendência ou erro sistemático, o viés é afetado pelo fato de que erros individuais positivos e negativos de mesma magnitude se cancelam na somatória, o que geralmente leva à subestimação do erro das simulações (Hallak e Filho, 2011). Já o RMSE é comumente usado para expressar a acurácia dos resultados numéricos com a vantagem de que ele apresenta valores do erro nas mesmas dimensões da variável analisada.

### **Aplicação de um índice de geada**

Após a definição dos esquemas de parametrização que mais se ajustaram a geada, será aplicado às variáveis de saída do modelo WRF um índice de geada que fornece informações quanto aos riscos de ocorrer o fenômeno para que futuramente seja utilizado em modo operacional.

Já existe um índice desenvolvido pelo CPTEC/INPE e descrito em Santos et al. (2013), o qual será incorporado nesse projeto. De acordo com os autores, o índice é obtido através das variáveis meteorológicas de temperatura no solo, nebulosidade, pressão atmosférica, vento e umidade relativa extraídas da previsão horária do modelo Eta 15 km para diversos pontos das Regiões Sul e Sudeste do Brasil. A condição para determinar é a seguinte: Para  $PNM > 1015 + Td(2m) < 7 + URM(1000/850) < 40 + URM(850/500) < 40$ ; onde: PNM = Pressão ao Nível do Mar; Td = Temperatura do Ponto de Orvalho; URM = Umidade Relativa Média. Deste modo, Santos et al. (2013) destacam que quando o valor do IOG é menor ou igual a menos dois ( $IOG \leq -2$ ) nenhuma condição para geada existe para determinado ponto no domínio do índice. Para valores entre menos dois e dois ( $-2 < IOG < 2$ ) significa que existe pequena condição (mínima) para a formação. Quando o valor do IOG é igual ou supera dois ( $IOG \geq 2$ ) as condições são favoráveis à ocorrência do fenômeno.

Neste projeto, será incorporado a este índice a intensidade da geada, ou seja, se ela acontecerá de forma fraca, moderada ou forte. Isto será possível a partir uma relação dos valores de temperatura mínima previsto pelo modelo com a temperatura mínima de relva. Ressalta-se que

Sentelhas et al. (1995) e Silva e Sentelhas (2001) analisaram dados de temperatura mínima do ar junto à relva e os da diferença entre a temperatura mínima do ar em abrigo meteorológico para diversas localidades do Estado de São Paulo e Santa Catarina, respectivamente. Segundo os autores, o valor médio da diferença foi de aproximadamente 4°C.

De acordo com estudos desenvolvidos pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI/CIRAM) a intensidade da geada é classificada da seguinte maneira:

Temperatura Mínima de Relva (°C)	Classificação da Geada
- 2 a 0	fraca
- 4 a - 2	moderada
- 6 a - 4	mediana
< -6	forte

### **Resultados esperados e perspectivas futuras**

Espera-se que ao final do projeto, o modelo WRF esteja ajustado com as melhores configurações para a previsão deste fenômeno, com base nos testes estatísticos que serão realizados, para que o índice de geada possa ser aplicado em modo operacional.

Como perspectivas futuras destaca-se a realização de testes com novas parametrizações e aplicações de novos índices de ocorrências relacionados a eventos extremos como, por exemplo: granizo, ondas de calor, risco de fogo.

### **Referências**

- Pereira, A.R.; Angelocci, L.R.; Sentelhas, P.C. (2001). Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas. Guaíba-RS: Agropecuária Guaíba. 478p.
- Santos, A. P., Gonçalves, J. P., Ferreira, A. S., Santos, S. R. Q. Previsão de geada para a Região Sul do Brasil: Uma avaliação do Modelo ETA 15 km durante o Outono de 2012. Revista Brasileira de Geografia Física V. 06, N. 01 (2013) 100-109.

Seluchi, M. E. Geadas e friagens. In: Cavalcanti, I. F. A., Ferreira, N. J., Dias, M. A. F., Justi, M. G. A. (Org.). Tempo e Clima no Brasil. ed. São Paulo: Oficina de textos, v. 1, p. 375-384, 2009.

Sentelhas, P. C.; Ortolani, A. A.; Pezzopane, J. R. M. Diferença de temperatura entre o abrigo e a relva, em noites de geada, no Estado de São Paulo. Bragantia, Campinas, v. 54, n. 2, p. 437-445, 1995.

Silva, J. G.; Sentelhas, P. C. Diferença de temperatura mínima do ar medida no abrigo e na relva e probabilidade de sua ocorrência em eventos de geada no Estado de Santa Catarina. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v. 9, n. 1, p. 9-15, 2001.

### Cronograma de execução

Anos Atividades/Meses	2015						2016					
	07	08	09	10	11	12	01	02	03	04	05	06
Instalação do <i>WRF</i>	X	X										
Escolha dos casos de geada e seleção das estações			X									
Revisão bibliográfica das parametrizações				X	X	X						
Aquisição dos dados de reanálise e das estações						X	X					
Configuração das condições iniciais do modelo								X				
Realização das simulações numéricas									X	X	X	X

Anos Atividades/Meses	2016						2017					
	07	08	09	10	11	12	01	02	03	04	05	06
Análise dos resultados	X	X	X	X								
Aplicação do índice de geada					X	X	X					

Resultados dos testes com o índice de geadas								<b>X</b>	<b>X</b>			
Redação de artigos científicos								<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>		
Relatório final do projeto											<b>X</b>	<b>X</b>