

6.03.02 - Economia / Métodos Quantitativos em Economia.

IMPACTO DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA NA PRODUÇÃO, PRODUTIVIDADE E ÁREA PLANTADA DO MILHO NO ESTADO DO CEARÁ: UMA APLICAÇÃO DE VETOR AUTO-REGRESSIVO (VAR)

Matheus Oliveira de Alencar^{1*}, Antonio Bruno Fernandes Marcelino², Wellington Ribeiro Justo³

1. Mestrando em Economia Rural, Universidade Federal do Ceará (UFC)

2. Graduando em Economia, Universidade Regional do Cariri (URCA)

3. Doutor em Economia Aplicada (PIMES-UFPE) e Professor do Departamento de Economia da Universidade Regional do Cariri (URCA) / Orientador

Resumo:

No semiárido a chuva é um elemento de suma importância para o plantio das culturas que são adaptadas ao solo pouco desenvolvido da região. Dentre estas, o milho figura-se entre as culturas energéticas mais produzidas nacionalmente, inclusive no Ceará.

Tendo em vista que o clima exerce o papel de principal regulador da atividade agrícola, influenciando em todas as etapas do processo produtivo, esse trabalho busca relacionar a produção, a produtividade e a área plantada de milho do Ceará com o nível pluviométrico deste mesmo estado através de dados de natureza secundária provenientes da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) e da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), utilizando o método VAR (Vetor Auto-Regressivo).

Os resultados apontaram que a seca tem efeito na produção e na produtividade e, com menor impacto, na área plantada. Também se observou que a seca tem ocorrido com frequência em mais de um ano consecutivo.

Palavras-chave: Precipitação pluviométrica; Milho; Ceará.

Introdução:

Nas últimas décadas têm sido frequentes as discussões a respeito da ação antrópica e sua influência no clima do planeta. O avanço industrial observado sobremaneira a partir de meados do século XX acelerou a emissão de gases poluentes, resultando no aquecimento global (SARMENTO, 2007).

Sleiman (2008) define que o clima é composto por um conjunto de elementos integrados que são determinantes para o desenvolvimento das atividades humanas. Dentre todos os elementos climáticos, a precipitação pluviométrica tem um papel preponderante nesse aspecto, visto que exerce uma grande influência na esfera econômica.

Dado o problema da alta

evapotranspiração (3.000 mm/ano), superior a precipitação irregular do semiárido, a chuva se torna um elemento de suma importância para o plantio das culturas que são adaptadas ao solo pouco desenvolvido da região (SANTIAGO, *et al.* 2013).

Como a agricultura tem grande importância na vida de milhares de famílias brasileiras, em especial do semiárido nordestino, é fundamental a adoção de técnicas agrícolas que proporcionem o aumento da produtividade das culturas, como a escolha da época ideal para o plantio, pois isso contribuirá para que o desenvolvimento da planta não seja comprometido (SANTIAGO, *et al.* 2013).

Conforme Cantele (2009), o milho possui múltiplas utilizações, como na alimentação humana e de animais de criação, ou ainda, como matéria prima no setor industrial, constituindo-se numa das culturas mais cultivadas do mundo. Para Maldaner *et al.* (2014) o milho figura-se entre as culturas energéticas mais produzidas no Brasil.

Neste sentido, para a sua máxima produtividade, o milho necessita de uma quantidade de chuva que gira em torno de 500 mm a 800 mm durante todo o ciclo, mas é possível obter uma boa produtividade com uma quantidade de chuvas que varie de 350 mm a 500 mm por ciclo (EMBRAPA, 2004).

Portanto, tendo em vista que o clima exerce o papel de principal regulador da atividade agrícola, influenciando em todas as etapas do processo produtivo, esse trabalho busca verificar o impacto da precipitação pluviométrica do Ceará sobre a produção, a produtividade e a área plantada de milho deste mesmo estado.

Metodologia:

Para a execução desse trabalho foram utilizados dados de natureza secundária da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) e da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME). A periodicidade das séries de dados é anual e o período de abrangência das

mesmas compreende os anos de 1976 a 2013.

As variáveis utilizadas na análise, bem como suas respectivas abreviações, periodicidades e fontes estão descritas no Quadro 01.

Quadro 01: Descrição das Variáveis

VARIÁVEL	ABREVIÇÃO	FORTE
Anos de seca	DSECA	FUNCEME
Produção de milho no Ceará	PRODMCE	CONAB
Produtividade do milho no Ceará	PROTMCE	CONAB
Área plantada de milho no Ceará	AMCE	CONAB

Fonte: Elaboração própria.

A área de abrangência do estudo é o Ceará. O estado é localizado na região Nordeste do Brasil, é composto por 184 municípios, possuindo uma extensão de cerca de 148.825,6 km², com uma população de 8.448.055 habitantes em 2010 (IBGE, 2010; IPECE, 2016). Segundo dados do IPECE (2016), este estado representa 9,57% da área da região Nordeste e 1,74% da área do território brasileiro.

Para analisar a relação entre as variáveis analisadas será utilizado um modelo de Vetores Auto-Regressivos (VAR), que possibilita uma análise empírica da participação de cada uma das variáveis do modelo nas alterações ocorridas nas demais variáveis por meio da análise de decomposição da variância, bem como a resposta de uma variável frente à ocorrência de um choque em outra variável através da análise das funções impulso-resposta (BROOKS, 2002; LÜTKEPOHL, 1993; SIMS, 1980 *apud* PINHEIRO; AMIN, 2005).

O modelo VAR pode ser especificado da seguinte forma:

$$X_t = A_0 + A_1 X_{t-1} + \dots + A_p X_{t-p} + B_0 Z_t + B_1 Z_{t-1} + \dots + B_p Z_{t-p} + e_t$$

Onde: A_0 = vetor de termos interceptados $n \times 1$; A_1, \dots, A_p = $n \times n$ matrizes de coeficientes que relacionam valores defasados das variáveis endógenas aos valores correntes de tais variáveis; B_0, \dots, B_p = $n \times m$ matrizes de coeficientes que relatam valores atuais e defasados de variáveis exógenas para valores correntes de variáveis endógenas; e_t = vetor $n \times 1$ de termos de erros.

Pinheiro e Amin (2005), destacam alguns pré-requisitos necessários antes de estimar um modelo VAR. Inicialmente, para verificar as condições de estabilidade do

sistema, deve-se realizar testes de estacionariedade, das análises gráficas e dos testes de estabilidade estrutural. Após isto, deve-se checar através do teste de cointegração a possibilidade de haver relações de longo prazo entre as variáveis, caso se mostrem não estacionárias.

Segundo Silva, Ferreira e Araújo (2006), para escolher o melhor modelo VAR, utiliza-se como referência os resultados dos Critérios de Schwarz (SC) e Akaike (AIC), sendo estes importantes na determinação do número de defasagens a incluir no modelo VAR, pois levam em consideração a soma dos quadrados dos resíduos, o número de observações e o de estimadores do parâmetro. Dessa forma, quanto menores os valores, melhor o modelo.

Resultados e Discussão:

Na figura 01 observa-se a trajetória das variáveis utilizadas no modelo. Apenas a variável anos de seca não aparece, pois entrou no modelo como uma dummy que assume valor 1 para os anos de seca e 0 caso contrário. Assim, tem-se nessa figura a variável base para a identificação dos anos de seca que é a precipitação.

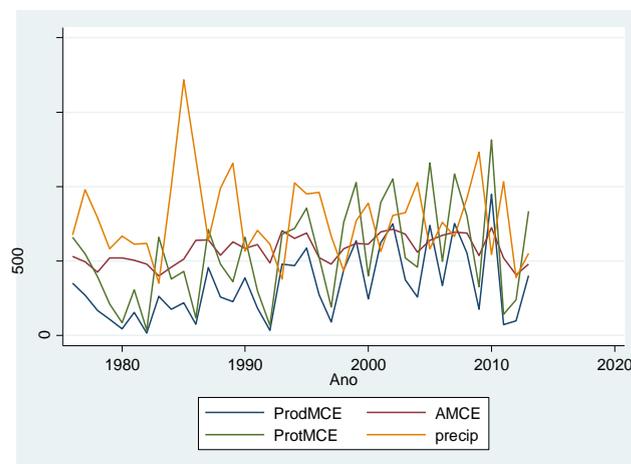


Figura 01: Trajetória das variáveis

Fonte: Elaborado pelos autores com dados da Conab e da Funceme.

Observa-se que, justamente a variável precipitação, é a que apresenta as maiores oscilações. No sentido contrário, a área plantada com milho é a que apresenta menor oscilação. As demais apresentam oscilações, mas se observa um indicativo de que as séries são estacionárias. Porém, há necessidade de confirmação com os testes de raiz unitária. Foram utilizados os testes de Dickey-Fuller e Phillip-Perron e em todas as opções testadas, isto é, com intercepto, com tendência e, com intercepto e tendência, a pelo menos cinco por cento, rejeitou-se a hipótese de existência.

Em seguida foi realizado o teste de Johansen (1988) para verificar a existência de cointegração entre as séries.

Quadro 02: Teste de cointegração de Johansen

Johansen tests for cointegration						Number of obs =	36
Trend: constant						Lags =	2
Sample: 1978 - 2013							
maximum rank	parms	LL	eigenvalue	trace statistic	5% critical value		
0	12	-644.42434		44.2653	29.68		
1	17	-634.50832	0.42356	24.4332	15.41		
2	20	-626.46329	0.36035	8.3472	3.76		
3	21	-622.2917	0.20695				

Fonte: Elaboração própria.

O resultado apontou a inexistência de equações de cointegração, como pode ser visto no Quadro 02. Assim, partiu-se para a realização do teste para identificar o número ótimo de defasagens no VAR.

Quadro 03: Teste de identificação do número de defasagens no modelo VAR

Selection-order criteria									Number of obs =	34
Sample: 1980 - 2013										
lag	LL	LR	df	p	FPE	AIC	HQIC	SBIC		
0	-607.078				4.8e+10	35.9458	36.007*	36.1253*		
1	-587.612	38.932	16	0.001	3.9e+10	35.7419	36.0481	36.6398		
2	-575.469	24.286	16	0.083	3.2e+10	35.9688	36.5199	37.5849		
3	-550.511	49.918*	16	0.000	3.4e+10*	35.4418*	36.2379	37.7762		
4	-542.104	16.813	16	0.398	6.7e+10	35.8885	36.9295	38.9412		

Fonte: Elaboração própria.

Como pode ser visto no Quadro 03, o teste apontou que o número ótimo de defasagens no modelo é 3, utilizando-se os critérios FPE e AIC.

Os resultados do VAR são comumente apresentados na forma de tabela com as equações, com a função de Impulso-Resposta e decomposição da variância. Optou-se, por falta de espaço, utilizar a função de Impulso-Resposta (figura 02), que traz o efeito de choques exógenos em cada uma das variáveis do modelo.

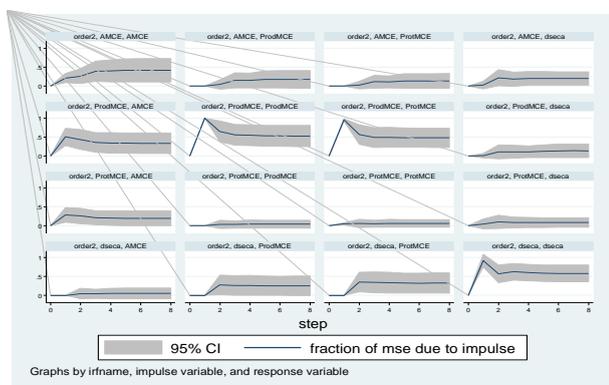


Figura 02: Função de Impulso-Resposta
Fonte: Elaboração própria com base nos dados da Conab e da Funceme.

A primeira linha da figura 02 apresenta o choque externo da área plantada com milho nas variáveis do modelo. O maior efeito desse

choque é na própria variável, e praticamente não se observa efeito nas demais.

Na segunda linha da figura 02, tem-se o efeito de um choque externo na variável produção. Observa-se que tem um efeito positivo nas demais variáveis exceto na variável seca. Contudo os maiores efeitos são na própria variável e na produtividade.

A terceira linha traz o efeito do choque externo na produtividade nas demais variáveis. A produtividade tem um efeito na área plantada que se dissipa a partir do ano seguinte. O efeito nas demais variáveis é muito baixo.

Finalmente, a quarta linha da figura 02 traz a o efeito do choque externo da seca sobre as variáveis do modelo. Aqui, tem-se que o efeito na área plantada só ocorre a partir do ano seguinte, o que intuitivamente é esperado. Contudo, os resultados mostram o quão o agricultor é persistente na atividade, pois o efeito de um choque na variável seca tem um efeito pequeno na área cultivada com o milho no Ceará. Já na produção e na produtividade observa-se uma queda, e em seguida uma elevação, indicando que nos anos seguintes o agricultor se deixa mover pelo efeito “teia de aranha”, ou seja, um ano de colheita ruim incentiva no ano seguinte buscar compensar a queda na produção anterior. Contudo, o maior efeito de um choque externo na variável seca é nela própria, ou seja, há indicativo de que a seca no estado do Ceará ocorre com frequência em mais de um ano consecutivo.

Os resultados da estimação do VAR precisam ser validados com a aplicação de testes a posteriori. Assim, estimou-se o teste de autocorrelação onde observou-se que os resíduos são não autocorrelacionados. Assim, por esse critério os resultados são válidos.

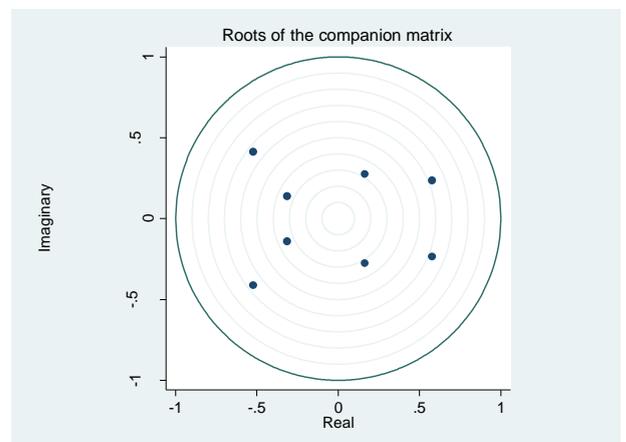


Figura 03: Teste de Estabilidade do Modelo VAR

Fonte: Elaborado pelos autores com dados da Conab e da Funceme.

A figura acima mostra o resultado do teste de estabilidade do modelo, que serve para verificar se não há raiz unitária após a estimação. É um dos pressupostos do modelo. O resultado mostrou que todas as raízes unitárias se situavam dentro do círculo unitário. Logo, o modelo é válido.

Por fim, foi realizado o teste de normalidade dos resíduos do modelo, e em todas as séries aceitou-se a hipótese nula da normalidade dos resíduos.

Conclusões:

É sabido que nas últimas décadas o estado do Ceará tem apresentado vários anos de seca. Esse fenômeno secular afeta a produção agrícola, o fornecimento de água para consumo humano e dos animais e, por conseguinte a renda do agricultor, notadamente o agricultor familiar que planta em área de sequeiro.

Este estudo buscou estimar um modelo de Vetor Auto-regressivo (VAR) para apreender a relação entre as variáveis: seca, produção, produtividade e área plantada de milho no estado do Ceará. Os resultados apontaram que a seca tem impacto na produção, na produtividade e, em menor escala, na área plantada. Também se observou que a seca tem ocorrido com frequência em mais de um ano consecutivo.

Os testes de normalidade, estabilidade e autocorrelação apontaram a validade do modelo estimado. O teste de causalidade de Granger apontou a seca como variável que afeta as demais variáveis do modelo no sentido de Granger.

Dessa forma, tendo em vista a importância da cultura do milho para sobrevivência da agricultura familiar no Ceará, fica evidente a necessidade de atuação conjunta dos órgãos de assistência técnica, de pesquisa e dos bancos que financiam a produção, para que os agricultores tenham as melhores condições possíveis para o desenvolvimento de sua atividade, como por exemplo, tendo acesso a sementes de variedades mais adaptadas a estiagem, incentivos na forma de crédito, ensinamento de técnicas agrícolas adequadas ao clima, dentre outras formas de contribuição.

Referências bibliográficas

CANTELE, E. F. **Desempenho da cultura de milho em diferentes épocas de cultivo no sudoeste paulista**. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, USP. São Paulo, 2009.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de segurança e qualidade para a cultura do milho**. Brasília, 2004.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 07 de Maio de 2016.

IPECE – INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. Ceará em Mapas. 2007. Disponível em <<http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/capitulo1/11/>>. Acesso em: 07 de Maio de 2016.

MALDANER, L. J.; HORING, K.; SCHNEIDER, J. F.; FRIGO, J. P.; AZEVEDO, K. D.; GRZESIUCK, A. E. Exigência Agroclimática da Cultura do Milho. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 3, p. 10.5380/rber.v3, 2014.

SANTIAGO, F. S.; DIAS, I. C. G. M.; JALFIM, F. T.; SILVA, N. C. G.; BLACKBURN, R. M.; FREITAS, R. R. L.; NANES, M. B.. **Variabilidade Pluviométrica em Agricultura de Sequeiro no Sertão do Pajeú-PE**. In: XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2013, Bento Gonçalves - RS. XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2013.

PINHEIRO, A. M.; HERREROS, M. M. A. G. Fluxos de Capitais e Componentes Macroeconômicos: análise de inter-relações através da aplicação de um modelo de vetores auto-regressivos (VAR). In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 33., 2005, Natal. **Anais...** Natal: Associação Nacional dos Centros de Pós-Graduação em Economia, 2005.

SARMENTO, F. J. **Mudanças Climáticas: Impactos Sociais, Econômicos e Ambientais no Semi-árido Brasileiro**. In: XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2007, São Paulo - SP. Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2007.

SILVA, C. A. G.; FERREIRA, L. R.; ARAÚJO, P. F. C. Crescimento do Produto Agropecuário: uma aplicação do vetor auto-regressivo (VAR). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 44., 2006, Fortaleza - CE. **Anais...** Fortaleza: SOBER, 2006

SLEIMAN, J. **Veranicos ocorridos na porção noroeste do Estado do Rio Grande do Sul entre 1978 e 2005 e sua associação às condições climáticas na atmosfera**. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, USP. São Paulo, 2008.