

Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra

Grupo de Estudos Monetários e Financeiros (GEMF)

Av. Dias da Silva, 165 – 3004-512 COIMBRA, PORTUGAL

<http://www2.fe.uc.pt/~gemf/> - gemf@sonata.fe.uc.pt

PEDRO MIGUEL AVELINO BAÇÃO

**NOTA SOBRE A ESTIMAÇÃO DE VECTORES DE
COINTEGRAÇÃO COM OS PROGRAMAS
CATS IN RATS, PCFIML E EIEWS**

ESTUDOS DO GEMF

N.º 9

1999

**PUBLICAÇÃO CO-FINANCIADA PELA
FUNDAÇÃO PARA A CIÊNCIA E TECNOLOGIA**



Nota sobre a Estimação de Vectores de Cointegração com os Programas CATS in RATS, PCFIML e EVIEWS

Pedro Miguel Avelino Bação*

Grupo de Estudos Monetários e Financeiros
Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra
Av. Dias da Silva, 165
3004-512 Coimbra
Portugal

E-mail: pmab@sonata.fe.uc.pt

1. Introdução

A metodologia proposta por Johansen¹ para a estimação de vectores de cointegração vem sendo cada vez mais utilizada pelos economistas. O procedimento CATS in RATS e os programas PCFIML e EVIEWS, que executam aquela metodologia, diferem pelas limitações e pelas nomenclaturas que apresentam ao utilizador. Como resultado, é frequente ouvir utilizadores interrogarem-se acerca da disparidade de resultados que obtêm quando utilizam estes programas. A tendência de quem enfrenta tais dificuldades é imaginar deficiências na “caixa negra” de (pelo menos) um dos programas. O objectivo desta nota é mostrar que tais diferenças são, em parte, aparentes e, noutra parte, resultado das estruturas impostas pelos programas sobre os modelos a estimar.

Na segunda parte deste texto, será apresentada a formulação do modelo econométrico estimado pelo procedimento CATS. Na terceira parte, essa formulação será comparada com a do programa PCFIML. Na quarta parte, abordaremos a estimação de vectores de cointegração com o programa EVIEWS. A quinta parte conclui o estudo.

* O autor agradece as sugestões e os comentários do Prof. Doutor João Sousa Andrade e do Prof. Doutor Paulino Teixeira.

¹ Para uma exposição desta metodologia, veja-se Johansen (1995). Em alternativa, podem ser consultados os manuais dos programas: Hansen e Juselius (1995), para o CATS, e Doornik e Hendry (1997), para o PCFIML.

A comparação dos três programas revela, a nosso ver, três coisas: em primeiro lugar, o programa PCFIML constitui um instrumento mais flexível que o procedimento CATS e que o EVIEWS, no que toca à estimação de vectores de cointegração; em segundo lugar, o programa PCFIML obriga o utilizador a um maior esforço e atenção na definição das variáveis e do modelo, mesmo quando se trata de estimar relações de cointegração convencionais; em terceiro lugar, o programa EVIEWS é demasiado restritivo, talvez para resguardar a teoria econométrica de utilizações indevidas, pois a inclusão de variáveis exógenas, como o programa não se cansa de lembrar, invalida os valores críticos usados nos testes de cointegração.

2. CATS

2.1. Apresentação

O procedimento CATS é formado por um conjunto de ficheiros escritos na linguagem de programação utilizada pelo software econométrico RATS. Uma vantagem importante deste procedimento é a sua forma de utilização, a qual se processa através da utilização de um menu, dispensando, portanto, o conhecimento de outros comandos do RATS para além dos mais básicos (aqueles que permitem o carregamento da base de dados e do próprio procedimento).

O procedimento CATS permite estimar vectores de cointegração e coeficientes de ajustamento em modelos com mecanismo de correcção dos erros. Além disso, possibilita uma análise detalhada desses modelos, nomeadamente através da realização de testes sobre os coeficientes e resíduos estimados e da visualização de gráficos.

2.2. O Modelo Estimado pelo CATS

O procedimento CATS visa a estimação de modelos na seguinte forma:

$$\Delta Y_t = \Pi \cdot W_{t-1} + \sum_{i=1}^{k-1} \Gamma_i \Delta Y_{t-i} + \sum_{j=0}^{k-1} \Psi_j \Delta Z_{t-j} + \Phi \cdot D_t + \mathbf{e}_t$$

onde:

- k é a ordem do vector autorregressivo, definida pelo utilizador através da opção *lags* do procedimento CATS;

- $Y_t = \begin{bmatrix} y_{1,t} \\ \dots \\ y_{n,t} \end{bmatrix}$ é um vector com os valores no período t das n variáveis

endógenas (y_i) presentes no modelo;

- $W_{t-1} = \begin{bmatrix} y_{1,t-1} \\ \dots \\ y_{n,t-1} \\ z_{1,t-1} \\ \dots \\ z_{k,t-1} \end{bmatrix}$ é um vector com os valores no período $t-1$ das n variáveis

endógenas e das k variáveis exógenas (z_j) não estacionárias (isto é, integradas de ordem um e com lugar no vector de cointegração) presentes no modelo;

- $\Delta Y_{t-i} = \begin{bmatrix} y_{1,t-i} - y_{1,t-i-1} \\ \dots \\ y_{n,t-i} - y_{n,t-i-1} \end{bmatrix}$ é um vector com os valores no período $t-i$ da

primeira diferença das n variáveis endógenas presentes no modelo;

- $\Delta Z_{t-j} = \begin{bmatrix} z_{1,t-j} - z_{1,t-j-1} \\ \dots \\ z_{k,t-j} - z_{k,t-j-1} \end{bmatrix}$ é um vector com os valores no período $t-j$ da

primeira diferença das k variáveis exógenas integradas de ordem um presentes no modelo; note-se que os valores correntes da primeira diferença ($j=0$) das variáveis exógenas também estão incluídos no modelo, o que não acontece com os valores correntes da primeira diferença das variáveis endógenas;

- $D_t = \begin{bmatrix} d_{1,t} \\ \dots \\ d_{m,t} \end{bmatrix}$ é um vector com os valores no período t das m variáveis mudas

ou exógenas estacionárias (isto é, sem lugar no vector de cointegração, mas eventualmente importantes na explicação da dinâmica de curto prazo) presentes no modelo;

$$\bullet \mathbf{e}_t = \begin{bmatrix} \mathbf{e}_{1,t} \\ \dots \\ \mathbf{e}_{n,t} \end{bmatrix} \text{ é um vector com os valores no período } t \text{ dos } n \text{ termos de erro } (\epsilon_i)$$

presentes no modelo.

Saliente-se que o número de defasamentos incluídos no modelo (parâmetro k) é obrigatoriamente idêntico para todas as variáveis que apareçam nos vectores de cointegração – endógenas e exógenas não estacionárias.

As linhas de execução típicas no CATS são as seguintes:

```
@cats( exo, dum, lags= 3, dettrend= drift)
# Y1 Y2
# Z1
# dum1
```

Estas linhas indicam ao procedimento que deve estimar um modelo com duas variáveis endógenas (Y1 e Y2), uma variável exógena (Z1), uma constante (que não estará no vector de cointegração – opção “dettrend=drift”) e uma outra variável (dum1) que poderá ser uma variável muda ou mesmo uma variável exógena estacionária, não pertencente ao vector de cointegração. A ordem do vector autorregressivo é igual a três.

O programa apresentará em seguida os valores estimados (“BETA”) para dois vectores de cointegração, cada um com três elementos (correspondentes às variáveis Y1, Y2 e Z1). A matriz de ajustamento (“ALFA”) será uma matriz 2x2 com quatro elementos, correspondentes aos coeficientes de ajustamento das variáveis Y1 e Y2 em relação ao primeiro e ao segundo vector de cointegração.

A matriz de longo prazo (“PI”) será igual ao produto da matriz ALFA pela transposta da matriz BETA.

Se quisermos restringir a constante ao vector de cointegração, poderemos fazê-lo através da opção “dettrend=cimean”. As linhas de execução no CATS serão as seguintes:

```
@cats( exo, dum, lags= 3, dettrend= cimean)
# Y1 Y2
# Z1
# dum1
```

Neste caso, a matriz BETA conterá dois vectores de cointegração, cada qual com quatro elementos, correspondentes aos coeficientes das variáveis Y1, Y2, Z1 e constante. A matriz ALFA continuará a ter os mesmos quatro elementos.

3. PCFIML

3.1. Apresentação

O programa PCFIML, que faz parte do *pacote* PCGIVE, proporciona ao utilizador a possibilidade de escolher o que deseja fazer através das diferentes opções existentes em vários menus. Trata-se de um programa vocacionado para a análise de modelos econométricos multivariados envolvendo séries temporais. As opções e capacidades do programa reflectem a metodologia econométrica associada a *David Hendry* e à *London School of Economics*, a qual coloca grande ênfase na abordagem “do geral para o específico,” em que o econometrista começa por formular um modelo geral, com várias variáveis e desfasamentos dessas variáveis, e depois tenta reduzir esse modelo de acordo com os resultados de uma bateria de testes estatísticos.

Tal como o procedimento CATS, o programa PCFIML também permite estimar vectores de cointegração e coeficientes de ajustamento em modelos com mecanismo de correcção dos erros e desenvolver uma análise pormenorizada desses modelos. O conjunto de testes e gráficos postos à disposição dos utilizadores pelo PCFIML é, na realidade, um ponto muito forte deste programa.

3.2. O Modelo Estimado pelo PCFIML

O programa PCFIML visa a estimação de modelos na seguinte forma:

$$\Delta Y_t = \Pi \cdot X_t + \sum_{i=1}^{k-1} \Gamma_i \Delta Y_{t-i} + \sum_{j=0}^{l-1} \Psi_j U_{t-j} + e_t$$

onde:

- $Y_t = \begin{bmatrix} y_{1,t} \\ \dots \\ y_{n,t} \end{bmatrix}$ é um vector com os valores no período t das n variáveis

endógenas presentes no modelo e assinaladas com “E” no écran em que o modelo é formulado;

- $X_t = \begin{bmatrix} y_{1,t-1} \\ \dots \\ y_{n,t-1} \\ R_{1,t} \\ \dots \\ R_{k,t} \end{bmatrix}$ é um vector com os valores no período $t-1$ das n variáveis

endógenas e com os valores no período t das k variáveis exógenas (R_j) restringidas ao vector de cointegração; são as variáveis, com excepção daquelas que são defasamentos de variáveis endógenas, que no écran de formulação do modelo não estão assinaladas por um “E” (“endogenous”) ou por um “U” (“unrestricted”);

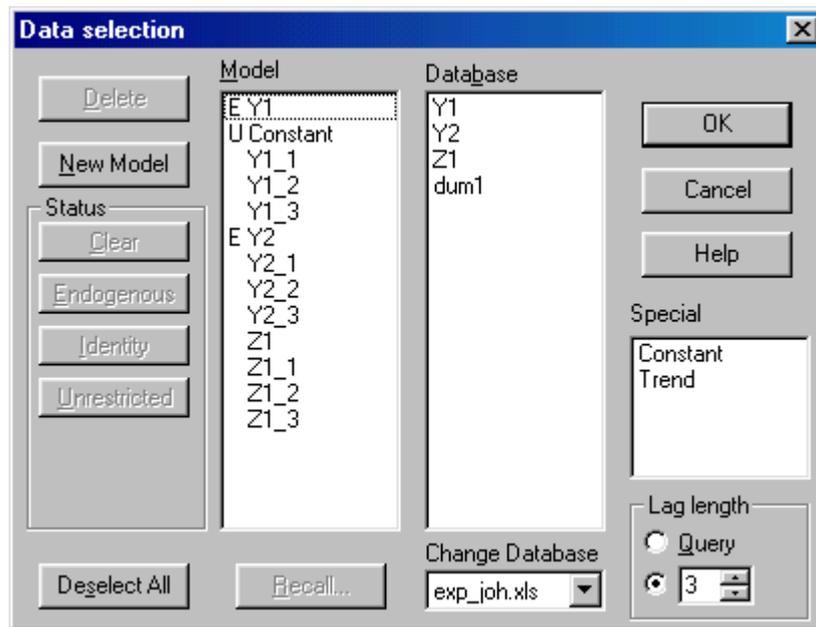
- $\Delta Y_{t-i} = \begin{bmatrix} y_{1,t-i} - y_{1,t-i-1} \\ \dots \\ y_{n,t-i} - y_{n,t-i-1} \end{bmatrix}$ é um vector com os valores no período $t-i$ da

primeira diferença das n variáveis endógenas presentes no modelo;

- $U_{t-j} = \begin{bmatrix} u_{1,t-j} \\ \dots \\ u_{g,t-j} \end{bmatrix}$ é um vector com os valores no período $t-j$ das g variáveis

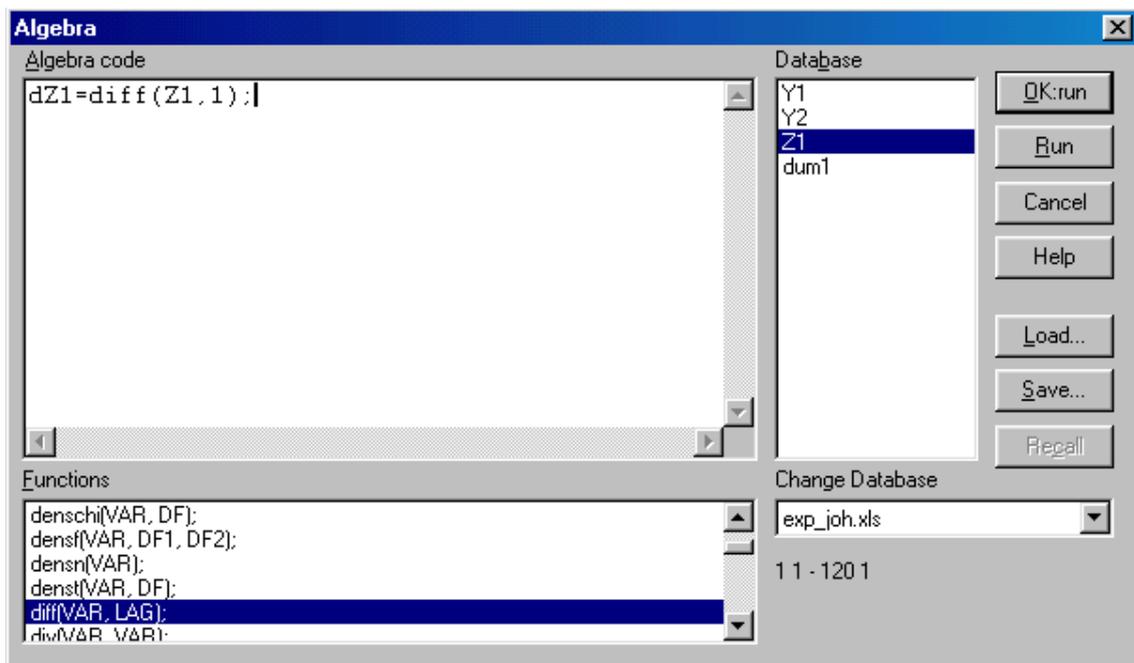
exógenas presentes no modelo, não pertencentes ao espaço de cointegração; note-se que podem ser eliminados do modelo alguns dos defasamentos (ou mesmo o valor corrente) destas variáveis; note-se ainda que as variáveis determinísticas estarão aqui incluídas (normalmente sem defasamentos).

Suponhamos que formulávamos o seguinte modelo:

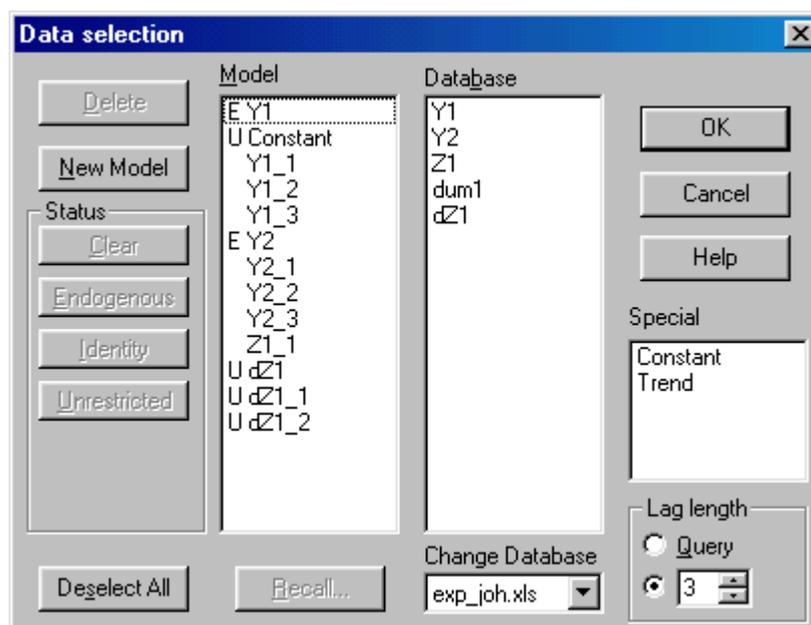


Com esta especificação, o modelo terá duas variáveis endógenas (Y1 e Y2), uma constante não fazendo parte do vector de cointegração e quatro variáveis exógenas restringidas ao vector de cointegração (Z1 e os seus três primeiros desfasamentos). Naturalmente, este não será um modelo usual. O mais usual será um modelo em que o primeiro desfasamento da variável exógena Z1 ($Z_{1,t-1}$) aparece no termo de correcção do erro e o valor corrente ($\Delta Z_{1,t}$), o primeiro ($\Delta Z_{1,t-1}$) e o segundo ($\Delta Z_{1,t-2}$) desfasamento da primeira diferença de Z1 aparecem na relação de curto prazo (este modelo corresponde àquele que é estimado pelo CATS).

Para isso, precisamos de definir uma nova variável (dZ1) que será igual à primeira diferença da variável Z1. Isto pode ser feito no écran “Algebra Editor” da seguinte forma:



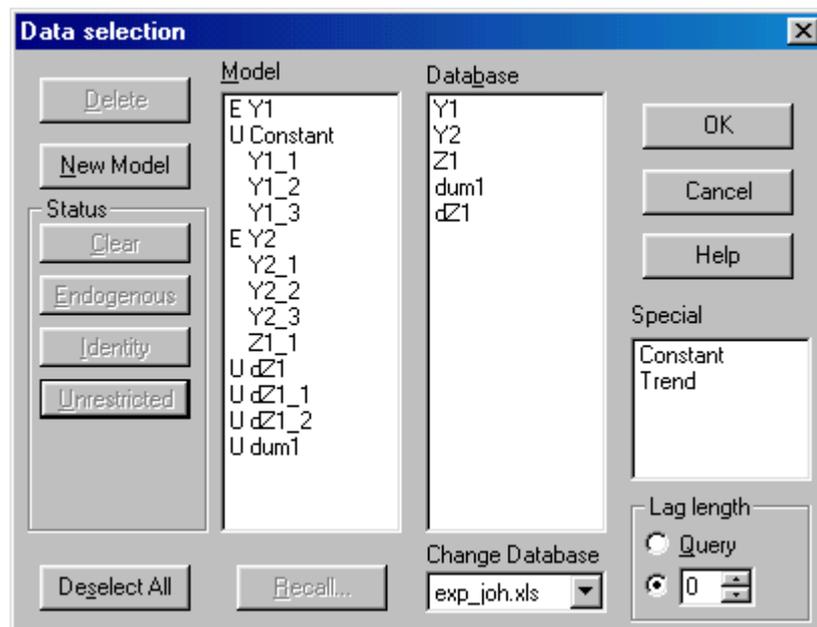
O modelo será então formulado do seguinte modo:



Este modelo corresponde ao modelo estimado pelo CATS com as linhas de execução:

```
@cats( exo, lags= 3, dettrend= drift)
# Y1 Y2
# Z1
```

Se quisermos incluir uma variável muda ou outra variável não pertencente ao vector de cointegração, por exemplo “dum1”, formularemos o seguinte modelo:



As linhas de execução correspondentes no CATS são:

```
@cats( exo, dum, lags= 3, dettrend= drift)
# Y1 Y2
# Z1
# dum1
```

É conveniente chamar a atenção do leitor para o seguinte: o output inicial do programa CATS mostra os vectores de cointegração não normalizados, enquanto que o PCFIML normaliza automaticamente esses vectores. Ou seja, no caso do PCFIML, o coeficiente da *n-ésima* variável endógena no *n-ésimo* vector de cointegração é igual à unidade. Para obtermos a mesma normalização com o programa CATS, basta seleccionar a primeira opção no menu do CATS (“Rank of pi”), escolher 2 vectores de cointegração (no nosso exemplo, uma vez que temos duas variáveis endógenas), escolher a primeira variável para normalizar o primeiro vector de cointegração e a segunda variável para o segundo vector.

4. EVIEWS

4.1. Apresentação

Tal como o PCFIML, o programa EVIEWS proporciona ao utilizador a possibilidade de escolher o que deseja fazer através das diferentes opções existentes em vários menus. No entanto, os menus apresentados, apesar de manterem a designação, variam conforme a situação, o que, para os novos utilizadores, poderá ser algo confuso.

Na realidade, o programa funciona com base em “janelas” (*workfile*, *group*, *VAR*, etc.), cada uma das quais permite ao utilizador realizar um certo número de operações. Por exemplo, na janela de um *group* (grupo de séries) podemos, entre outras coisas, fazer gráficos das séries, calcular características numéricas das séries, calcular correlações/covariâncias, ou testar a hipótese de cointegração dessas séries.

Ao contrário dos outros procedimentos, o EVIEWS não oferece nos seus *menus* uma análise automática detalhada dos modelos de cointegração.

4.2. O Modelo Estimado pelo EVIEWS

O programa EVIEWS permite a estimação de modelos na seguinte forma:

$$\Delta Y_t = \Pi \cdot Y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \Gamma_i \Delta Y_{t-i} + \Phi \cdot D_t + e_t$$

onde:

- $Y_t = \begin{bmatrix} y_{1,t} \\ \dots \\ y_{n,t} \end{bmatrix}$ é um vector com os valores no período t das n variáveis

endógenas presentes no modelo;

- $\Delta Y_{t-i} = \begin{bmatrix} y_{1,t-i} - y_{1,t-i-1} \\ \dots \\ y_{n,t-i} - y_{n,t-i-1} \end{bmatrix}$ é um vector com os valores no período $t-i$ da

primeira diferença das n variáveis endógenas presentes no modelo;

- $D_t = \begin{bmatrix} d_{1,t} \\ \dots \\ d_{m,t} \end{bmatrix}$ é um vector com os valores no período t das m variáveis mudas

ou exógenas estacionárias presentes no modelo, isto é, sem lugar no vector de cointegração, mas eventualmente importantes na explicação da dinâmica de curto prazo.

Note-se que neste modelo as variáveis exógenas estão obrigatoriamente excluídas do vector de cointegração. Isto é, o modelo correspondente no CATS não poderia incluir a opção “exo”. No caso do PCFIML, todas as variáveis, à excepção dos

desfasamentos, teriam que estar assinaladas por um “U” (“unrestricted”), ou por um “E” (“endogenous”). Por outro lado, o programa EVIEWS não possibilita a estimação do modelo na hipótese de o número de vectores de cointegração ser igual ao número de variáveis endógenas (situação em que todas as variáveis seriam estacionárias e, por consequência, não faria sentido falar em cointegração). Isto implica que, no nosso exemplo com duas variáveis endógenas, o resultado da estimação do modelo mostre apenas um vector de cointegração. Este vector será o mesmo que se obterá no CATS seleccionando a opção “Rank of pi”, escolhendo um vector de cointegração e normalizando esse vector em relação à primeira variável endógena. No PCFIML, esse vector de cointegração será obtido da seguinte forma: aquando da estimação do modelo, escolher a opção “Restricted Cointegration Analysis”; em seguida, atribuir o valor um ao parâmetro “Cointegrating Rank”; finalmente, estimar o modelo sem impor mais restrições.

5. Conclusão

Após esta breve exposição da lógica subjacente à estimação de vectores de cointegração com os programas CATS in RATS, PCFIML e EVIEWS, terminamos realçando alguns aspectos que nos parecem mais importantes.

O método de estimação dos vectores de cointegração é idêntico nos três programas, isto é, um modelo exactamente igual dará origem a resultados exactamente iguais (à parte arredondamentos) qualquer que seja o programa utilizado. As dificuldades referidas no início do nosso texto resultam da forma de especificação do modelo, que é diferente nos três casos, e que pode levar a enganos, ou seja, pode levar à especificação, involuntária, de modelos diferentes, com a consequente obtenção de resultados também diferentes.

Quando o modelo a estimar inclui variáveis exógenas no vector de cointegração, o programa PCFIML revela-se mais flexível, uma vez que permite que a escolha dos desfasamentos dessas variáveis exógenas que aparecerão na dinâmica de curto prazo. Ao invés, o programa EVIEWS não possibilita a estimação de vectores de cointegração nos quais estejam presentes variáveis exógenas. Por seu turno, o procedimento CATS obriga a que na dinâmica de curto prazo apareçam o valor corrente da primeira diferença da variável exógena e um número de desfasamentos dessa primeira diferença igual ao definido para as variáveis endógenas.

Se este último modelo, em que todas as variáveis (endógenas e exógenas) aparecem com o mesmo número de defasamentos, for o modelo pretendido pelo utilizador, será mais simples recorrer ao procedimento CATS para a sua estimação. Porém, tal como dissemos, o programa PCFIML permite uma maior flexibilidade.

6. Referências Bibliográficas

Doornik, Jurgen A., e David F. Hendry (1997), *Modelling Dynamic Systems Using PcFiml 9 for Windows*, Timberlake Consulting.

Hansen, Henrik, e Katarina Juselius (1995), *CATS in RATS. Cointegration Analysis of Time Series*, Estima.

Johansen, Søren (1995), *Likelihood-Based Inference in Cointegrated Vector Autoregressive Models*, Advanced Texts in Econometrics, Oxford University Press.

ESTUDOS DO G.E.M.F.

1999

- Nº. 9 *Nota sobre a Estimação de Vectores de Cointegração com os Programas CATS in RATS, PCFIML e EVIEWS*
- Pedro Miguel Avelino Bação
- Nº. 8 *A Abertura do Mercado de Telecomunicações Celulares ao Terceiro Operador: Uma Decisão Racional?*
- Carlos Carreira
- Nº. 7 *Is Portugal Really so Arteriosclerotic? Results from a Cross-Country Analysis of Labour Adjustment*
- John T. Addison e Paulino Teixeira
- Nº. 6 *The Effect of Dismissals Protection on Employment: More on a Vexed Theme*
- John T. Addison, Paulino Teixeira e Jean-Luc Grosso
- Nº. 5 *A Cobertura Estática e Dinâmica através do Contrato de Futuros PSI-20. Estimação das Rácios e Eficácia Ex Post e Ex Ante*
- Helder Miguel C. V. Sebastião
- Nº. 4 *Mobilização de Poupança, Financiamento e Internacionalização de Carteiras*
- João Sousa Andrade
- Nº. 3 *Natural Resources and Environment*
- Adelaide Duarte
- Nº. 2 *L'Analyse Positive de la Politique Monétaire*
- Chistian Aubin
- Nº. 1 *Economias de Escala e de Gama nos Hospitais Públicos Portugueses: Uma Aplicação da Função de Custo Variável Translog*
- Carlos Carreira

1998

- Nº. 11 *Equilíbrio Monetário no Longo e Curto Prazos - Uma Aplicação à Economia Portuguesa*
- João Sousa Andrade
- Nº. 10 *Algumas Observações Sobre o Método da Economia*
- João Sousa Andrade
- Nº. 9 *Mudança Tecnológica na Indústria Transformadora: Que Tipo de Viés Afinal?*
- Paulino Teixeira
- Nº. 8 *Portfolio Insurance and Bond Management in a Vasicek's Term Structure of Interest Rates*
- José Alberto Soares da Fonseca
- Nº. 7 *Financial Innovation and Money Demand in Portugal: A Preliminary Study*
- Pedro Miguel Avelino Bação
- Nº. 6 *The Stability Pact and Portuguese Fiscal Policy: the Application of a VAR Model*
- Carlos Fonseca Marinheiro

- Nº. 5 *A Moeda Única e o Processo de Difusão da Base Monetária*
- José Alberto Soares da Fonseca
- Nº. 4 *La Structure par Termes et la Volatilité des Taux d'intérêt LISBOR*
- José Alberto Soares da Fonseca
- Nº. 3 *Regras de Comportamento e Reformas Monetárias no Novo SMI*
- João Sousa Andrade
- Nº. 2 *Um Estudo da Flexibilidade dos Salários: o Caso Espanhol e Português*
- Adelaide Duarte e João Sousa Andrade
- Nº. 1 *Moeda Única e Internacionalização: Apresentação do Tema*
- João Sousa Andrade

1997

- Nº. 9 *Inovação e Aplicações Financeiras em Portugal*
- Pedro Miguel Avelino Bação
- Nº. 8 *Estudo do Efeito Liquidez Aplicado à Economia Portuguesa*
- João Sousa Andrade
- Nº. 7 *An Introduction to Conditional Expectations and Stationarity*
- Rui Manuel de Almeida
- Nº. 6 *Definição de Moeda e Efeito Berlusconi*
- João Sousa Andrade
- Nº. 5 *A Estimação do Risco na Escolha dos Portafólios: Uma Visão Selectiva*
- António Alberto Ferreira dos Santos
- Nº. 4 *A Previsão Não Paramétrica de Taxas de Rentabilidade*
- Pedro Manuel Cortesão Godinho
- Nº. 3 *Propriedades Assimptóticas de Densidades*
- Rui Manuel de Almeida
- Nº. 2 *Co-Integration and VAR Analysis of the Term Structure of Interest Rates: an empirical study of the Portuguese money and bond markets*
- João Sousa Andrade e José Soares da Fonseca
- Nº. 1 *Repartição e Capitalização. Duas Modalidades Complementares de Financiamento das Reformas*
- Maria Clara Murteira

1996

- Nº. 8 *A Crise e o Ressurgimento do Sistema Monetário Europeu*
- Luis Manuel de Aguiar Dias
- Nº. 7 *Housing Shortage and Housing Investment in Portugal a Preliminary View*
- Vítor Neves
- Nº. 6 *Housing, Mortgage Finance and the British Economy*
- Kenneth Gibb e Nile Istephan

- Nº. 5 *The Social Policy of The European Community, Reporting Information to Employees, a U.K. perspective: Historical Analysis and Prognosis*
- Ken Shackleton
- Nº. 4 *O Teorema da Equivalência Ricardiana: aplicação à economia portuguesa*
- Carlos Fonseca Marinheiro
- Nº. 3 *O Teorema da Equivalência Ricardiana: discussão teórica*
- Carlos Fonseca Marinheiro
- Nº. 2 *As taxas de juro no MMI e a Restrição das Reservas Obrigatórias dos Bancos*
- Fátima Assunção Sol e José Alberto Soares da Fonseca
- Nº. 1 *Uma Análise de Curto Prazo do Consumo, do Produto e dos Salários*
- João Sousa Andrade