

# 1

## Introdução

O Modelo Vetorial Autoregressivo - VAR tem sido extensivamente usado em várias aplicações e com diferentes propostas: modelagem, teste da teoria econômica e previsão. A partir dos trabalhos de Engle e Granger (1987), e Johansen (1988), entre outros, a imposição de cointegração no modelo tornou-se essencial à modelagem, proporcionando vantagens, como redução do número de parâmetros estimados e elevação da eficiência na estimação, com implicação direta sobre a previsão de longo prazo.

A imposição das restrições de cointegração, quando elas verdadeiramente existem, melhora o desempenho da previsão do modelo em horizontes de longo-prazo (Engle e Yoo, 1987). Entretanto, como mostrado por Engle e Kozicki (1993), há que se admitir ainda a existência de restrições adicionais definidas da mesma forma como as restrições de cointegração e denominadas restrições de características cíclicas comuns. . Enquanto cointegração se refere às relações entre variáveis no longo-prazo, as restrições cíclicas comuns se referem às relações no curto-prazo. Vahid e Engle (1993) propuseram as correlações seriais de características comuns (*Serial Correlation Common Feature* - SCCF) como medida das características cíclicas comuns. Ao impor estas restrições, podemos melhorar tanto a eficiência na estimação dos parâmetros do modelo, como o desempenho na previsão dos modelos, como notado por Vahid e Issler (2002).

Na última década, elevou-se o número de trabalhos empíricos que consideram as restrições de características cíclicas comuns. Dentre as investigações existentes, destacamos os trabalhos que encontraram ciclo comum entre variáveis, tais como consumo e renda para os países do G-7 (Campbell e Mankiw,1990), PIB para dados dos países do OECD ( Engle e Kozicki,1993), e renda dos estados norte-americanos (Engle e Issler, 2001).

Neste trabalho estuda-se, por meio de simulação Monte-Carlo, a importância de duas restrições para a estimação e previsão do modelo vetorial autoregressivo, quais sejam: cointegração e características cíclicas comuns, relativas ao longo-prazo e curto-prazo, respectivamente. Cabe observar que as restrições cíclicas comuns de curto-prazo consideradas neste trabalho são

menos restritivas que as restrições do tipo SCCF, portanto são denominadas restrições cíclicas comuns de forma fraca (*Weak Form* - WF), como definido por Hecq, Palma e Urbain (2006).

Uma diferença fundamental entre as restrições cíclicas comuns de curto-prazo SCCF e WF está na forma em como cada uma impõe as restrições no Modelo de Correção de Erro (*Vectorial Error Correction Model* - VECM)<sup>1</sup>. Ao impor SCCF, todas as matrizes de coeficiente do VECM apresentam posto menor que o número de variáveis consideradas. Ao impor restrições do tipo WF, todas as matrizes de coeficientes, excluindo a matriz do termo de longo-prazo ou matriz do espaço de cointegração, têm posto menor do que o número de variáveis consideradas. Conseqüentemente, as restrições do tipo WF impõem menos restrições sobre os parâmetros do VECM.

Quando são consideradas restrições do tipo WF, destacamos as seguintes vantagens:

- Como WF não impõe restrições sobre o espaço de cointegração, o posto de características cíclicas comuns não está limitado pela escolha do posto de cointegração. Por exemplo, na modelagem empírica, caso se tente utilizar modelo VAR, com restrições de cointegração e SCCF, o número de vetores de cointegração seja escolhido de forma errada (maior que seu verdadeiro valor), limita-se a possibilidade de escolha de um número maior de restrições do tipo SCCF.
- WF é invariante a reparametrizações na representação do VECM.

Portanto, impor restrições do tipo WF e não do tipo SCCF parece ser atraente desde que o modelo seja menos restrito nos parâmetros, o que resulta em hipótese menos forte do modelo. Em outras palavras, WF pode representar uma melhor aproximação à realidade.

Outro aspecto crucial na modelagem do modelo VAR( $p$ ) sujeito à restrição de cointegração é a escolha da ordem da defasagem  $p$  do modelo, desde que todas as inferências estejam baseadas na correta escolha deste parâmetro. A literatura apresenta métodos alternativos diversos para solucionar este aspecto por critérios de informação como Akaike (AIC), Schwarz (SC) e Hannan-Quinn (HQ), entre outros (veja Lütkepohl, 1993). Porém, quando os modelos do VAR contêm restrições adicionais de curto-prazo, não há trabalhos

<sup>1</sup>Quando o modelo VAR apresenta restrições de cointegração, ele pode ser representado como VECM, termo este conhecido como o Teorema da Representação de Granger (Engle e Granger, 1987).

que informem como determinar apropriadamente a ordem de defasagem do modelo. Vahid e Issler (2002) analisaram modelo VAR estacionário em covariância com restrições de SCCF e mais recentemente Guillén, Issler e Athanasopoulos (2005) estudaram um modelo VAR com restrições de cointegração e do tipo SCCF. A contribuição desta tese consiste em analisar modelo VAR com restrições de cointegração e do tipo WF, estudando a seleção da ordem  $p$  do modelo e seu desempenho na previsão. Vale ressaltar a importância desta investigação, uma vez que pesquisas aplicadas normalmente não levam em conta a existência de características cíclicas comuns e ainda a utilização de restrições SCCF pode resultar em restrições bastante fortes em algumas aplicações econômicas.

Esta tese tem dois objetivos. O primeiro objetivo trata da investigação do desempenho de duas classes de critérios de informação para a seleção dos parâmetros do modelo. O primeiro critério, denotado por  $IC(p)$ , refere-se ao critério tradicional, enquanto o segundo, denotado por  $IC(p, s)$ , refere-se a critério de seleção alternativo<sup>2</sup> como proposto por Vahid e Issler (2002). Em relação ao segundo objetivo, a investigação avalia o desempenho da previsão de três modelos: i) modelo que considera as restrições de cointegração e do tipo WF; ii) modelo que apenas considera as restrições de cointegração e iii) modelo sem restrições.

Os resultados mais relevantes podem ser resumidos como se segue. O critério de informação alternativo,  $IC(p, s)$ , que seleciona simultaneamente a ordem  $p$  do modelo e o número de restrições  $s$  da estrutura cíclica comum, apresenta desempenho superior ao do modelo escolhido pelos critérios convencionais  $IC(p)$ . Este resultado está conforme a literatura, como Vahid e Issler (2002) e Guillén et al. (2005). Em relação ao desempenho da previsão, o modelo com restrições de cointegração e WF apresenta desempenho preditivo superior, ou seja, ao estimar o modelo usando o critério  $IC(p, s)$ , obtêm-se melhores resultados de previsão.

O trabalho está organizado da seguinte forma. Após esta breve introdução, o Capítulo 2 apresenta resumo da metodologia de características cíclicas comuns desenvolvida por Engle e Kozicki (1993). No capítulo 3, temos o modelo econométrico a ser utilizado. No capítulo 4, descrevemos os critérios de seleção do modelo e estimação do modelo VAR sujeito às restrições de cointegração e WF. O capítulo 5 trata de estudo Monte-Carlo para pequenas amostras, enquanto, no capítulo 6, mostramos os modelos de previsão em

<sup>2</sup>Tópico recente na literatura.

estudo e as funções perda utilizadas. O capítulo 7 apresenta os resultados da simulação Monte-Carlo e o capítulo 8, a aplicação para séries da América Latina. As conclusões principais seguem no capítulo 9.

## 1.1 Contribuições

Como comentado na introdução, dois são os artigos que se dedicam ao estudo, por meio de simulação Monte-Carlo, dos modelos VAR com restrições.

1.— No artigo de Vahid e Issler (2002), "*The importance of Common Cyclical Features in VAR Analysis: A Monte Carlo Study*", os autores analisaram um modelo VAR estacionário em covariância sujeito à restrição de SCCF. Os resultados mostraram:

- Ganhos na seleção de  $p$  usando  $IC(p, s)$  ao invés de  $IC(p)$ ;
- Ganhos na previsão ao considerar SCCF no modelo.

2.— No artigo de Guillén, Issler e Athanasopoulos (2005), "*Forecasting Accuracy and Estimation Uncertainty using VAR models with Short- and Long-Term Economic Restrictions: A Monte Carlo*", os autores analisaram um modelo VAR não estacionário com restrições de cointegração e SCCF. Os resultados mostraram:

- Ganhos na seleção de  $p$  usando  $IC(p, s)$  ao invés de  $IC(p)$ ;
- Ganhos na previsão ao considerar as restrições de cointegração e do tipo SCCF no modelo.

Nesta tese, estuda-se modelo VAR não estacionário com restrições de cointegração e do tipo WF. Abaixo, são destacados os objetivos deste trabalho:

1.— Seleção do modelo: investigação do desempenho na seleção dos parâmetros do modelo VAR sujeito às restrições de cointegração e do tipo WF.

- Ordem do modelo  $p == > VAR(p)$ ;
- O número de restrições do curto-prazo ( $s$ )  $== > WF$ ;
- O número de restrições de longo-prazo ( $r$ )  $== > Cointegração$ ;

Comparam-se dois procedimentos:

- a)  $IC(p) \implies >$  Critério de seleção tradicional;
- b)  $IC(p, s) \implies >$  Critério de seleção alternativo.

2.— Previsão: investigação do desempenho na previsão do modelo VAR sujeito às restrições de cointegração e do tipo WF.

As contribuições desta tese na literatura resumem-se à:

*a.*— Seleção do modelo: quanto aos ganhos na identificação da ordem  $p$  do modelo ao usar o critério de informação  $IC(p, s)$ ;

*b.*— Previsão do modelo: quanto aos ganhos no desempenho da previsão do modelo VAR que considera as restrições de cointegração e do tipo WF.