



Cachoeira Paulista
São Paulo - Brasil

ÍNDICE DE GEADAS: TÉCNICA E VALIDAÇÃO

Autores : José Roberto Rozante, Vinicius Matoso Silva, Alex de Almeida Fernandes

1. INTRODUÇÃO

Vários fenômenos atmosféricos que ocorrem no Brasil causam muitos prejuízos à sociedade. Porém a geada pode ser considerada um dos mais impactantes para a economia do país, principalmente no que diz respeito aos setores ligados a produção de alimentos. Em anos com altos índices de incidência de geadas ocorrem um queda substancial na produção, e consequentemente a escassez do produto acarreta a elevação do preço, tanto no mercado interno como no externo. Tendo em vista os impactos negativos causados pelos eventos de geadas na economia do Brasil, pretende-se neste trabalho elaborar um índice de geadas (IG), a partir de um modelo regional Eta de alta resolução (15 quilômetros na horizontal e 50 níveis na vertical), que permita prever ocorrências de casos de geadas com antecedência suficiente para que medidas de proteção possam ser adotadas.

2. METODOLOGIA

O IG é obtido a partir Temperatura Mínima (T_{min}) e umidade relativa (H), vento em 10 metros (V), Pressão (P), e nebulosidade (N) previstas pelo modelo numérico Eta.

Bustamante et. al 2001

$$IG_OLD(i,j) = (P_{m(i,j)} - 1023) + 2 * (0 - T_{m(i,j)}) + (0.15 - N_{m(i,j)}) + (6 - V_{m(i,j)}) \quad (1)$$

$$IG_NEW(i,j) = \alpha * \frac{(P_{m(i,j)} - \bar{P}(i,j))}{\sigma_P(i,j)} + \mu * \frac{(T(i,j) - T_{m(i,j)})}{\sigma_T(i,j)} + \beta * \frac{(N(i,j) - N_m(i,j))}{\sigma_N(i,j)} + \eta * \frac{(H(i,j) - H_m(i,j))}{\sigma_H(i,j)} + \psi * \frac{(V(i,j) - V_m(i,j))}{\sigma_V(i,j)} \quad (2)$$

$\overline{VAR(i,j)}$ → Média das variáveis somente nos casos de geadas
 $\sigma_{VAR(i,j)}$ → Desvio Padrão das Variáveis somente nos casos de geadas
 $VAR_{m(i,j)}$ → Variáveis extraídas do Modelo
 $\alpha, \mu, \beta, \eta, \psi$ → Pesos atribuídos a cada variável

2.1) Obtenção das Médias e Desvios Padrões das variáveis em casos de geadas.

- 6 anos (2012 à 2016) de casos de geadas selecionado a partir das observações de T_{min} , sendo considerado geada localidades com $T_{min} \leq 6^\circ C$;
- Para cada data e localidade selecionada como geada, as cinco variáveis do modelo eram extraídas dos pontos de grade mais próximos das observações e calculado as médias e os desvios utilizando a equação 3 e 4.

$$\overline{VAR(i,j)} = \sum_{k=1}^n \frac{VAR_{k(i,j)}}{n} \quad (3) \quad \sigma_{VAR} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (VAR_{i(j)} - \overline{VAR(i,j)})^2}{n-1}} \quad (4)$$

2.2) Obtenção dos Pesos e Limiares de decisões

- Foram realizadas várias combinações variando os pesos entre os valores de 0.25 e 1.00 em intervalos de 0.25, totalizando em 243 combinações, exemplificado abaixo

$$\begin{aligned} \alpha = 0.25, \mu = 0.25, \beta = 0.25, \eta = 0.25, \psi = 0.25 \\ \alpha = 0.25, \mu = 0.25, \beta = 0.25, \eta = 0.25, \psi = 0.50 \\ \alpha = 0.25, \mu = 0.25, \beta = 0.25, \eta = 0.25, \psi = 0.75 \\ \alpha = 0.25, \mu = 0.25, \beta = 0.25, \eta = 0.25, \psi = 1.00 \\ \alpha = 0.25, \mu = 0.25, \beta = 0.25, \eta = 0.50, \psi = 0.25 \\ \alpha = 1.00, \mu = 1.00, \beta = 1.00, \eta = 1.00, \psi = 1.00 \end{aligned}$$

PREVISTO	OBSERVADO		
	SIM	NÃO	TOTAL
SIM	a	b	a+b
NÃO	c	d	c+d
TOTAL	a+c	b+d	n=a+b+c+d

a - número de vezes que ocorreu o evento e foi previsto;
b - número de vezes que o evento não ocorreu, no entanto foi previsto;
c - número de vezes que ocorreu o evento, porém sua ocorrência não foi prevista;
d - número de vezes que o evento não ocorreu e não foi previsto.
n - número total de eventos

- Para cada horário de previsão e cada combinação
 - Foram calculados os IGs diários, totalizando 916 dias de índices;
 - A partir dos IG diários e dos casos considerados como geadas ($T_{min} \leq 6^\circ C$), fazendo uso da tabela de contingência;
 - Os pesos e os limiares de decisões foram obtidos na situação em que ocorre o Máximo valor positivo entre a diferença de (a+d) e (c+b).

2.2) Índices Estatísticos para Medidas Dicotômicas

$$BIAS = \frac{(a+b)}{(a+c)} \quad POD = \frac{a}{(a+c)} \quad FAR = \frac{b}{(a+b)} \quad ETS = \frac{(H_o - \frac{O \times O}{N})}{(F + O - H_o - \frac{O \times O}{N})} \quad \text{onde} \quad H_o = O \left[1 - \left(\frac{O-H}{O} \right)^{\frac{O}{F}} \right]$$

H=a, F=(a+b) e O=(a+c)

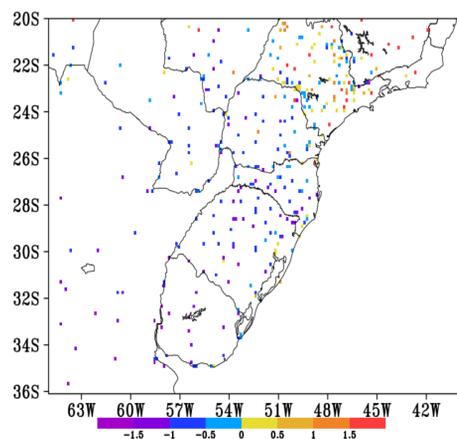


Fig. 1 : Distribuição espacial dos limiares de decisão para previsão de 24 horas.

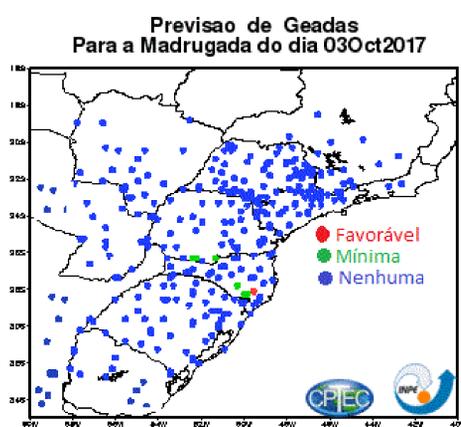


Fig. 2 : Previsão de 48 horas do índice de geadas válido para 03/10/2017.

3. RESULTADOS

3.1 – Resultados para o período de calibração

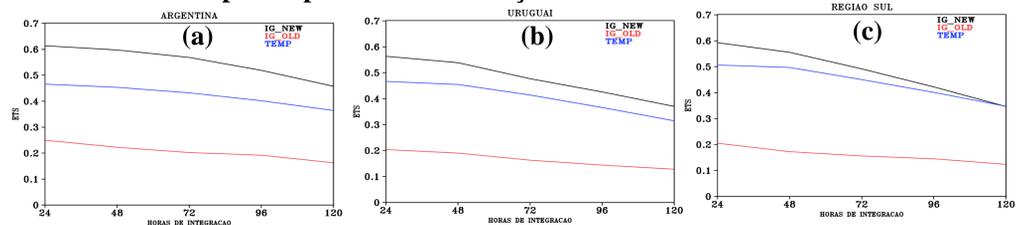


Fig. 3 : Equitable Threat Score (Mesinger, 2008) do IG_NEW, IG_OLD e TEMP Para Argentina (a), Uruguai (b), Região Sul do Brasil (c) para o período de calibração.

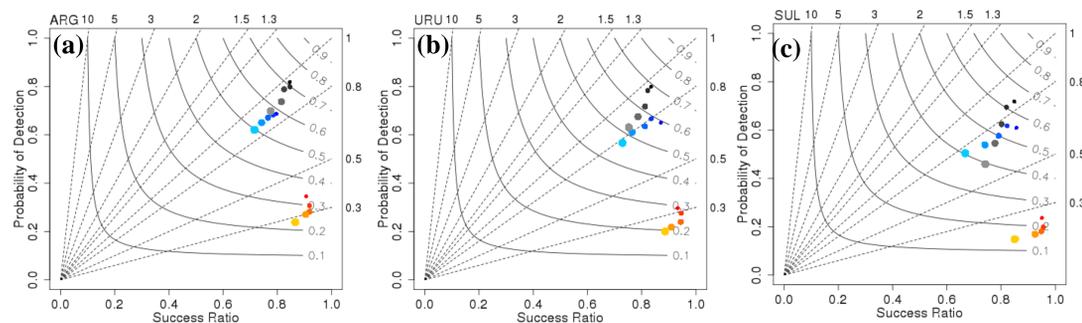


Fig. 4 : Diagrama de performance (Roebber, 2009) do IG_NEW (tons de preto), IG_OLD (tons de vermelho) e TEMP (tons de azul) para Argentina (a), Uruguai (b), Região Sul do Brasil (c) para o período de calibração.

3.2 – Resultados para o inverno de 2017

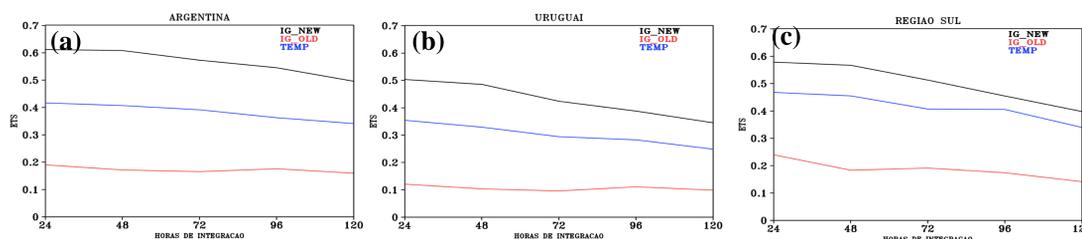


Fig. 5 : Equitable Threat Score (Mesinger, 2008) do IG_NEW, IG_OLD e Temp. Para Argentina (a), Uruguai (b), Região Sul do Brasil (c) para o inverno de 2017.

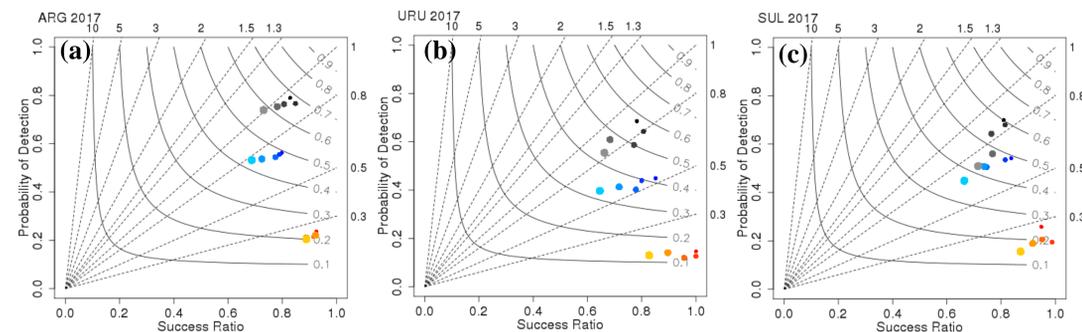


Fig. 6 : Diagrama de performance (Roebber, 2009) do IG_NEW (tons de preto), IG_OLD (tons de vermelho) e TEMP (tons de azul) para Argentina (a), Uruguai (b), Região Sul do Brasil (c) para o inverno de 2017.

4. CONCLUSÕES

Os resultados mostram que a utilização da nova técnica, juntamente com a calibração propiciou melhorias significativas no índice de geadas (IG_NEW) disponibilizado operacionalmente no website do CPTEC/INPE. Dentre os pesos utilizados na equação 1, como já era esperado, a temperatura é a variável que apresenta a maior contribuição (cerca de 4 vezes maior) para a obtenção do IG_NEW com melhor performance. Embora a temperatura tenha o maior peso na equação 2, apenas a utilização desta variável para prever geadas indicou desempenho inferior ao índice proposto (IG_NEW). O índice antigo (IG_OLD) foi desenvolvido/calibrado em 2001 para uma versão do Eta de 40km, desde então o modelo Eta mudou de versão/resolução várias vezes e nada tinha sido feito no sentido de calibrar novamente esse índice, por conta disso a baixa performance pode ser constatada. Pretende-se, em trabalhos futuros, obter o IG fazendo uso de redes neurais aplicadas às variáveis meteorológicas que contribuem para a ocorrência deste fenômeno. Valores aceitáveis de FAR/POD/CSI/BIAS também foram encontrados no estudo, mostrando que o IG tem potencial para ser utilizado em rotinas operacionais de previsão de tempo, dando suporte a diversas áreas tais como agricultura, avicultura, pecuária, saúde e etc.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPq (Projeto CNPq - N.º 443698/2014-7) pelo apoio financeiro.