

# Econometria de Séries Temporais

## O VAR estrutural (SVAR)

---

João Ricardo Costa Filho

*"The most important questions of life are, for the most part, really only problems in probability."*

Laplace (1812)

*"In God we trust. All others must bring data."*

William Edwards Deming

# O problema de identificação

## O problema de identificação

- Sabemos que não conseguimos identificar todos os parâmetros de um modelo estrutural sem restrições adicionais (Bueno 2012).

## O problema de identificação

- Sabemos que não conseguimos identificar todos os parâmetros de um modelo estrutural sem restrições adicionais (Bueno 2012).
- O que podemos fazer?

## O problema de identificação

- Sabemos que não conseguimos identificar todos os parâmetros de um modelo estrutural sem restrições adicionais (Bueno 2012).
- O que podemos fazer?
  - Restrições de curto prazo por meio da identificação recursiva (decomposição de Cholesky) (Sims 1980; Olivier Jean Blanchard 1989; christiano1999monetary; Bjørnland 2009).

## O problema de identificação

- Sabemos que não conseguimos identificar todos os parâmetros de um modelo estrutural sem restrições adicionais (Bueno 2012).
- O que podemos fazer?
  - Restrições de curto prazo por meio da identificação recursiva (decomposição de Cholesky) (Sims 1980; Olivier Jean Blanchard 1989; christiano1999monetary; Bjørnland 2009).
  - Restrições de curto prazo com ajuda da literatura (teoria + evidência empírica).

## O problema de identificação

- Sabemos que não conseguimos identificar todos os parâmetros de um modelo estrutural sem restrições adicionais (Bueno 2012).
- O que podemos fazer?
  - Restrições de curto prazo por meio da identificação recursiva (decomposição de Cholesky) (Sims 1980; Olivier Jean Blanchard 1989; christiano1999monetary; Bjørnland 2009).
  - Restrições de curto prazo com ajuda da literatura (teoria + evidência empírica).
  - Restrições de longo prazo (Olivier J Blanchard and Quah 1989; Gali 1999).



## O problema de identificação

- Sabemos que não conseguimos identificar todos os parâmetros de um modelo estrutural sem restrições adicionais (Bueno 2012).
- O que podemos fazer?
  - Restrições de curto prazo por meio da identificação recursiva (decomposição de Cholesky) (Sims 1980; Olivier Jean Blanchard 1989; christiano1999monetary; Bjørnland 2009).
  - Restrições de curto prazo com ajuda da literatura (teoria + evidência empírica).
  - Restrições de longo prazo (Olivier J Blanchard and Quah 1989; Gali 1999).
  - Restrições de sinais (Uhlig 2005).

## O problema de identificação

- Sabemos que não conseguimos identificar todos os parâmetros de um modelo estrutural sem restrições adicionais (Bueno 2012).
- O que podemos fazer?
  - Restrições de curto prazo por meio da identificação recursiva (decomposição de Cholesky) (Sims 1980; Olivier Jean Blanchard 1989; christiano1999monetary; Bjørnland 2009).
  - Restrições de curto prazo com ajuda da literatura (teoria + evidência empírica).
  - Restrições de longo prazo (Olivier J Blanchard and Quah 1989; Gali 1999).
  - Restrições de sinais (Uhlig 2005).
  - Instrumentos externos.

## O problema de identificação

- Sabemos que não conseguimos identificar todos os parâmetros de um modelo estrutural sem restrições adicionais (Bueno 2012).
- O que podemos fazer?
  - Restrições de curto prazo por meio da identificação recursiva (decomposição de Cholesky) (Sims 1980; Olivier Jean Blanchard 1989; christiano1999monetary; Bjørnland 2009).
  - Restrições de curto prazo com ajuda da literatura (teoria + evidência empírica).
  - Restrições de longo prazo (Olivier J Blanchard and Quah 1989; Gali 1999).
  - Restrições de sinais (Uhlig 2005).
  - Instrumentos externos.
  - Combinar restrições de sinais com instrumentos externos.

## O problema de identificação

- Sabemos que não conseguimos identificar todos os parâmetros de um modelo estrutural sem restrições adicionais (Bueno 2012).
- O que podemos fazer?
  - Restrições de curto prazo por meio da identificação recursiva (decomposição de Cholesky) (Sims 1980; Olivier Jean Blanchard 1989; christiano1999monetary; Bjørnland 2009).
  - Restrições de curto prazo com ajuda da literatura (teoria + evidência empírica).
  - Restrições de longo prazo (Olivier J Blanchard and Quah 1989; Gali 1999).
  - Restrições de sinais (Uhlig 2005).
  - Instrumentos externos.
  - Combinar restrições de sinais com instrumentos externos.
  - Narrativas.

## O problema de identificação

- Sabemos que não conseguimos identificar todos os parâmetros de um modelo estrutural sem restrições adicionais (Bueno 2012).
- O que podemos fazer?
  - Restrições de curto prazo por meio da identificação recursiva (decomposição de Cholesky) (Sims 1980; Olivier Jean Blanchard 1989; christiano1999monetary; Bjørnland 2009).
  - Restrições de curto prazo com ajuda da literatura (teoria + evidência empírica).
  - Restrições de longo prazo (Olivier J Blanchard and Quah 1989; Gali 1999).
  - Restrições de sinais (Uhlig 2005).
  - Instrumentos externos.
  - Combinar restrições de sinais com instrumentos externos.
  - Narrativas.
  - ⋮

## Restrições de longo prazo

---

## VAR(1)

Seja  $X_t$  um vetor  $n \times 1$  com  $n$  variáveis **endógenas** tal que:

## VAR(1)

Seja  $X_t$  um vetor  $n \times 1$  com  $n$  variáveis **endógenas** tal que:

$$AX_t = B_0 + B_i X_{t-i} + B\varepsilon_t.$$



Seja  $X_t$  um vetor  $n \times 1$  com  $n$  variáveis **endógenas** tal que:

$$AX_t = B_0 + B_1X_{t-1} + B_2X_{t-2} + \dots + B_pX_{t-p} + B_{\varepsilon_t}.$$

onde  $A$  é uma matriz  $n \times n$  de restrições contemporâneas,

## VAR(1)

Seja  $X_t$  um vetor  $n \times 1$  com  $n$  variáveis **endógenas** tal que:

$$AX_t = B_0 + B_1X_{t-1} + B_2X_{t-2} + \dots + B_pX_{t-p} + B_{\varepsilon_t}.$$

onde  $A$  é uma matriz  $n \times n$  de restrições contemporâneas,  $B_0$  é um vetor  $n \times 1$  de constantes,

## VAR(1)

Seja  $X_t$  um vetor  $n \times 1$  com  $n$  variáveis **endógenas** tal que:

$$AX_t = B_0 + B_i X_{t-i} + B\varepsilon_t.$$

onde  $A$  é uma matriz  $n \times n$  de restrições contemporâneas,  $B_0$  é um vetor  $n \times 1$  de constantes,  $B_i$  é a matriz  $n \times n$  da  $i$ -ésima defasagem

## VAR(1)

Seja  $X_t$  um vetor  $n \times 1$  com  $n$  variáveis **endógenas** tal que:

$$AX_t = B_0 + B_i X_{t-i} + B\varepsilon_t.$$

onde  $A$  é uma matriz  $n \times n$  de restrições contemporâneas,  $B_0$  é um vetor  $n \times 1$  de constantes,  $B_i$  é a matriz  $n \times n$  da  $i$ -ésima defasagem e  $\varepsilon_t$  é um vetor  $n \times 1$  de termos-erro tal que  $\varepsilon_t \sim i.i.d. (0; I_n)$  de um VAR de ordem  $p$  (Bueno 2012).

# Funções impulso-resposta

## Funções impulso-resposta

Se os autovalores do polinômio  $1 - \sum_{i=1}^p \Phi_i L^i$  estiverem **fora** do círculo unitário, podemos utilizar a decomposição de Wold e rescrever o modelo como um VMA( $\infty$ ).

$$X_t = \mu + \sum_{j=0}^{\infty} \Phi_1^j e_{t-j}.$$

## Funções impulso-resposta

Se os autovalores do polinômio  $I - \sum_{i=1}^p \Phi_i L^i$  estiverem **fora** do círculo unitário, podemos utilizar a decomposição de Wold e rescrever o modelo como um VMA( $\infty$ ).

$$X_t = \mu + \sum_{j=0}^{\infty} \Phi_1^j e_{t-j}.$$

Defina  $C_j = \Phi_1^j B$ .

## Funções impulso-resposta

Se os autovalores do polinômio  $I - \sum_{i=1}^p \Phi_i L^i$  estiverem **fora** do círculo unitário, podemos utilizar a decomposição de Wold e rescrever o modelo como um VMA( $\infty$ ).

$$X_t = \mu + \sum_{j=0}^{\infty} \Phi_1^j e_{t-j}.$$

Defina  $C_j = \Phi_1^j B$ . Assim, temos:



## Funções impulso-resposta

Se os autovalores do polinômio  $1 - \sum_{i=1}^p \Phi_i L^i$  estiverem **fora** do círculo unitário, podemos utilizar a decomposição de Wold e rescrever o modelo como um VMA( $\infty$ ).

$$X_t = \mu + \sum_{j=0}^{\infty} \Phi_1^j e_{t-j}.$$

Defina  $C_j = \Phi_1^j B$ . Assim, temos:

$$X_t = \mu + \sum_{j=0}^{\infty} C_j \varepsilon_{t-j}.$$

# Funções impulso-resposta

## Funções impulso-resposta

Trabalhemos com  $n = 2$ :

## Funções impulso-resposta

Trabalhemos com  $n = 2$ :

$$\begin{bmatrix} y_t \\ z_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mu_y \\ \mu_z \end{bmatrix} + \sum_{j=0}^{\infty} \begin{bmatrix} c_{11,j} & c_{12,j} \\ c_{21,j} & c_{22,j} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_{yt-j} \\ \varepsilon_{zt-j} \end{bmatrix}$$

## Funções impulso-resposta

Trabalhemos com  $n = 2$ :

$$\begin{bmatrix} y_t \\ z_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mu_y \\ \mu_z \end{bmatrix} + \sum_{j=0}^{\infty} \begin{bmatrix} c_{11,j} & c_{12,j} \\ c_{21,j} & c_{22,j} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_{yt-j} \\ \varepsilon_{zt-j} \end{bmatrix}$$

Qual é  $\frac{\partial y_t}{\partial \varepsilon_{yt}}$ ?

## Funções impulso-resposta

Trabalhemos com  $n = 2$ :

$$\begin{bmatrix} y_t \\ z_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mu_y \\ \mu_z \end{bmatrix} + \sum_{j=0}^{\infty} \begin{bmatrix} c_{11,j} & c_{12,j} \\ c_{21,j} & c_{22,j} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_{yt-j} \\ \varepsilon_{zt-j} \end{bmatrix}$$

Qual é  $\frac{\partial y_t}{\partial \varepsilon_{yt}}$ ? Para que os choques em  $y_t$  não tenham efeito de longo prazo, precisamos impor:

## Funções impulso-resposta

Trabalhemos com  $n = 2$ :

$$\begin{bmatrix} y_t \\ z_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mu_y \\ \mu_z \end{bmatrix} + \sum_{j=0}^{\infty} \begin{bmatrix} c_{11,j} & c_{12,j} \\ c_{21,j} & c_{22,j} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_{yt-j} \\ \varepsilon_{zt-j} \end{bmatrix}$$

Qual é  $\frac{\partial y_t}{\partial \varepsilon_{yt}}$ ? Para que os choques em  $y_t$  não tenham efeito de longo prazo, precisamos impor:

$$\sum_{j=0}^{\infty} c_{11,j} = 0$$

**Olivier J Blanchard and Quah (1989)**

---



## Os efeitos dinâmicos dos choques de oferta e de demanda

- O que gera flutuações na taxa de crescimento do PIB ( $\Delta y_t$ ) e na taxa de desemprego ( $U_t$ )?

## Os efeitos dinâmicos dos choques de oferta e de demanda

- O que gera flutuações na taxa de crescimento do PIB ( $\Delta y_t$ ) e na taxa de desemprego ( $U_t$ )?
  - Dois tipos de choques:

## Os efeitos dinâmicos dos choques de oferta e de demanda

- O que gera flutuações na taxa de crescimento do PIB ( $\Delta y_t$ ) e na taxa de desemprego ( $U_t$ )?
  - Dois tipos de choques: (i) choques com efeitos permanentes no produto

## Os efeitos dinâmicos dos choques de oferta e de demanda

- O que gera flutuações na taxa de crescimento do PIB ( $\Delta y_t$ ) e na taxa de desemprego ( $U_t$ )?
  - Dois tipos de choques: (i) choques com efeitos permanentes no produto e (ii) choques com efeitos transitórios.

## Os efeitos dinâmicos dos choques de oferta e de demanda

- O que gera flutuações na taxa de crescimento do PIB ( $\Delta y_t$ ) e na taxa de desemprego ( $U_t$ )?
  - Dois tipos de choques: (i) choques com efeitos permanentes no produto e (ii) choques com efeitos transitórios.
  - Olivier J Blanchard and Quah (1989) interpretam os choques efeitos permanentes no produto como choques de **oferta** ( $\varepsilon_t^s$ ).

## Os efeitos dinâmicos dos choques de oferta e de demanda

- O que gera flutuações na taxa de crescimento do PIB ( $\Delta y_t$ ) e na taxa de desemprego ( $U_t$ )?
  - Dois tipos de choques: (i) choques com efeitos permanentes no produto e (ii) choques com efeitos transitórios.
  - Olivier J Blanchard and Quah (1989) interpretam os choques efeitos permanentes no produto como choques de **oferta** ( $\varepsilon_t^s$ ). E os choques com efeitos transitórios no produto como choques de **demanda** ( $\varepsilon_t^d$ ).

# Os efeitos dinâmicos dos choques de oferta e de demanda

- O que gera flutuações na taxa de crescimento do PIB ( $\Delta y_t$ ) e na taxa de desemprego ( $U_t$ )?
  - Dois tipos de choques: (i) choques com efeitos permanentes no produto e (ii) choques com efeitos transitórios.
  - Olivier J Blanchard and Quah (1989) interpretam os choques efeitos permanentes no produto como choques de **oferta** ( $\varepsilon_t^s$ ). E os choques com efeitos transitórios no produto como choques de **demanda** ( $\varepsilon_t^d$ ).
  - Ou seja, no longo prazo, apenas os choques de oferta afetam o PIB.

## Os efeitos dinâmicos dos choques de oferta e de demanda

- O que gera flutuações na taxa de crescimento do PIB ( $\Delta y_t$ ) e na taxa de desemprego ( $U_t$ )?
  - Dois tipos de choques: (i) choques com efeitos permanentes no produto e (ii) choques com efeitos transitórios.
  - Olivier J Blanchard and Quah (1989) interpretam os choques efeitos permanentes no produto como choques de **oferta** ( $\varepsilon_t^s$ ). E os choques com efeitos transitórios no produto como choques de **demanda** ( $\varepsilon_t^d$ ).
  - Ou seja, no longo prazo, apenas os choques de oferta afetam o PIB. Podemos utilizar isso para identificar o VAR!



## Os efeitos dinâmicos dos choques de oferta e de demanda

- Os autores ressaltam que a sua decomposição funciona mesmo em economias com choques de demanda permanentes, desde que os seus efeitos sejam pequenos em relação aos efeitos dos choques de oferta.

## Outros exemplos de restrições de longo prazo

## Outros exemplos de restrições de longo prazo

- Neutralidade da moeda:

## Outros exemplos de restrições de longo prazo

- Neutralidade da moeda: choques no estoque de moeda não possuem efeito de longo prazo no PIB).

## Outros exemplos de restrições de longo prazo

- Neutralidade da moeda: choques no estoque de moeda não possuem efeito de longo prazo no PIB).
- Curva de Phillips vertical:

## Outros exemplos de restrições de longo prazo

- Neutralidade da moeda: choques no estoque de moeda não possuem efeito de longo prazo no PIB).
- Curva de Phillips vertical: choques inflacionários não possuem efeito de longo prazo na taxa de desemprego.

## Outros exemplos de restrições de longo prazo

- Neutralidade da moeda: choques no estoque de moeda não possuem efeito de longo prazo no PIB).
- Curva de Phillips vertical: choques inflacionários não possuem efeito de longo prazo na taxa de desemprego.
- Efeito Fisher:

## Outros exemplos de restrições de longo prazo

- Neutralidade da moeda: choques no estoque de moeda não possuem efeito de longo prazo no PIB).
- Curva de Phillips vertical: choques inflacionários não possuem efeito de longo prazo na taxa de desemprego.
- Efeito Fisher: choques inflacionários não possuem efeito de longo prazo na taxa de juros real.



Vamos aos dados!

Leia os **livros** e os **artigos**, não  
fique só com os slides!!!!

## Referências

Bjørnland, Hilde C. 2009. "Monetary Policy and Exchange Rate Overshooting: Dornbusch Was Right After All." *Journal of International Economics* 79 (1): 64–77.

Blanchard, Olivier Jean. 1989. "A Traditional Interpretation of Macroeconomic Fluctuations." *The American Economic Review*, 1146–64.

Blanchard, Olivier J, and Danny Quah. 1989. "The Dynamic Effects of Aggregate Demand and Supply Disturbances." *The American Economic Review* 79: 655–73.

Bueno, Rodrigo De Losso da Silveira. 2012. *Econometria de Séries Temporais*. Cengage Learning.

Gali, Jordi. 1999. "Technology, Employment, and the Business Cycle: Do Technology Shocks Explain Aggregate Fluctuations?"