

Estimação do Pass-Through Cambial no Brasil referente aos Índices de Preços ao Consumidor

Luiz Armando dos Santos Aleixo - estudante do curso de Estatística - 3º ano - Escola Nacional de Ciências Estatísticas - ENCE - Rua André Cavalcante, número 106, Santa Teresa- RJ

Orientador: Professor Rafael Martins de Souza

E-mail:armando01_87@hotmail.com

Resumo: Neste trabalho, será ajustado um modelo vetor auto-regressivo (VAR) para as séries temporais de índices preços: Índice de Preço da Matéria prima, Índice de Preço dos Bens Intermediários e Índice de Preço dos Bens Finais. Estas variáveis são as variáveis endógenas do modelo que ainda terá mais três variáveis exógenas: PIB (o produto interno bruto brasileiro), Taxa de Câmbio e Preços Externos.

Testes de para detecção de tendência estocástica indicaram que as séries em log apresentam raiz unitária. O Teste de cointegração de Johansen foi utilizado com a estatística do traço da matriz λ - I. Verificou-se sendo considerada diversas combinações entre as defasagens das endógenas e as defasagens das exógenas.

Palavras-chave: Vetor auto-regressivo. Pass-through cambial. Cointegração.

Introdução: Neste trabalho ajusta-se um modelo VAR para estimar o pass-through nas taxas de câmbio aos preços domésticos no Brasil. Um aspecto deste trabalho é investigar a estrutura de repasse se varia com os logs das séries de preços. Por exemplo, como se da a dinâmica de repasse de custos dos insumos (matéria-prima) até os preços ao consumidor.

Outro incentivo seria a falta de artigos que abordam o assunto do pass-through cambial brasileiro. Existem muitos trabalhos que abordam o cálculo do pass-through brasileiro, se comparada com a quantidade de artigos que abragem o pass-through estado-unidense, principalmente após a grave crise econômica de 2008.

Modelagem econométrica: Agora veremos com detalhes os cálculos feitos nesse projetos, os resultados obtidos e algumas explicações referentes a estes resultados.

O objetivo deste projeto é ajustar um modelo vetor auto-regressivo (VAR), tendo como variáveis explicativas as variáveis endógenas e como variáveis independentes as defasagens destas e as variáveis exógenas. Um VAR é ajustado tendo k variáveis, sendo estas medidas em um tempo amostral $t=1, \dots, T$, tendo como equação do modelo generalizado:

$$y_t = m_0 + A_1 y_{t-1} + \dots + A_p y_{t-p} + z_t + \dots + z_{t-p} + u_t$$

O modelo acima está considerando p defasagens da variável endógena, sendo estas representadas pela pelo vetor y_t , ou seja, as três séries temporais estão sendo representadas neste único vetor e p defasagens das variáveis exógenas, sendo estas representadas pelo vetor z_t , este também representando as outras três séries temporais e u_t , sendo um processo ruído branco, possui as seguintes propriedades:

1. $E(u_t)=0$
2. $E(u_t * u'_t)=\Omega$ onde Ω é a matriz de covariância
3. $E(u_t * u'_{t-k})=0$

O teste da raiz unitária de Dickey-Fuller é realizado para verificar se a série é estacionária ou não. Este teste consiste em testar no modelo se a constante multiplicando as defasagens é igual a 1 ou diferente de 1. Por exemplo para isto se utiliza o modelo da primeira diferença dado por:

$$\Delta y_t = y_t - y_{t-1} = (\rho - 1)y_{t-1} + u_t = \phi y_{t-1} + u_t$$

Quando se testa se $\phi=0$ equivale a testar se $\rho=1$. Dizemos que se $\rho=1$, a série possui uma raiz unitária, e isso determina que ela seja não estacionária. Já se $\rho \neq 1$, a série não possui raiz unitária, logo ela é estacionária.

Após a verificação da não estacionaridade das séries, o próximo passo seria testar a existência de cointegração ou testa se existe alguma relação de cointegração entre elas. É importante notar que a cointegração é marcada pela não estacionaridade das séries, mas uma combinação liner delas sendo estacionária. A cointegração também pode ocorrer em duas ou mais séries.

Table 1: Resultados do Teste Aumentativo de Dickey-Fuller

Séries	Presença de Raiz Unitária
Materia Prima	*
Bens Intermediarios	*
Bens Finais	*
PIB	*
Cambio	*
Preços Externos	*

No entanto, na maioria das vezes, a cointegração pode ser confundida por regressão espúria. Quando se acha uma relação entre duas séries não estacionárias, esta relação produzirá resíduos. Se esses resíduos formarem uma série temporal que seja estacionária, pode-se concluir que haja cointegração entre estas variáveis. Caso contrário, se conclui que exista uma regressão espúria entre as variáveis.

Neste trabalho, será testada a cointegração entre as variáveis endógenas, pois pode notar pelo gráfico delas a suspeita de uma relação de cointegração entre as três séries, podendo explicar a influência do crescimento de uma série nas outras duas. No teste de cointegração de Johansen destas 3 séries, será testado o posto da matriz $\pi = I - \lambda$, no qual λ é a matriz que consiste dos autovalores da matriz A, no qual está representado no modelo abaixo:

$$y_t = m + Ay_{t-1} + E_t$$

Subtraindo y_{t-1} de ambos os lados temos:

$$\Delta y_t = m - (I - A)y_{t-1} + E_t$$

, sendo $\pi = I - A$.

Como os autovalores de π são iguais aos de A, temos que irá ser testando a relação de cointegração no posto da matriz I- λ .

Temos que, realizando o teste de Johansen em k series temporais, os possíveis valores que o posto de π pode assumir tem 3 possibilidades:

1. Primeira possibilidade: $\text{posto}(\pi) = 0$ Pode-se afirmar que não há relação de cointegração.
2. Segunda Possibilidade: $\text{posto}(\pi) = k$ Há relação de cointegração, logo os k vetores são cointegrados.
3. Terceira Cointegração: $\text{posto}(\pi) = r$, tal que $0 < r < k$ Há relação de cointegração somente nos r vetores.

Resultados:

Podemos verificar pela tabela com os Resultados da Raiz Unitária de Dickey-Fuller que, as seis séries possuem raiz unitária em que * denota a presença de raiz unitária naquela determinada série. Logo se pode concluir que as seis séries são não estacionárias.

Já que foi comprovada a não estacionaridade das séries, agora tem-se de comprovar se existe alguma relação de cointegração entre elas ou não. Primeiro, foi testada a cointegração em toda a extensão das séries, considerando apenas as variáveis endógenas e a estatística traço do teste de cointegração de Johansen. Foi verificado, que apenas com uma defasagem é que se observava uma relação de cointegração, enquanto com duas e três defasagens não se observou cointegração.

Após esse procedimento, foi feito o teste de Johansen considerando específicos períodos no tempo, ainda sem serem incluídas as variáveis exógenas no teste. Os períodos escolhidos foram:

1. Janeiro de 1994 até Dezembro de 1998;
2. Agosto de 1999 até Agosto de 2002;

Table 2: Resultados de Teste de Cointegração de Johansen considerando períodos específicos de tempo.

Defasagens	Período 1	Período 2	Período 3	Período 4
1	Y	N	N	N
2	Y	Y	N	N
3	Y	Y	N	Y

Table 3: Resultados do teste de Johansen sem considerar defasagem da exógena.

defasagem das séries	série inteira	série começando em 1999,8	série começando em 2003,1
1 defasagem	Y	N	N
2 defasagens	Y	N	N
3 defasagens	Y	N	Y

3. Janeiro de 2003 até Janeiro de 2008;

4. Janeiro de 2003 até Julho de 2009.

Realizando o teste de Johansen no software estatístico R considerando até 3 defasagens da variável, observamos que para o primeiro período nas 3 defasagens verificamos 1 relação de cointegração. Já no segundo período, observamos que só com 2 e 3 defasagens é que houve ocorrência de 1 vetor de cointegração. Já para o terceiro período, podemos observar que em nenhuma das defasagens houve ocorrência de cointegração. Para o quarto período, observamos que só houve a ocorrência de 1 vetor de cointegração com 3 defasagens.

Pela tabela 2, pode-se observar algumas relações de cointegração marcadas pela letra Y, enquanto a letra N simboliza a ausência desta relação de cointegração.

Agora serão incluídas no teste as variáveis exógenas para poder escolher qual o melhor modelo possível para esse banco de dados. Iremos considerar todas as séries primeiro em toda a sua extensão (de Agosto de 1994 até Janeiro de 2009), depois de Agosto de 1999 até Janeiro de 2009 e por fim de Janeiro de 2003 até Janeiro de 2009. Foram feitos os testes de Johansen considerando 1, 2 e 3 defasagens da variável endógena e nenhuma, uma e duas defasagens da variável exógena.

Nas tabelas 3, 4 e 5 em que estão sendo enunciados os resultados dos testes de Johansen considerando nenhuma, uma e duas defasagens da exógena, Y simboliza uma relação de cointegração para aquele determinado modelo enquanto N simboliza a ausência dessa relação de cointegração. Os resultados obtidos foram que em todas as defasagens tanto da exógena, quanto da endógena, houve a presença de 1 vetor de cointegração, considerando a série de Agosto de 1994 até Janeiro de 2009. Já para o segundo período, compreendido de Agosto de 1999 até Janeiro de 2009, não houve ocorrência de uma relação de cointegração. Já para o período de Janeiro de 2003 a Janeiro de 2009 observou uma 1 relação de cointegração considerando as 3 possibilidades de defasagens da variável exógena somente com 3 defasagens da variável endógena. Com

Table 4: Resultados do teste de Johansen considerando uma defasagem da exógena.

defasagem das séries	série inteira	série começando em 1999,8	série começando em 2003,1
1 defasagem	Y	N	N
2 defasagens	Y	N	N
3 defasagens	Y	N	Y

Table 5: Resultados do teste de Johansen considerando duas defasagens da exógena.

defasagem das séries	série inteira	série começando em 1999,8	série começando em 2003,1
1 defasagem	Y	N	N
2 defasagens	Y	N	N
3 defasagens	Y	N	Y

Table 6: P-valores dos testes diagnósticos considerando o primeiro modelo escolhido

Testes	P-valores
Serial test	0.004586
Durbin Watson	0.3024
Breush-Pagan	$1.091 * 10(-10)$
Breusch-Godfrey	0.8677
ARCH test	0.01323
Box-Ljung(Materiaprima)	0.9836
Box-Ljung(BensIntermediarios)	0.8302
Box-Ljung(BensFinais)	0.9063
JarqueBera(Materia-Prima)	0.006945
JarqueBera(BensIntermediarios)	0.004179
JarqueBera(BensFinais)	$2.2e - 16$

base nestes resultados, foi escolhido o modelo considerando a série em toda a sua extensão, de Agosto de 1994 até Janeiro de 2009.

Para se escolher quantas defasagens colocar, tanto da endógena, quanto da exógena, foi utilizado o Critério de Informação de Akaike e o Critério de Informação de Schwartz. Sabe-se quanto menor for esses critérios de informação, melhor ajustado será aquele determinado modelo para um determinado conjunto de dados, que neste caso seria as seis séries.

Após a escolha do modelo, é necessário verificar este modelo é realmente adequado para este conjunto de dados, realizando neste os testes diagnósticos, cujo o propósito é detectar os 2 principais problemas nos modelos: heterocedasticidade e autocorrelação.

Os testes escolhidos foram os seguintes:

1. Breusch-Pagan test
2. Goldfeld-Quandt test

para detectar a heterocedasticidade, e os seguintes para detectar autocorrelação:

1. Durbin-Watson test
2. Breusch-Godfrey test
3. Box-Ljung test
4. ARCH test(para testar heterocedasticidade condicional autoregressiva)

Tendo realizado estes testes, pela tabela 6, verificou-se a presença de alguns problemas, tais como, a hipótese de homocedasticidade sendo rejeitada e as séries não seguindo uma distribuição normal. Como este é um grave problema que não pode ser corrigido, pois quando se traça o gráfico dos resíduos de cada uma

Table 7: AIC dos diferentes modelos fixando 2 defasagens das endógenas referentes ao segundo modelo

defasagens	nada	tendência	constante	tendência e constante
nenhuma defasagem	$-2.741654e + 01$	$-2.746172e + 01$	$-2.745792e + 01$	$-2.747125e + 01$
uma defasagem	$-2.746293e + 01$	$-2.749048e + 01$	$-2.751468e + 01$	$-2.749079e + 01$
duas defasagens	$-2.744073e + 01$	$-2.747841e + 01$	$-2.747527e + 01$	$-2.748642e + 01$

Table 8: P-valores dos testes diagnósticos referentes ao segundo modelo

Testes	P-valores
Jarque-Bera	0.7706
ARCH	0.9051
Ljung-Box (materia-prima)	0.4644
Ljung-Box(intermediario)	0.6615
Ljung-Box(bem final)	0.5969
Serial test	0.4096

das séries que são variáveis endógenas se nota este problema não poderá ser corrigido, nem mesmo que se realize alguma transformação nas séries.

Desta forma, tem-se que ajustar um novo modelo e verificar se este pode realmente explicar as 3 variáveis endógenas. Desta maneira se propõe um novo modelo utilizando agora como período base de Agosto de 1999 em diante. Este período é extremamente interessante pois o ano de 1999 foi marcado economicamente por ter em sua duração a mudança de regime de câmbio fixo para regime de câmbio flexível. No entanto, em relação a este período podemos notar pelas tabelas 3, 4 e 5 que este não apresenta nenhuma relação de cointegração. Logo, quando será modelado não terá a componente de cointegração. Utilizando o comando VAR do software R conseguimos modelar este VAR. No entanto, entra a discussão de quantas defasagens colocar neste VAR, tanto das endógenas quanto das exógenas e se o modelo terá alguma variável, tal como uma constante, uma tendência, ambas ou nenhuma destas. Pelo comando VARselect do software R verificamos que o número de defasagens das variáveis endógenas é 2. Resta agora saber quantas defasagens da variável exógena serão incluídas no modelo VAR. Para isto se compara os AIC de cada modelo possível e o modelo escolhido terá o menor AIC.

Como se pode verificar pela tabela 7, o modelo que possui o menor AIC é aquele com 2 defasagens das variáveis endógenas, uma defasagem da exógena e uma constante como variável determinística. Tem agora de verificar se este modelo é bem adequado para o banco de dados.

Baseado na tabela 8, é verificado que o segundo modelo é relativamente bom, pois se evidencia a ausência de correlação e em relação à heterocedasticidade, pode-se concluir que a heterocedasticidade mais problemática quando se trata de séries temporais é a heterocedasticidade condicional autoregressiva, e esta como se pode ver na tabela 8 é rejeitada.

Conclusão: Considerando o primeiro modelo para os índices de preço, sendo que estes abrangem o período de 1994 até 2009, observamos a existência de uma relação de cointegração entre as variáveis endógenas através do teste de Johansen. No entanto, embora este período seja marcado por essas relações de cointegração, o VAR ajustado a partir se mostra ineficaz para estes índices de preços, pois o problema da heterocedasticidade, que se mostrava presente no início da série, não pôde ser consertado.

Para o segundo modelo considerado para os mesmo índices, desta vez abrangendo o período de 1999 até 2009, não foi possível detectar nenhuma relação de cointegração. Já o modelo VAR ajustado considerando as séries abrangendo este período se mostrou mais eficaz do que o primeiro modelo, indicando assim que um

melhor modelo, dentre este dois, para estas séries, seria o segundo modelo.

Referências: GUJARATI, Damodar. *Basic econometrics*; 3 edition; Singapore: McGraw-Hill International Editions, 1995.

MACIEL, Luiz Felipe. *Pass-through cambial: uma estimação para o caso brasileiro*; Tese de pós-doutorado; Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2006.

CAMPA, José Manuel; GOLDBERG, Linda. *Exchange rate pass-through into imported prices: a macro or micro phenomenon?*; Natinal Bureau of Economic Research: 2002.

COWPERTWAIT, Paul; METCALFE, Andrew. *Introductory time series with r*; 1 edition; New York: Springer, 2009.

PLAFF, Bernard. *Analysis of integrated and cointegrated time series with r*; 2 edition; New York: Springer, 2008.

PLAFF, Bernard. *Var, svar and svec models: implementation within r package vars*; Jornal of Statistical Software: Volume 27, Issue 4; 2008.