

VALIDAÇÃO DO ZONEAMENTO DE RISCOS CLIMÁTICOS COMO INSTRUMENTO DE INDUÇÃO TECNOLÓGICA: CASO DO MILHO E SOJA

FERNANDA OLIVEIRA ULTREMARE¹, EDUARDO DELGADO ASSAD²

¹ Graduanda em Economia, IE/Unicamp, Bolsista Embrapa Informática Agropecuária, Campinas – SP, Fone: (0xx19) 3256-0840, feultremare@gmail.com.

² Engenheiro Agrícola, Doutor, Embrapa Informática Agropecuária – CNPTIA, Campinas – SP.

Apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 22 a 25 de Setembro de 2009 - GranDarrell Minas Hotel, Belo Horizonte, MG

RESUMO: O Zoneamento Agrícola de Riscos Climáticos tem contribuído, desde a última metade dos anos 1990, para o crescimento da produtividade na agricultura brasileira, bem como para a redução das solicitações de cobertura por eventos climáticos sinistrantes. Baseia-se em informações de solos, de clima e de plantas e estima o risco climático para cada município brasileiro. Faz parte do processo de modernização da agricultura através da pesquisa, em que se verifica, pelo cálculo da produtividade total dos fatores, que o crescimento da produção na lavoura tem ocorrido muito mais pelo aumento da produtividade que por expansão agrícola. O objetivo deste trabalho é apresentar os testes efetuados a fim de confrontar a aceleração da produtividade com o período de início do zoneamento. Foram utilizados os testes estatísticos não paramétricos de Mann-Kendall e Pettitt com nível de significância de 5% e 10% para as culturas do milho e da soja nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Paraná, entre os anos de 1980 e 2007. Constatou-se a ruptura na série de produtividade coincidente com o início do programa de zoneamento.

PALAVRAS-CHAVE: zoneamento; produtividade; Mann-Kendall.

VALIDATION OF CLIMATE RISKS ZONING AS A TOOL FOR TECHNOLOGY INDUCTION: CASE OF CORN AND SOYBEAN

ABSTRACT: Agricultural Climate Risks Zoning has contributed to growth in productivity in Brazilian agriculture and to reduction in requests to cover agricultural losses, since the last half of 1990. It is based on the information of soils, climate and plants and requires risks estimates for each region in Brazil. It is part of the modernization process of agriculture leaded by research. By calculating the total productivity of factors, you can verify that the growth in crop production has been much more an outcome of increasing productivity than the result of agricultural expansion. The objective of this paper is to present the tests performed to compare the period of acceleration in productivity with the zoning beginning. Non-parametric statistical tests of Mann-Kendall and Pettitt were used with a significance level of 5% and 10% for crops of corn and soybean in the states of São Paulo, Minas Gerais and Paraná, between the years of 1980 and 2007. It showed that the rupture in trend productivity coincides with the beginning of the zoning program.

KEY-WORDS: zoning; productivity; Mann-Kendall.

INTRODUÇÃO: O Zoneamento Agrícola de Riscos Climáticos surgiu em 1996 como um instrumento de apoio à agricultura, essencialmente nos setores de crédito e seguridade rural. Consiste na análise de séries históricas de dados meteorológicos e identificação, dada as

condições de solos regionais, das áreas adequadas ao cultivo e dos melhores períodos de semeadura para espécies de cultivo, dentro de níveis de risco pré-estabelecidos (Assad et al., 2008). Neste trabalho parte-se da hipótese de que com o Zoneamento Agrícola de Riscos Climáticos que tem forte papel de indutor de tecnologia, houve queda dos riscos climáticos na lavoura brasileira, com conseqüente crescimento da produtividade e retornos crescentes do capital investido. A queda dos riscos deveu-se principalmente a quatro fatores: - Melhor seleção do material genético, uma vez que, pelas regras do zoneamento, são financiadas somente as cultivares registradas no RNC (Registro Nacional de Cultivares do MAPA-Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento), eliminando assim o plantio de grãos como semente; -Redução das alíquotas do prêmio pago ao PROAGRO no caso de se adotar sistemas de produção em plantio direto; -Privilégio ao plantio intensivo em solos com média e alta capacidade de retenção de água, reduzindo os riscos de perda por veranicos severos (> 10 dias); -Consideração de nível de risco inferior a 20%, ou seja, se num determinado período de plantio, em termos probabilísticos, não estiver disponível para a planta água suficiente que evite a penalização da produtividade, procura-se um novo período que tenha as condições climáticas necessárias para o melhor crescimento da cultura (Rossetti, 2001).

MATERIAL E MÉTODOS: Para identificar a hipótese de ruptura de séries, a análise foi feita em cima dos testes estatísticos não paramétricos de Mann-Kendall e Pettitt (Pettitt, 1979; Moraes et al., 1995) na série de dados de produtividade para o milho e a soja nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Paraná de 1980 a 2007 (IBGE). Em relação aos produtos com crescimento de produção e produtividade para o período em estudo (1980 a 2007), destaque deve ser dado à soja e ao milho, juntos responsáveis atualmente por mais de 80% da pauta nacional de produção de grãos (Conab, 2009). A soja recebe destaque no grupo dos produtos do agronegócio, sendo que as exportações do complexo soja (soja em grãos, farelo de soja, e óleo de soja) cresceram 58% em um só ano, de US\$ 11.381 milhões em 2007 para US\$ 17.980 milhões em 2008 (Conab, 2009). O teste de Mann-Kendall (Sneyers et al., 1990) considera que, na hipótese de estabilidade de uma série temporal, a sucessão de valores ocorre de forma independente, e a distribuição de probabilidade deve permanecer sempre a mesma (série aleatória simples). Permitindo também o encontro do ponto de ruptura da série. Este teste é realizado pela somatória t_n do número de termos m_i da série, que está relacionado ao valor x_i cujos termos precedentes ($j < i$) são inferiores ao mesmo ($x_j < x_i$), ou seja,

$$t_n = \sum_{i=1}^N m_i . \text{ Para } u(t) = \frac{[t_n - E(t_n)]}{\sqrt{\text{var}(t_n)}} \text{ com distribuição normal e sob a hipótese nula } (H_0) \text{ de ausência de tendência, } (H_0) \text{ é rejeitada quando } u(t) \text{ maior que } 1,96, \text{ para um nível de } 95\% \text{ de confiança. A intersecção das curvas } u(t) \text{ e } u'(t) \text{ (inversa de } u(t)) \text{ localiza o ponto de mudança se esta ocorre dentro dos limites do intervalo de confiança.}$$

Ao mostrar uma tendência significativa, se as curvas do teste de Mann-Kendall se entrelaçarem várias vezes, torna-se difícil a detecção do ponto em que realmente ocorreu quebra na tendência. O teste de Pettitt (Pettitt, 1979) permite a localização do ponto em que houve a mudança brusca na média de uma série temporal, além de calcular o nível de significância estatística, sem se conhecer previamente o ponto no tempo onde ela ocorre.

Neste teste a estatística $u_{t,N}$ é considerada para os valores de t com $1 \leq t < N$ e expressa o número de vezes que um membro da primeira amostra supera um membro da segunda.

$u_{t,N} = \sum_i^t \sum_j^N D_{ij}^*$ e $D_{ij} = \text{Sin}(x_i - x_j)$, onde $j = t + 1$ e $\text{Sin}(x)$ é o sinal da operação. O teste da

hipótese nula (H_0) de não ocorrência de mudança na série é feito pelo uso da estatística k_t , onde $k_t = \max_{1 \leq t < N} |u_{t,N}|$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os gráficos com os testes de Mann-Kendall aparecem com níveis de significância apresentados pelas retas tracejadas: tracejados curtos para o nível de 10% (- - -) e tracejados longos para o nível de 5% (_ _ _). O cruzamento entre as curvas estatísticas $u(t)$ e $u^*(t)$ (ponto aproximado de início) deve aparecer dentro dos limites de significância e a curva $u(t)$ deve cruzá-los e manter-se além deles (ponto em que se torna significativa) para que a tendência possa ser detectada.

Para as culturas do milho e da soja nos estados de São Paulo e Minas Gerais o ponto de cruzamento das curvas ocorreu entre os anos de 1995 e 1996, ano de início do Zoneamento Agrícola de Riscos Climáticos nestas regiões. Em todas elas a hipótese nula de não existência de tendência significativa foi rejeitada, com a padronização da estatística $u(t)$ dentro do intervalo de confiança de 95%.

O não cruzamento dentro do intervalo pré-estabelecido das curvas do milho em São Paulo e do milho e da soja em Minas Gerais no teste de Mann-Kendall não anula o resultado da tendência. O teste de Pettitt, por sua vez, apontou quebra de tendência em São Paulo no período 1994-1995 para o milho e 1993-1994 para a soja, que apresentou outro pico para baixo em 1999. Em Minas Gerais o ano de ruptura na série foi 1996-1997 para o milho e 1992-1993 para a soja. Com relação ao estado do Paraná, a hipótese nula do teste de Mann-Kendall foi rejeitada tanto no caso do milho quanto da soja, mas o ponto de ruptura, ou seja, de alteração na tendência de crescimento ocorreu em 1997 para o milho e em 1994 para a soja. No entanto, de acordo com o teste de Pettitt, o ponto de quebra da tendência ocorreu entre 1991 e 1992 para as duas culturas. Essas culturas apresentaram picos de queda de produtividade nos anos de 1995 e 1996.

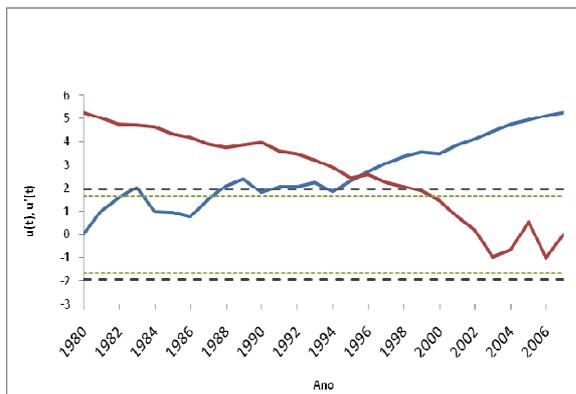


Gráfico 1. Teste de Mann-Kendall para milho em São Paulo.

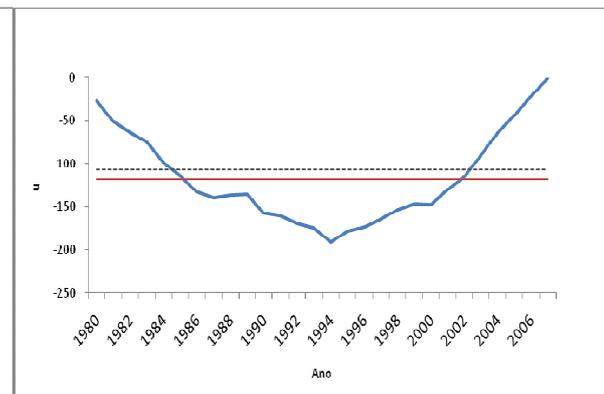


Gráfico 2. Teste de Pettitt para milho em São Paulo.

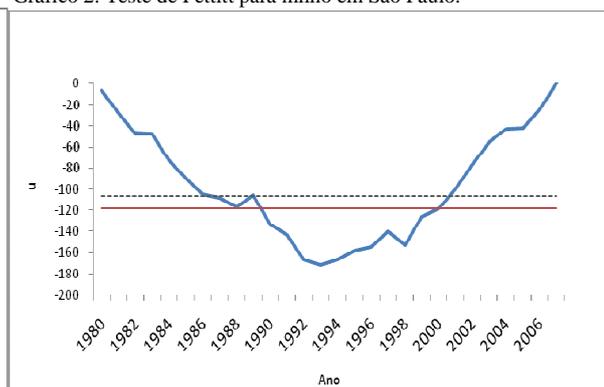
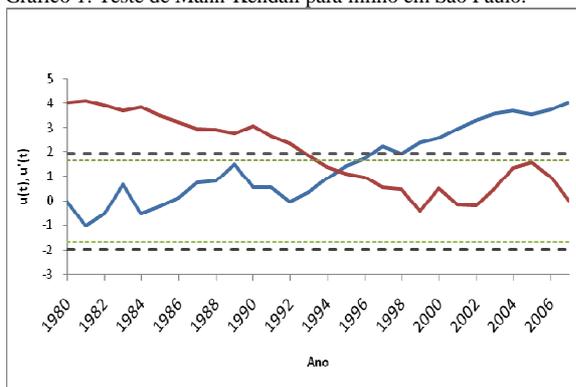


Gráfico 3. Teste de Mann-Kendall para soja em São Paulo.

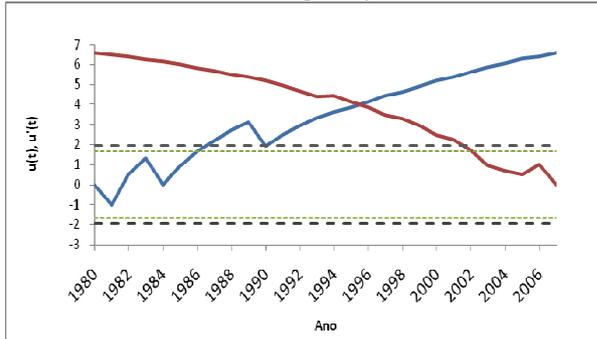


Gráfico 4. Teste de Pettitt para soja em São Paulo.

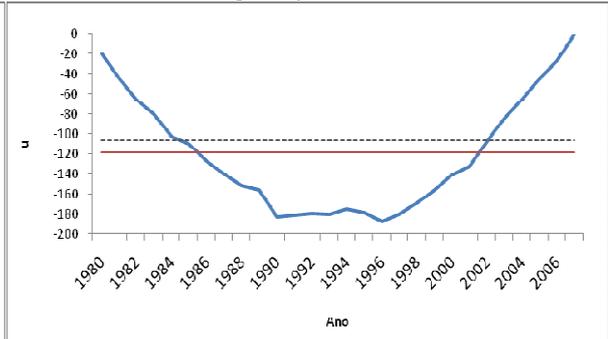


Gráfico 5. Teste de Mann-Kendall para milho em Minas Gerais.

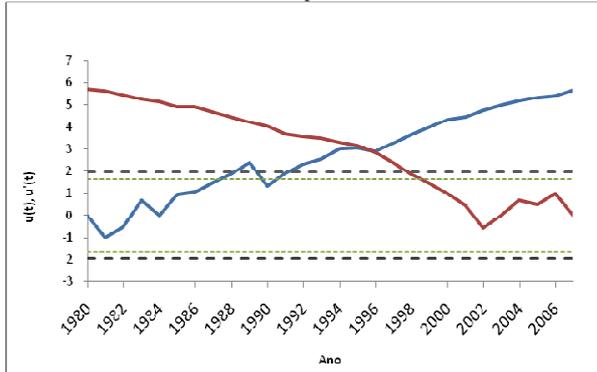


Gráfico 6. Teste de Pettitt para milho em Minas Gerais.

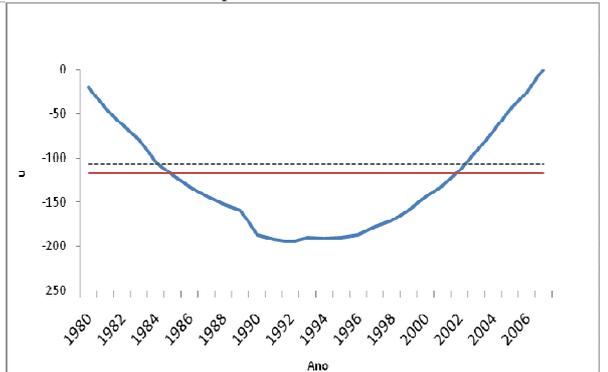


Gráfico 7. Teste de Mann-Kendall para soja em Minas Gerais.

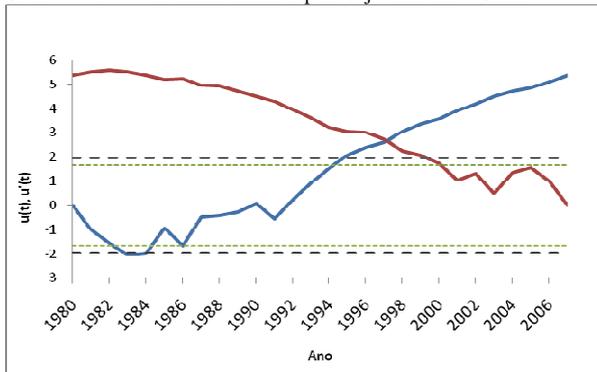


Gráfico 8. Teste de Pettitt para soja em Minas Gerais.

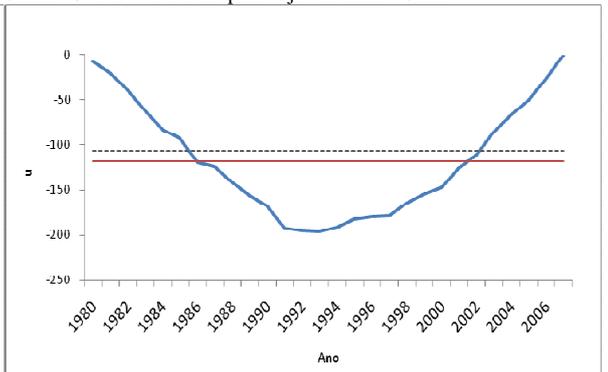


Gráfico 9. Teste de Mann-Kendall para milho no Paraná.

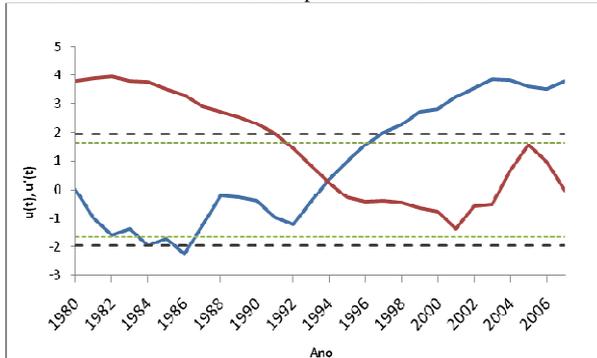


Gráfico 10. Teste de Pettitt para milho no Paraná.

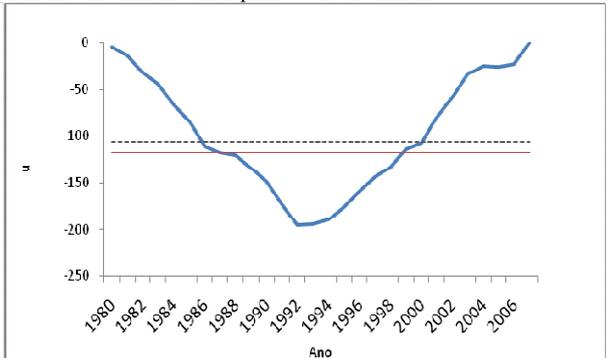


Gráfico 11. Teste de Mann-Kendall para soja no Paraná.

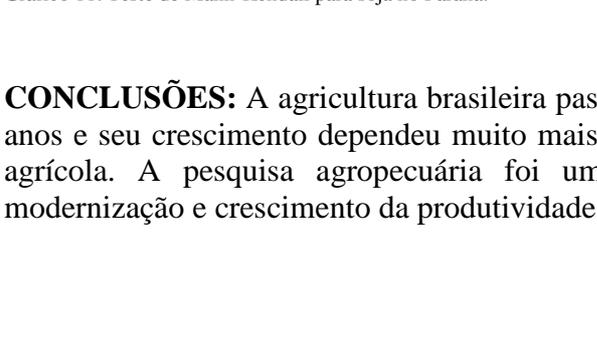
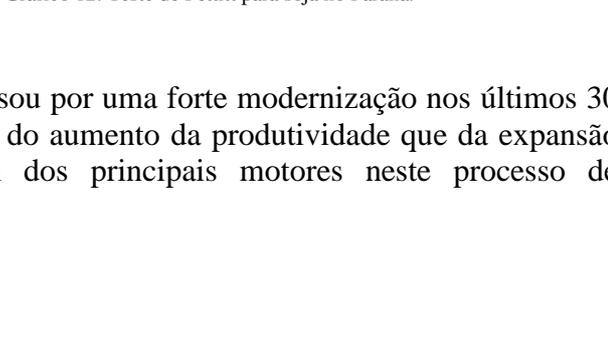


Gráfico 12. Teste de Pettitt para soja no Paraná.



CONCLUSÕES: A agricultura brasileira passou por uma forte modernização nos últimos 30 anos e seu crescimento dependeu muito mais do aumento da produtividade que da expansão agrícola. A pesquisa agropecuária foi um dos principais motores neste processo de modernização e crescimento da produtividade.

A partir dos dados apresentados e dos testes realizados conclui-se que a produtividade nas lavouras de milho e soja para os estados de São Paulo, Minas Gerais e Paraná vem apresentando crescimento acelerado desde a última metade dos anos 1990 coincidentemente com o início do Zoneamento de Riscos Climáticos no Brasil. Fica evidente o forte peso do avanço tecnológico no aumento da produtividade. O fato de coincidir a quebra de ruptura das séries com o início do Zoneamento agrícola de riscos climáticos, que tem uma importante função de indutor de tecnologia, mostra que esse instrumento tem seu papel no incremento de produtividade. Como sugestão de continuidade da pesquisa, deve-se procurar isolar o peso do clima na produção, para quantificar a real influência da redução dos riscos climáticos no aumento de produtividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSAD, E. D.; MARIN, F. R.; PINTO, H. S.; ZULLO JUNIOR, J. Zoneamento agrícola de riscos climáticos do Brasil: base teórica, pesquisa e desenvolvimento. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.29, n.246, p.47-60, 2008.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Safras**. Disponível em: <www.conab.gov.br> Acesso em: 1 mai. 2009.

IBGE. **Produção agrícola municipal**. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 10 mar. 2009.

MORAES, J. M.; PELLEGRINO, G.; BALLESTER, M. V.; MARTINELLI, L. A.; VICTORIA, R. L. Estudo preliminar da evolução temporal dos componentes do ciclo hidrológico da bacia do Rio Piracicaba. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 11; SIMPÓSIO DE HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS DOS PAÍSES DE LÍNGUA OFICIAL PORTUGUESA, 2., 1995, Recife. **Anais**. Recife: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1995. p. 27-32.

PETTITT, A.N. A non-parametric approach to the change-point problem. **Applied Statistics**, London, v. 28, n. 2, p. 126-135, 1979.

ROSSETTI, L. A. Zoneamento agrícola em aplicações de crédito e securidade rural no Brasil: aspectos atuariais e de política agrícola. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v.9, n.3, p.386-399, 2001.

SNEYERS, R; VANDIEPENBEECK, M.; VANILIERDE, R.; DEMAREE, G.R. Climatic changes in Belgium as appearing from the homogenized series of observations made in Brussels – Uccle (1933-1988) In: SCHIETECAT, G.D (ed.) **Contributions à l'étude des changements de climat**. Bruxelles: Institut Royal Meteorologique de Belgique, 1990. Publications Série 124. p.17-20.