

RELAÇÃO DE LONGO PRAZO ENTRE A PRODUTIVIDADE DO ARROZ IRRIGADO PRODUZIDO NO RIO GRANDE DO SUL E DE SANTA CATARINA

Cleyzer Adrian da Cunha¹; Alcido Elenor Wander²

Palavras-chave: séries temporais, teste de Engle-Granger, produtividade do arroz irrigado

INTRODUÇÃO

Os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina representam o primeiro e o segundo maior produtor nacional, respectivamente. As produtividades médias obtidas na lavoura de arroz irrigado nestes dois estados também são as maiores do país (IBGE, 2011). Como Rio Grande do Sul e Santa Catarina são os estados brasileiros mais prósperos na cultura do arroz irrigado, surge uma dúvida: será que existe alguma relação entre as produtividades nestes dois estados?

Segundo Lopes (2004) *apud* Almeida, Perobelli e Ferreira (2008), existem basicamente três razões para se verificar a convergência da produtividade agrícola no Brasil: 1) a ocorrência de mudanças estruturais no processo de produção; 2) o fenômeno da difusão tecnológica e 3) a eliminação de obstáculos ao crescimento da produção.

O objetivo geral deste trabalho foi analisar a relação entre a produtividade do arroz irrigado no Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. A análise de co-integração de Engle e Granger (1987) foi utilizada com forma de corroborar com a ideia de relação de longo prazo entre as produtividades dos arrozais.

MATERIAL E MÉTODOS

O modelo econométrico de Engle e Granger (1987) foi utilizado para analisar a relação de longo prazo entre as produtividades do arroz irrigado produzido no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina no período de 1990 a 2009. As produtividades foram coletadas na Pesquisa Agrícola Municipal do IBGE e correspondem ao rendimento médio, em kg/ha (IBGE, 2011).

O modelo só pode ser aplicado em séries estacionárias, ou que sejam integradas de mesma ordem, no caso I(1) ou I(2), para que não incorra no problema de regressão espúria.

Por conseguinte, o modelo pode ser estimado por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), onde a relação de longo prazo entre as duas variáveis, X_t e Y_t , e avaliada pelos resíduos da equação co-integrante de Engle e Granger (1987).

Caso as séries X_t e Y_t sejam co-integradas, ou caminham juntas em uma perspectiva de longo prazo, os resíduos da equação estimada serão estacionários. Isto significa, segundo Gujarati (2000), que os resíduos apresentam média e variância constante ao longo do tempo, e o valor da covariância entre dois períodos depende apenas da defasagem entre os dois períodos, e não do período de tempo efetivo em que a covariância foi calculada.

Não obstante, o processo estatístico é basicamente simples e envolve a aplicação de teste de raiz unitária nos resíduos da equação co-integrante estimada por MQO. Assim, se as produtividades apresentarem uma relação de longo prazo, mostra que as informações entre os Estados produtores é compartilhada, principalmente aspectos tecnológicos.

Conforme Bueno (2008), a metodologia estatística do teste de Engle-Granger (1987) pode ser realizada por meio de três procedimentos, a saber: a) primeiramente deve-

¹ Economista. Doutor em Economia Aplicada. Universidade Federal de Goiás (UFG). Caixa Postal: 131 - CEP: 74.001-970, Goiânia-GO. E-mail: cleyze@yahoo.com.br.

² Engenheiro Agrônomo. Doutor em Ciências Agrárias (Concentração: Economia Agrícola). Embrapa Arroz e Feijão. E-mail: awander@cpnaf.embrapa.br.

se executar o teste de raiz unitária *Aumentado de Dickey-Fuller* (ADF), separadamente para as duas variáveis e certificar se elas são integradas em primeira diferença, ou I(1). Segundo Gujarati (2000), o teste ADF pode ser estimado pela seguinte equação:

$$\Delta y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta y_{t-1} + \alpha \sum_{i=1}^m \Delta y_{t-i} + \epsilon_t \quad (1)$$

e posteriormente aplica-se o teste de hipótese sobre o coeficiente $\delta=0$, ou seja, sob a hipótese nula que há presença de raiz unitária. Caso o valor da estatística τ (*Tau*) do parâmetro estimado em termos absolutos seja maior que os valores críticos tabulados por MacKinnon (1991), a série é estacionária e não há raiz unitária; b) estime a relação de longo prazo entre as variáveis X_t e Y_t , por meio, da equação abaixo:

$$\Delta y_t = \beta_1 + \beta_2 \Delta x_t + e_t \quad (2)$$

ou na combinação linear entre elas; $\Delta y_t - \beta_1 - \beta_2 \Delta x_t = e_t$; c) de posse dos resíduos estimados ($\epsilon_t = \text{resíduos estimados}$), aplique o teste de raiz unitária ADF sobre os mesmos pela equação abaixo:

$$\Delta \epsilon_t = \beta_1 + \beta_2 t + \gamma \epsilon_{t-1} + \alpha \sum_{i=1}^m \Delta \epsilon_{t-i} + u_t \quad (3)$$

e aplica-se o teste de hipótese sobre o coeficiente $\gamma = 0$, ou seja, sob a hipótese nula que há presença de raiz unitária. Os valores críticos tabulados do teste encontram no trabalho seminal de Engle-Granger (1987).

Caso os resíduos sejam estacionários, o modelo original pode ser representado na forma de um modelo de correção de erros que corrige as distorções de curto prazo causado pela primeira diferença da série. O mecanismo de correção de erro é conhecido como "erro do equilíbrio", $\Delta y_t = \beta_1 + \beta_2 \Delta x_t + \beta_3 e_{t-1} + v_t$, onde o termo e_{t-1} é o termo de erro defasado da primeira equação co-integrante. Esse modelo faz a correção de divergência de curto prazo entre as produtividades.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção foram aplicados os três procedimentos do teste de co-integração para analisar a relação de longo prazo entre as produtividades dos dois estados, conforme as Tabelas 1, 2, 3 e 4.

A Tabela 1 mostra os resultados da primeira etapa da metodologia de Engle-Granger (1987), ou seja, o teste de estacionariedade de ADF. A análise dos resultados evidencia que as duas séries não são estacionárias em nível, e sim estacionárias em primeira diferença.

Tabela 1: Teste de raiz unitária para as produtividades dos dois estados.

Variável	Teste com variável I(0)	Teste com variável I(1)
PRS	-3,253 ^{ns}	-7,661*
PSC	-2,675 ^{ns}	-5,226*

Nota: Ns = não significativo, * estatisticamente significativo a 1%. Os valores críticos de ADF

tabulados por MacKinnon (1991) são 1% igual a -4,571; 5% igual a -3,690 e 10% igual a -3,286.

Todos os dois testes foram realizados com tendência e intercepto. PRS= Produtividade do arroz no Rio Grande do Sul e PSC = Produtividade do arroz em Santa Catarina.

Fonte: dados da pesquisa

A Tabela 2 mostra os resultados da segunda etapa da metodologia de Engle-Granger (1987), ou seja, estimativa da equação $\Delta y_t = \beta_1 + \beta_2 \Delta x_t + e_t$.

Tabela 2: Coeficientes estimados da equação de Engle-Granger.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	182.1179	87.30180	2.086073	0.0524
D(RS)	-0.092359	0.150934	-0.611913	0.5487
R-squared	0.021551	Mean dependent var		169.4211
Adjusted R-squared	-0.036005	S.D. dependent var		363.1554
S.E. of regression	369.6352	Akaike info criterion		14.76221
Sum squared resid	2322713.	Schwarz criterion		14.86163
Log likelihood	-138.2410	F-statistic		0.374438
Durbin-Watson stat	2.152476	Prob(F-statistic)		0.548692

Fonte: dados da pesquisa.

O modelo apresentou ajustamento satisfatório pelas séries estarem em primeira diferença. A Tabela 3 mostra os resultados do modelo com correção de erros ("erro do equilíbrio"), ou seja, estimativa da equação $\Delta y_t = \beta_1 + \beta_2 \Delta x_t + \beta_3 e_{t-1} + v_t$.

Tabela 3: Coeficientes estimados da equação de Engle-Granger com modelo de correção de erros.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	143.9021	129.3318	1.112658	0.2823
D(SC)	-0.224612	0.328401	-0.683956	0.5038
RESIDI(-1)	-0.579697	0.220308	-2.631307	0.0181
R-squared	0.317077	Mean dependent var		137.4737
Adjusted R-squared	0.231711	S.D. dependent var		577.2301
S.E. of regression	505.9542	Akaike info criterion		15.43471
Sum squared resid	4095835.	Schwarz criterion		15.58383
Log likelihood	-143.6297	F-statistic		3.714344
Durbin-Watson stat	2.244840	Prob(F-statistic)		0.047313

Fonte: dados da pesquisa

A Tabela 4 mostra o teste de raiz unitária sobre os resíduos da equação co-integrante de Engle-Granger, $\Delta y_t = \beta_1 + \beta_2 \Delta x_t + e_t$.

Tabela 4: Teste de raiz unitária feito nos resíduos da equação de Engle-Granger.

Variável	Teste com variável I(0)
e_t	-5,2000*

Nota: * Estatisticamente significativo a 1%. Os valores críticos tabulados por Engle e Granger (1987) são -2,5899; -1,9439; -1,6177 para 1%,5% e 10%, respectivamente.

Fonte: dados da pesquisa

Conforme a Tabela 4, os resultados apontam para uma relação de longo prazo entre as produtividades, em que, há convergência entre as mesmas no tempo. A explicação para a relação de longo prazo entre as produtividades se dá pela difusão tecnológica e proximidade entre os dois estados.

CONCLUSÃO

No trabalho foram aplicados os três procedimentos do teste de co-integração para analisar a relação de longo prazo entre as produtividades do arroz irrigado nos estados de Rio Grande do Sul e Santa Catarina. O estudo mostra-se que há co-integração entre as duas séries. Assim, como esperado, os aumentos de produtividades de um estado transbordam para o outro estado produtor. Isso é explicado, principalmente, pela proximidade geográfica e características técnicas de cultivo entre os dois estados. Desta forma, para um choque de produtividade positivo em um estado, por exemplo, pela adoção de uma nova tecnologia, considerando uma economia de mercado, o outro estado não demorará tanto tempo para adotar essa nova tecnologia. Assim, essas duas regiões tendem a apresentar produção elevada no longo prazo, explicados pela relação entre as suas produtividades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, E.S.; PEROBELLI, F.S.; FERREIRA, P.G.C.F. Existe convergência espacial a produtividade agrícola no Brasil? **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v.46, n.1, p.31-52. Jan./Mar. 2008.
- BUENO, R.L.S. **Econometria de Séries Temporais**. São Paulo: Cengage Learning, 2008.
- ENGLE, R.F.; GRANGER, C.W.J. Co-integration and error correction: representation, estimation and testing. **Econometrica**, Chicago, v. 55, n. 2, p.251-276, 1987.
- GUJARATI, D.N. **Econometria básica**. São Paulo: Makron Books, 2000.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa Agrícola Municipal (PAM)**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 24 mai. 2011.
- LOPES, J. L. Avaliação do processo de convergência da produtividade da terra na agricultura brasileira no período de 1960 a 2001. Tese de Doutorado, ESALQ/USP, 2004. (mimeo).