

MÉTODOS NÃO PARAMÉTRICOS PARA QUANTIFICAÇÃO DE EFEITOS DO FENOMENO EL NINO/OSCILAÇÃO SUL (ENOS) SOBRE RISCOS CLIMÁTICOS

Aline de Holanda N. Maia¹, Holger Meinke² e Sarah Lennox³

RESUMO: Sistemas probabilísticos de previsão climática sazonal (SPCS), acoplados a modelos de simulação de sistemas agrícolas, são utilizados para processo de quantificação de riscos climáticos associados ao negócio agrícola. Uma forma simples de conectar SPCS e modelos de simulação é abordagem de anos análogos (AA) onde séries históricas de variáveis climáticas (Y) são segregadas em classes derivadas do fenômeno El Niño/ Oscilação Sul (ENOS). Nessa abordagem, a informação é usualmente sumarizada em funções de distribuição acumuladas ($F_Y(y)=P(Y\leq y)$), específicas para cada classe do ENOS. Uma das vantagens da abordagem de AA é a incorporação de informações sobre mudanças dos padrões históricos decorrentes do aquecimento global, capturadas pelos índices derivados do ENOS. Desde que haja informação disponível, riscos climáticos específicos para determinadas atividades agrícolas (ex. déficit hídrico), podem ser estimados considerando diferentes classes do ENOS. Neste trabalho, propomos o uso de medidas descritivas e métodos não paramétricos para quantificação da influência do ENOS sobre as F_Y e riscos climáticos e elas associados. Essa abordagem é útil para investigar a variabilidade espaço-temporal do sinal do ENOS, onde o uso de métodos paramétricos exigiria a verificação de pressupostos para um grande número de locais e períodos. Ilustramos a abordagem proposta com exemplos onde foi quantificada a influência do ENOS sobre chuvas trimestrais no Brasil, Argentina e Austrália.

Palavras chave: previsão climática sazonal, riscos climáticos, mudanças climáticas.

NONPARAMETRIC METHODS FOR QUANTIFYING ENSO EFFECTS ON CLIMATIC RISKS

ABSTRACT: We propose a general approach, based on descriptive measures and non-parametric tests, to quantify and communicate influence of ENSO on climatic risks in agriculture. We illustrate this approach by quantifying ENSO influence on 3-monthly rainfall over Australia and Southeast of South America.

Key words: seasonal climate forecasts, climatic risks, climate change

¹ Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, São Paulo, Brasil. ahmaia@cnpma.embrapa.br.

² Wageningen University, Department of Plant Sciences, Wageningen, The Netherlands. holger.meinke@wur.nl

³ Department of Primary Industries and Fisheries, Toowoomba, Australia. sarah.lennox@dpi.qld.gov.au

1. INTRODUÇÃO

Sistemas probabilísticos para previsão climática sazonal (SPCS), acoplados a modelos de simulação de sistemas agrícolas, são frequentemente utilizados para estimação de riscos climáticos na agricultura, informação fundamental para tomada de decisão pelos produtores e estabelecimento de políticas de crédito agrícola. Riscos climáticos são usualmente estimados a partir de séries históricas das variáveis de interesse, considerando que os padrões temporais permanecem constantes no horizonte de tempo das previsões. No entanto, evidências cada vez mais consistentes de mudanças nos padrões climáticos apontam para a necessidade do uso de métodos de estimação de risco que incorporem indicadores das mudanças climáticas globais. Uma forma simples e intuitiva de considerar tais indicadores é abordagem de anos análogos onde séries históricas de variáveis climáticas Y (ex. chuva, temperatura) são segregadas em sub-séries ou classes derivadas de indicadores climáticos tais como o Índice de Oscilação Sul (IOS), El Niño/ Oscilação Sul (ENSO) ou Temperaturas da Superfície do Mar (TSM) (MEINKE & STONE, 2004). Como essas séries apresentam fraca ou nula autocorrelação serial, a representação dos dados observados (sub-séries) em cada classe pelas respectivas CDF ou PEX não implica em perda de informação sobre padrões de autocorrelação das séries. A abordagem de anos análogos tem sido utilizada em muitos países, fornecendo informações valiosas para o planejamento de atividades agrícolas (STONE ET AL., 1996, MESSINA ET AL. 1999). Neste trabalho, propomos o uso de estatísticas descritivas e níveis de significância nominais (valores p) associados a testes estatísticos não paramétricos para quantificação do efeito do ENOS sobre as distribuições acumuladas das variáveis e interesses e, conseqüentemente, sobre riscos climáticos derivados de tais distribuições. Ilustramos a abordagem proposta em dois exemplos onde foi quantificada a influência do ENOS sobre riscos climáticos associados a chuvas trimestrais no Brasil, Uruguai e Austrália.

2. METODOLOGIA

Foram utilizados dados de chuva de estações meteorológicas do Brasil, Uruguai e Austrália para demonstrar a adequação das medidas descritivas e testes não paramétricos para quantificar a influência do ENOS sobre riscos climáticos. Os dados de cada sub-série são representados por funções empíricas que estimam a probabilidade condicional de a variável Y exceder um valor y , $PEX_Y(y)$, dado que y pertence à classe $K=j$. A função probabilidade de

exceder condicional á classe K é dada por $PEX_Y(y)=1-P(Y\leq y|K=j)$. Para uma descrição detalhada dos métodos inferenciais, ver MAIA et al. (2007).

Exemplo I. Variabilidade espacial da influência do ENOS sobre chuvas trimestrais na Austrália. Neste exemplo foram utilizados dados de chuva dos trimestres JJA e JAS provenientes de 590 estações meteorológicas da Austrália. Em cada estação, as séries foram segregadas em cinco subséries classes de acordo com a classificação IOS-5 com “lag” zero, resultando em 2950 subséries (PEX condicionais) de comprimentos variáveis. Eviências de sinal do ENOS em cada estação foram quantificadas pelo teste Kruskal-Wallis (KW) para comparação de medianas das distribuições condicionais. Mapas das referidas evidências foram construídos para os dois trimestres analisados.

Exemplo II. Análise descritiva e inferencial da influência do ENOS sobre chuvas trimestrais no sudeste da América do Sul. Foram calculadas distâncias máximas entre as medianas do total de chuvas do trimestre OND, em de cada classe do ENOS, e a respectiva mediana histórica para as estações de São Luiz (Brazil) e Bella Union (Uruguai). Máximas distâncias verticais entre distribuições também foram mensuradas para as mesmas localidades. Como complemento às referidas análises descritivas, foram utilizados os testes Log-Rank e KW para quantificar a influência do ENOS sobre PEX condicionais e suas correspondentes medianas, respectivamente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Representações das séries históricas dos totais trimestrais (JJA) de chuva (Y, mm) em Dalby e Yalgoo são apresentadas na Figura 1. Os gráficos à direita mostram as funções $PEX_Y(y)$ em cada local, para cada classe do sistema IOS-5 (padrões do IOS “positivo”, “negativo”, “crescente”, “decrecente” ou “neutro”). Os valores p associados ao teste KW foram 0,1229 para Yalgoo e 0,0049 para Dalby, sinal mais intenso do ENOS para este local. Na Figura 2, observa-se a utilidade da abordagem proposta para investigação de variabilidade espacial do sinal do ENOS numa região onde há disponibilidade de séries históricas para uma densa rede de estações meteorológicas. A abordagem também é adequada para comparação dos padrões de variabilidade em diferentes períodos de interesse, por exemplo, trimestres JJA e JAS. Neste exemplo, observa-se que o sinal do ENOS, quantificada em termos de divergências entre medianas das PEX (valor p do teste KW), é mais pronunciada no Leste do país. Nota-se também que o sinal do ENOS para o período JAS é mais intenso que para o período JJA.

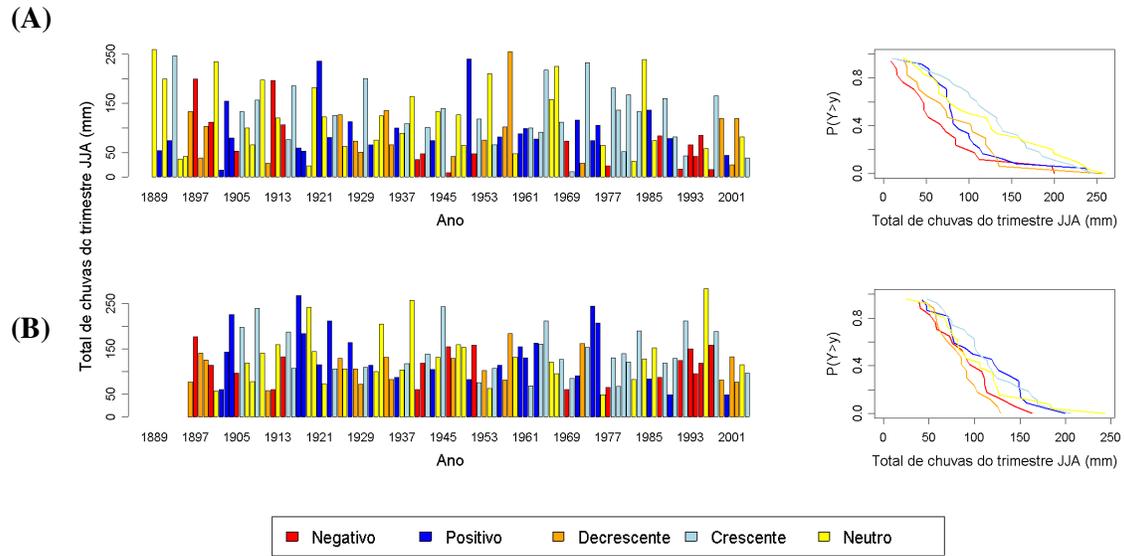


Figura 1. Séries históricas dos totais trimestrais (JJA) de chuva (Y) em Dalby (A) e Yalgoo (B) e respectivas estimativas não-paramétricas das funções $PEX_Y(y)$.

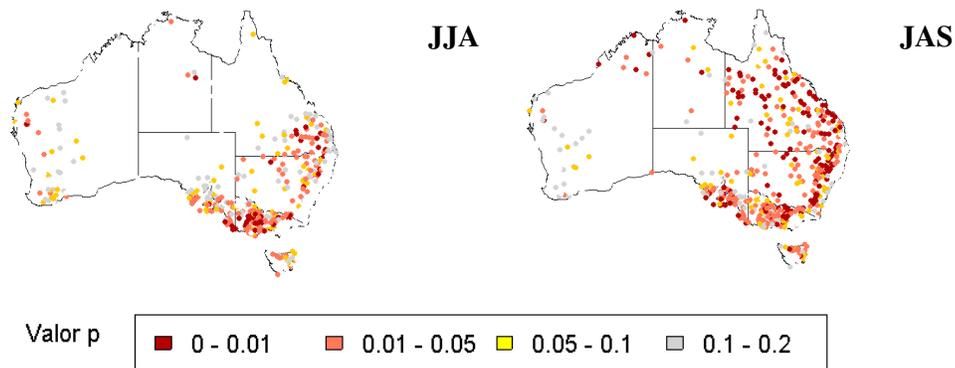


Figura 2. Variabilidade espacial do sinal do ENOS nos trimestres JJA e JAS na Austrália. Evidências quantificadas pelo teste Kruskal-Wallis.

Na Figura 3, distâncias horizontais representam divergências entre medianas enquanto distâncias verticais representam a influência do ENOS sobre riscos, nesse caso, risco de o total de chuvas do trimestre exceder a mediana histórica. Os valores p dos testes KW para São Luiz e Bella Union foram 0,0084 e 0,0014, respectivamente. Para o teste Log-rank, os valores p foram inferiores a 0,0001 em ambos os locais.

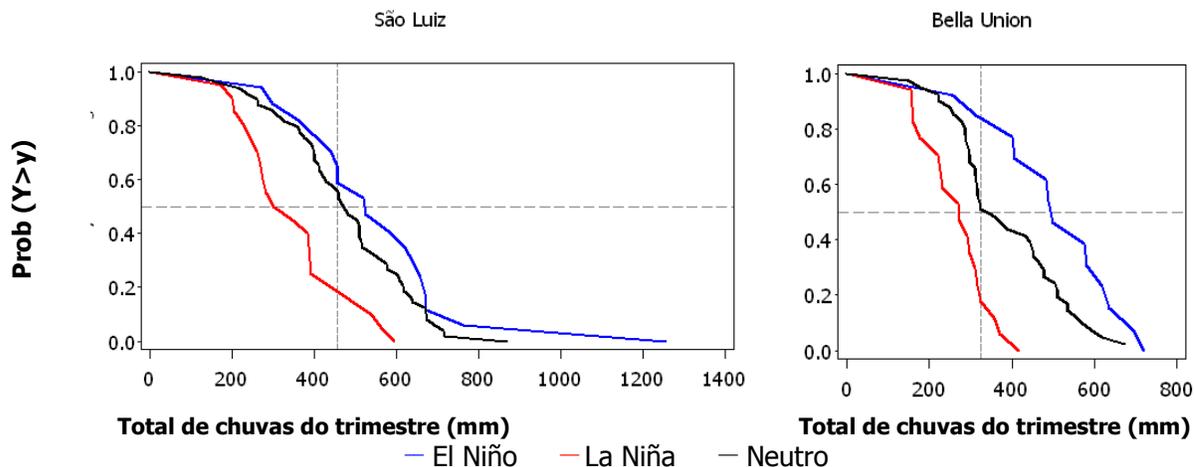


Figura 3. Estimativas não-paramétricas das funções $PEX_Y(y)$ para os totais de chuva do trimestre OND em cada classe do ENSO em São Luiz (Brasil) e Bella Union (Uruguai).

O uso de testes não paramétricos em estudos de variabilidade espacial de medidas de qualidade de SPCS tem a vantagem de não exigir avaliações de qualidade de ajuste para as distribuições propostas numa grande quantidade de locais.

4. CONCLUSÕES

A abordagem proposta para é adequada para investigação sobre variabilidade espaço temporal da influência do ENOS sobre riscos climáticos. Tais informações, associadas a estatísticas descritivas, são úteis para auxílio à tomada de decisão em sistemas de produção agrícolas.

A incorporação de indicadores do fenômeno El Niño/Oscilação Sul é útil para o aperfeiçoamento dos zoneamentos de risco climático de culturas anuais, principalmente em regiões onde a influência do ENSO é intensa e consistente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MEINKE, H. AND STONE, R.C. Seasonal and inter-annual climate forecasting: the new tool for increasing preparedness to climate variability and change in agricultural planning and operations. **Climatic Change**, 70, 221-253, 2005.

MAIA, A.H.N., MEINKE, H., LENNOX, S., STONE, R.C. Inferential, non-parametric statistics to assess quality of probabilistic forecast systems. **Monthly Weather Review**, 135, 351-362, 2007.

MESSINA C D, HANSSEN, J W, HALL, A. J. Land allocation conditioned on ENSO phases in the Pampas of Argentina, **Agricultural Systems**, 60:197-212, 1999.

STONE, R. C., HAMMER G. L., MARCUSSEN, T. (1996). Prediction of global rainfall probabilities using phases of the Southern Oscillation Index. **Nature**, 384, 252-55.