

XVI ECOPAR

Encontro de Economia Paranaense

V International Meeting on Economic Theory and Applied Economics

II Jornada Internacional de Comunicação Científica

SIMETRIA OU ASSIMETRIA NA TRANSMISSÃO DE PREÇOS DE MILHO EM MOÇAMBIQUE: ABORDAGENS ARDL-ECM E NARDL

SYMMETRY OR ASYMMETRY IN CORN PRICE TRANSMISSION IN MOZAMBIQUE: ARDL-ECM AND NARDL APPROACHES

SIMETRÍA O ASIMETRÍA EN LA TRANSMISIÓN DE PRECIOS DEL MAÍZ EN MOZAMBIQUE: ENFOQUES ARDL-ECM Y NARDL

Amir Ernesto Bazo¹

Julyerme Matheus Tonin²

Área Temática 7: Economia Agrícola e Meio Ambiente

JEL Code : Q11, R32, D40

Resumo: O estudo utiliza dados mensais de preços de milho entre dezembro de 1997 e dezembro de 2022, aplicando modelos de análise simétrica (ARDL-ECM) e assimétrica (NARDL) para avaliar a transmissão de preços entre os mercados de Maputo, Chókwè, Maxixe, Angônia e Manica. Os resultados revelam que os mercados de Chókwè e, especialmente, Maxixe têm grande influência nos preços de milho em Maputo. O modelo NARDL destaca que choques positivos e negativos nos preços de milho em Maxixe e Chókwè afetam os preços em Maputo, com evidências de assimetria na transmissão de preços. A pesquisa conclui que a volatilidade dos preços do milho em Moçambique é significativamente influenciada pela dinâmica dos mercados regionais. Políticas que promovam melhor integração e comunicação entre os mercados, além de melhorias na infraestrutura e acesso à informação, são necessárias para reduzir a volatilidade e melhorar a segurança alimentar.

Palavras-chave: transmissão de preços, assimetria, integração, mercado do milho

Abstract: The study uses monthly price data from 1997 to 2022 to evaluate the price transmission between Maputo, Chókwè, Maxixe, Angônia, and Manica markets. Results show Chókwè and Maxixe significantly influence Maputo prices, while NARDL models show positive and negative price fluctuations affect Maputo prices. Policies promoting market integration, communication, infrastructure, and information access are needed to reduce price volatility and improve food security.

Key-words: price transmission, asymmetry, integration, milho market

Resumen: El estudio utiliza datos de precios mensuales de 1997 a 2022 para evaluar la transmisión de precios entre los mercados de Maputo, Chókwè, Maxixe, Angônia y Manica. Los resultados muestran que Chókwè y Maxixe influyen significativamente en los precios de Maputo, mientras que los modelos NARDL muestran que las fluctuaciones de precios positivas y negativas afectan los precios de Maputo. Se necesitan políticas que promuevan la integración de los mercados, la comunicación, la infraestructura y el acceso a la información para reducir la volatilidad de los precios y mejorar la seguridad alimentaria.

Palabras-clave: transmisión de precios, asimimetría, integración, mercado do milho

¹ UEM, Programa de Pós-Graduação em Ciências Econômicas; 0009-0003-8875-8130; amirbazo@gmail.com

² UEM, Programa de Pós-Graduação em Ciências Econômicas; 0000-0002-1176-8977; jmtonin@uem.br



XVI ECOPAR

Encontro de Economia Paranaense

V International Meeting on Economic Theory and Applied Economics

II Jornada Internacional de Comunicação Científica

Introdução

A informalidade dos mercados agrícolas em Moçambique, marcado por transações físicas diretas torna os produtos agrícolas mais susceptíveis a flutuações de preço. The *Famine Early Warning Systems Network* (FEWS NET) evidenciou dinâmicas impulsivas nos mercados locais, em que os choques climáticos reduzem as reservas alimentares das famílias e há perturbações na interdependências entre as regiões Sul (deficitários) e Centro (superavitários) de Moçambique (FEWS-NET 2022). Nesse contexto, avaliar a interconexão entre diferentes mercados agrícola permite entender como os mesmos transmitem sinais de preços, impactando a dinâmica local e o equilíbrio de mercado. No presente estudo o foco são o mercado do milho nas regiões centro e sul de Moçambique, localmente pouco explorado por estudos empíricos.

A escolha do milho se justifica, na medida que é o cereal mais consumido em Moçambique, especialmente pelas comunidades rurais (Come, Neto e Cavane 2022), é a base alimentar nas províncias do centro e sul de Moçambique (Ferrão et al., 2018), é provedor de matéria-prima de diversas indústrias locais (Zidora 2015), e fonte de alimentos para cadeia de carnes e derivados (Ponciano, Souza e Rezende, 2003; Duarte, Mattoso e Garcia, 2021). Contudo, a concentração desigual de produção (Popat, Griffith, Mounter e Cacho 2022), o fraco acesso à informação de preços e ausência de estratégia de gerenciamento de riscos na comercialização (Zidora 2015), o mau estado das vias de acesso (Dercon, 1995), a pressão local na oferta/procura, os choques climáticos e a redução nas reservas alimentares das famílias (FAWS-NET 2022), torna os preços de milho voláteis.

O estudo da transmissão de preço e integração eficiente entre mercado, possibilita a elaboração de políticas que promovam o equilíbrio entre mercados deficitários e superavitários e evita intervenções duplicadas na assistência a população com insegurança alimentar. Com base no exposto, o estudo pretende analisar como os mercados transmitem sinais de preços, especificamente entre as regiões sul e centro de Moçambique, no período de dezembro de 1997 a dezembro de 2022. recorrendo a modelo que pressupõem simetria (ARDL-ECM) e/ou assimetria (NARDL) na transmissão de preços.

Procedimentos Adotados³

Inicialmente, procede-se a análise dos testes convencionais de raiz unitária (DF, ADF e PP), que quando aplicado em conjunto, dão maior robustez e segurança dos resultados (McCarthy, 2015). Além disso, acresceu-se o teste de raiz unitária proposto por Zivot e Andrews (1992) com uma única quebra estrutural (de maior variância), e complementado com o de múltiplas quebras estruturais proposto por Bai e Perron (1998) o qual estima e testa modelos lineares com múltiplas mudanças estruturais. Na sequência procedeu-se o teste de cointegração de Gregory e Hansen (1996) com quebra estrutural, uma extensão do teste de cointegração tradicional de Engle e Granger (1987), projetado para lidar com a possibilidade de mudanças estruturais nas relações de longo prazo entre variáveis, ao controlar quebras estruturais desconhecidas no vetor de cointegração. Nesta etapa, os testes realizados para o diagnóstico do modelo estimado serão baseados em Teste de White para heterocedasticidade, Teste LM para Autocorrelação de Breusch-Godfrey. Para análise de estabilidade dos parâmetros do modelo, recorre-se ao *Cusum Test* e *Cusum Square Test*.

³ Por brevidade, as equações e sistemática do teste não são apresentadas neste artigo, mas podem ser encontradas nos artigos apresentados na revisão de literatura.



XVI ECOPAR

Encontro de Economia Paranaense

V International Meeting on Economic Theory and Applied Economics

II Jornada Internacional de Comunicação Científica

Na sequência, como a relação de longo prazo (cointegração) também pode estar sujeita a assimetria ou não-linearidade, conforme descrito por Shin et.al, (2014) procede-se a análise com as adaptações necessárias, de acordo com uma configuração ARDL na linha de Pesaran e Shin (1998) e Pesaran et al., (2001). Por sua vez, para o diagnóstico do modelo NARDL recorreu-se aos testes de *Portmanteau* que analisa a possibilidade de que uma variedade de tipos de transformações não lineares de combinações das variáveis explicativas deveria ter sido incluída, além de uma estrutura de modelo selecionada. Na sequência, tem-se o teste de *Breusch/Pagan* de heterocedasticidade, e o teste Ramsey de especificação, além do teste de normalidade de Jarque-Bera.

Dados

Foram coletados dados mensais de preços de milho nos mercados de cereais das regiões sul de Moçambique: Maputo, Chókwè, Maxixe e centro: Angônia e Manica para o período compreendido entre meses de dezembro de 1997 a dezembro de 2022. Os preços são reais e expressos em meticais (moeda local) por quilograma (Mts/Kg). Quanto a fonte de dados, os mesmos foram obtidos na base de dados do *World Food Programme Price Database via FAO (FAOSTAT)*.

Resultados e discussão.

Com base nos testes de raiz unitárias as séries são integradas em primeira ordem $I(1)$, ou seja, estacionárias após diferenciadas uma vez. O teste de Zivot-Andrews identificou a presença de quebra estrutural nas séries analisadas, fato que foi corroborado pelo resultado do teste de Bai & Perron para análise de Múltiplas Quebras em datas desconhecidas. Assim evidencia-se a existência de múltiplos choques que afetaram a dinâmica dos preços nos distintos mercados analisados (Tabela 1).

Tabela 1: Teste de Raiz Unitária Dickey-Fuller Aumentado (ADF) e de Phillips & Perron (PP) para os preços de milho nas regiões Centro e Sul de Moçambique

Variáveis	Teste ADF t stats	Teste PP t stats	Teste Zivot-Andrews Z stats	Teste Bai -Perron Break	Teste Bai -Perron supW(tau)
lnpmmap	-1,402	-3,67			
lnpmchok	-1,927	-6,523			
lnpmmax	-1,556	-5,037			
lnpmang	-2,247	-9,641			
Δ lnpmmap	-17,491***	-300,082***	-5,957***	2017:03	12,25***
Δ lnpmchok	-16,958***	-260,195***	-5,352***	2002:01	3,40***
Δ lnpmmax	-14,927***	-229,339***	-5,496***	2017:04	4,07***
Δ lnpmang	-16,306***	-260,011***	-5,447***	2016:09	11,71***

Fonte: Resultado da pesquisa.

Nota: ***, ** e * representa os níveis de 1%, 5% e 10% de significância, respectivamente.

ln=logaritmo natural, pm=preço de milho, map=Mercado de Maputo, chok=Mercado de Chókwè, max=Mercado de Maxixe, Mercado de Angônia.

Valores Críticos das estatísticas para cada especificação os níveis 1%, 5% e 10% de significância, respectivamente.

Teste ADF. τ : -1,61| -1,95| -2,61; τ_{μ} : -1,29| -1,67| -2,38; τ_{τ} : -3,16| -3,47| -4,09

Zivot-Andrews. Intercepto: -4,58| -4,80| -5,34; Tendência: -4,11| -4,42| -4,80; Intercepto e Tendência: -4,82| -5,08| -5,57,

O termo de correção de erro $\lnpmmap(L1)$, é significativo e negativo nos modelos com quebra estrutural ARDL-ECM (1,1,1,1,0,0,0) e sem quebra estrutural ARDL-ECM (1,1,1,1),



XVI ECOPAR

Encontro de Economia Paranaense

V International Meeting on Economic Theory and Applied Economics

II Jornada Internacional de Comunicação Científica

evidenciando-se assim a existência de relações de longo prazo entre as variáveis incluídas nos modelos. O coeficiente de ajustamento evidencia que nos modelos com e sem quebra estrutural cerca de 32,20% e 26,78%, respectivamente, dos movimentos em direção ao desequilíbrio são corrigidos dentro de um mês.

As dinâmicas de longo prazo, evidenciam que, somente dinâmicas de preços de milho do mercado de Maxixe tem efeito causal unidirecional sobre as dinâmicas de preços de Milho no mercado de Maputo, não tendo efeitos estatisticamente significativos nos mercados de Chókwè e Angônia. E neste âmbito, um aumento percentual nos preços de milho em Maxixe *ceteris paribus*, estão associados a um aumento de 63,55% nos preços desse cereal em Maputo no mesmo período. Por sua no modelo sem quebra estrutural, um aumento percentual nos preços de milho em Maxixe, Chókwè e Angônia, estão associados a um aumento em Maputo de 64,86%, 16,77% e 11,35%, respetivamente (Tabela 2, painel A). Os resultados dos testes de heterocedasticidade de Breusch-Pagan/Cook-Weisberg e do LM teste de Breusch-Godfrey para autocorrelação, revelaram que os resíduos são homocedásticos e que houve ausência de autocorrelação serial dos resíduos de primeira ordem (Tabela 2, painel B).

Tabela 2: Especificação dos Modelos ARDL-ECM, com e sem quebra estrutural, com base no teste de Gregory-Hansen para cointegração com quebra estrutural e diagnóstico de autocorrelação e heterocedasticidade.

Variáveis	ARDL-ECM com quebra estrutural		ARDL-ECM sem quebra estrutural	
	Coef.	P. value	Coef.	P. value
Painel A) Especificação dos modelos				
Termo de ajustamento ou de correção do erro				
L1.lnppmap	-0,3220131	0,000	-0,2678357	0,000
Relação de longo prazo				
lnpmchok	0,1540577	0,222	0,1676662	0,081
lnpmmax	0,6355662	0,000	0,6486043	0,000
lnpmang	0,068942	0,229	0,1135433	0,038
zz	0,2826326	0,101		
zz_lnpmchok	0,0657743	0,658		
zz_lnpmmax	-0,1255884	0,425		
zz_lnpmang	0,0098405	0,909		
_cons	0,1406903	0,0000	0,1028224	0,000
Painel B) Diagnóstico dos modelos			Prob > chi2	
LM teste de Breusch-Godfrey		0,1531		0,0582
Teste de Breusch-Pagan/Cook-Weisberg		0,4763		0,2347

Fonte: elaborado pelos autores.

Nota: Variável Dependente: D.lnppmap. A especificação do modelo com quebra é ARDL-ECM (1,1,1,1,0,0,0,0) e sem quebra é ARDL-ECM (1,1,1,1). R-Squared foi de 0,2975 para modelo com quebra estrutural e 0,2801, sem quebra estrutural.

A análise da estabilidade dos parâmetros do modelo com base nos testes de CUSUM) e CUSUMSQ) no modelo ARDL-ECM (1,1,1,1,0,0,0,0) com quebra estrutural revelou que os parâmetros do modelo, estão dentro dos dois limites críticos de 5%, devido ao ajuste proporcionado pelo teste de Gregor-Hansen, comparativamente ao modelo sem quebra estrutural ARDL-ECM

XVI ECOPAR

Encontro de Economia Paranaense

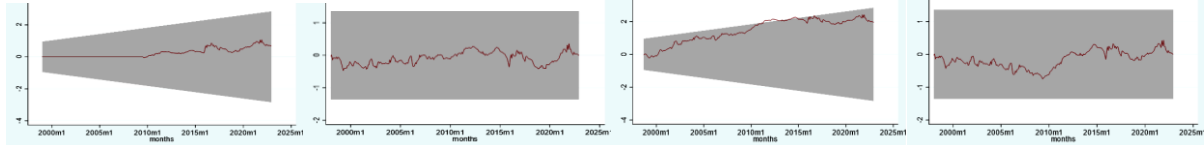
V International Meeting on Economic Theory and Applied Economics II Jornada Internacional de Comunicação Científica

(1,1,1,1), demonstrou certa instabilidade no limite crítico da banda superior de 5%, tendo havido um certo desvio com base no teste CUSUM,

Gráfico 1: Testes de CUSUM) e CUSUMSQ) nos modelos ARDL-ECM* com quebra estrutural

Gráfico 1a: Testes de CUSUM) e CUSUMSQ) no modelo ARDL-ECM (1,1,1,1,0,0,0,0) com quebra estrutural

1b: Testes de CUSUM) e CUSUMSQ) no modelo ARDL-ECM (1,1,1,1) sem quebra estrutural



Fonte: Resultados da pesquisa. * Refere-se ao modelo ARDL-ECM (1,1,1,1,0,0,0,0), com quebra estrutural e ARDL-ECM (1,1,1,1), sem quebra estrutural

O modelo não linear ARDL evidenciando as dinâmicas de longo prazo, se mostrou significativo e robustez não havendo correlação serial e heterocedasticidade. O primeiro coeficiente é o coeficiente de convergência, destacando que 29% dos erros dos períodos anteriores serão corrigidos no período atual. Os choques positivos de preço de milho em maxixe e choques negativos no preço do milho em Chókwè, foram positivos e significativamente ligados ao preço do milho em Maputo no longo prazo. Ademais, no longo prazo, o choque negativo em um período anterior no preço do milho em Chókwè, aumentou o preço do Milho em Maputo em 5,7%, assim como também, choque positivo no preço do milho em Maxixe aumentou o preço do Milho em Maputo em 14,5% e choque negativo aumentou em 12,03%. Este achado evidência a influência que mercado de Maxixe e Chókwè possui nas dinâmicas de longo prazo nos preços de Milho nos mercados de Milho de Maputo. Com base nos resultados ficou evidente que flutuações dos preços de milho nos mercados de Chókwè e particularmente de Maxixe tem grande influência nas dinâmicas e estabilidade dos preços de milho nos mercados de Maputo.

Tabela 2: Resultados de *Nonlinear Autoregressive Distributed Lag (NARDL)*, Cointegração e Estatísticas de Assimetria

_dy	Coef.	P> t	Diagnostico do Modelo não-linear ARDL			Cointegração				
_yL1	-0.2900223	0.000***	Testes	stat.	p-value	t_BDM	-			
							5.542			
_x1pL1	0.0335354	0.342	Portmanteau test	15.92	0.9545	F_PSS	5.684			
_x1nL1	0.0572464	0.112	Breusch/Pagan heteroskedasticity test	2.574	0.1086					
x2pL1	0.1431822	0.002***	Ramsey RESET test (F)	1.487	0.2327					
x2nL1	0.1203683	0.010**	Prob > F	0.0003						
x3pL1	0.0193981	0.286	R-squared	0.3135						
x3nL1	0.0045591	0.838	Adj R-squared	0.2641						
cons	0.3525876	0.000								
Exog. var.	Long-run effect [+]			Long-run effect [-]			Long-run asymmetry		Short-run asymmetry	
	coef.	F-stat	P>F	coef.	F-stat	P>F	F-stat	P>F	F-stat	P>F
Inpmchok	0.116	1.045	0.307	-0.197	3.258	0.072	2.794	0.096	0.06491	0.799
Inpmmax	0.494	11.87	0.001	-0.415	8.036	0.005	1.428	0.233	0.2765	0.599
Inpmang	0.067	1.003	0.317	-0.016	0.04071	0.840	2.38	0.124	0.001916	0.965



XVI ECOPAR

Encontro de Economia Paranaense

V International Meeting on Economic Theory and Applied Economics

II Jornada Internacional de Comunicação Científica

Fonte: elaborado pelos autores Nota: os asteriscos ***, ** e * são respectivamente o 1%, 5% e 10% do nível de significância, coef. Coeficientes, $p > |t| = \text{valor de probabilidade}$, $x_{1pL1} = x_1$ é a primeira variável independente onde x_{1p} é a porção crescente de x_1 e x_{1n} é a porção decrescente de x_1 , procedimento aplicado a todas variáveis de estudo. Valores críticos de Pesaran, Shin e Smith (2001), $I(0)2,20$ a $I(1)3,09$ a 10%; $I(0)2,56$ e $3,49$ $I(1)$ a 5%; $I(0)3,2$ e $I(1)4,37$ a 1%.
Fonte: elaborado pelos autores Nota: Long-run effect [-] refers to a permanent change in exog. var. by -1, coef=coeficiente, F-stat=estatística F, $P > F = \text{valor de probabilidade}$, Exog. Var.=variável exógena.

Os testes t_{BDM} (Banerjee-Dolado-Mestre) e F_{PSS} (Pesaran-Shin-Smith), evidências de cointegração entre as series analisadas. O modelo está corretamente especificado, os resíduos homocedasticos. Os resultados do teste F foram significativos tanto para assimetria de longo prazo entre preços de milho nos mercados de Chókwe e de Maputo. Evidenciou-se efeitos positivos (0.494) e negativos (-0.415) dos preços de milho em Maxixe sobre as dinâmicas dos preços de Milho em Maputo, bem como dos efeitos negativos (-0.197) dos preços de Milho em Chókwe. Nestes termos, um aumento unitario nos preços de milho em Maxixe, aumentou o preço de Milho em Maputo na ordem dos 49,4%, e havendo redução unitaria nos preços de Milho em Maxixe, reduziu o preço de Milho em Maputo na ordem dos 41,5%. E por fim, uma redução unitaria nos preço de Milho em Chokwe, reduziu o preço de Milho em Maputo na ordem dos 19,7%.

Considerações Finais

Dada exiguidade de estudo no contexto de Moçambique, que evidenciam a dinâmica de preços recorrendo a modelo que pressupõem simetria (ARDL-ECM) e/ou assimetria (NARDL) na transmissão de preços entre mercados deficitários de sul e superavitários do centro, o uso desta abordagem, permitiu evidenciar em jeito de conclusão, que as dinâmicas dos preços de Milho em Maputo sofrem forte influência tanto positiva e negativa do mercado de milho de maxixe e influência negativa de Chókwe no modelo NARDL. O mesmo efeito positivo forte de Maxixe estendeu-se aos modelos $ARDL-ECM(1,1,1,1,0,0,0,0)$ e $ARDL-ECM(1,1,1,1,0,0,0,0)$. E no modelo que pressupõe simetria, os choques não foram significativos, contrariamente ao modelo que pressupõe assimetria os mesmos foram significativos. E os desequilíbrios nos preços de milho em Maputo resultantes de choque nos preços em mercado de milho de maxixe são corrigidos em 10 meses para os choques positivos e a metade para os choques negativos. E constatou-se assimetria na transmissão de preços de milho a longo prazo entre mercado de Maputo e Chókwe.

Agradecimentos,

O presente trabalho foi realizado com apoio da CAPES-código de financiamento 001.

Referências

- BAI, Jushan & PERRON, Pierre, Estimating and Testing Linear Models with Multiple Structural Changes, *Econometrica*, 66, 47-78, 1998, 10,2307/2998540,
- COME, Sérgio Feliciano; NETO, José Ambrósio Ferreira; CAVANE, Eunice Paula Armando, Perfil sociodemográfico e econômico das famílias produtoras de milho: evidência empírica do Distrito de Sussundenga, Moçambique, *Research, Society and Development*, v, 11, n, 4, p, e55111427675-e55111427675, 2022,
- DERCON, S, "On market integration and liberalisation: method and application to Ethiopia", *The Journal of Development Studies*, pp, 112—143, 1995



XVI ECOPAR

Encontro de Economia Paranaense

V International Meeting on Economic Theory and Applied Economics

II Jornada Internacional de Comunicação Científica

- DUARTE, Jason de Oliveira; MATTOSO, Marcos Joaquim e GARCIA, João Carlos, Importância Socioeconômica in Arvore do conhecimento, Brasília, DF, **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)**, Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/pre-producao/socioeconomia/importancia-socioeconomica>, Acesso em: 21 mar, 2024,
- ENGLE, R, F., GRANGER, C, W, J, Co-integration and error correction: representation, estimation and testing, **Econometrica**, v, 55, p, 251-276, 1987,
- FAMINE EARLY WARNING SYSTEMS NETWORK (FEWS NET) Boletim de preço de MOÇAMBIQUE, **USAID**, Agosto 2022
- FAMINE EARLY WARNING SYSTEMS NETWORK (FEWS NET) Boletim de preço de MOÇAMBIQUE, **USAID**, Agosto 2021,
- FERRÃO, Jorge et al, Agriculture and food security in Mozambique, **Journal of Food, Nutrition and Agriculture**, v, 1, n, 1, p, 7-11, 2018, 10,21839/jfna,v1i1,121,
- GREGORY, A, and HANSEN, B, Residual-Based Tests for Cointegration in Models with Regime Shifts, **Journal of Econometrics**, 70, 99-126, 1996, [http://dx.doi.org/10.1016/0304-4076\(69\)41685-7](http://dx.doi.org/10.1016/0304-4076(69)41685-7)
- MCCARTHY, D, An Introduction to Testing for Unit Roots Using SAS: The Case of U,S, National Health Expenditures, **Kaiser Permanente Paper** No 3294, 2015,
- PESARAN, H, Hashem; SHIN, Yongcheol, Generalized impulse response analysis in linear multivariate models, **Economics letters**, v, 58, n, 1, p, 17-29, 1998,
- PESARAN, M, H., SHIN, Y., SMITH R, J., Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships, **Journal of Applied Econometrics**, 16 (1), May, pp, 289-326, 2001,
- PONCIANO, Niraldo José; DE SOUZA, Paulo Marcelo; REZENDE, Alberto Martins, Entraves da comercialização à competitividade do milho brasileiro, **Revista Paranaense de Desenvolvimento-RPD**, n, 104, p, 23-40, 2003,
- POPAT, Meizal et al, Food loss and waste in maize in Mozambique and its economic impacts: a system dynamics assessment approach, **Agrekon**, v, 61, n, 3, p, 339-359, 2022,
- SHIN, Yongcheol; YU, Byungchul; GREENWOOD-NIMMO, Matthew, Modelling asymmetric cointegration and dynamic multipliers in a nonlinear ARDL framework, **Festschrift in honor of Peter Schmidt: Econometric methods and applications**, p, 281-314, 2014,
- ZIDORA, César Benites Mário, Estratégias de gerenciamento do risco de preços na comercialização do milho em grão nas zonas rurais de Moçambique, Goiânia, Goiás – Brasil, 2015
- ZIVOT, E., ANDREWS, D, W, K, Further evidence on great crash, the oil-price shock, and the unit root hypothesis, **Journal of Business and Economic Statistics**, v, 10, n, 3, p, 251- 270, 1992,

