Macroeconomic Shocks and Their Propagation - V.A. Ramey

2. METHODS FOR IDENTIFYING SHOCKS AND ESTIMATING IMPULSE RESPONSES

Gabriel Cintra
Florianópolis, Novembro 2024
UDESC - ESAG.

Agenda

O que é um choque?

Um **choque** deve ser uma força primitiva exógena, **representativa economicamente**, e que:

1. **Seja exógeno** em relação às variáveis endógenas do modelo (atuais e defasadas);
2. **Não seja correlacionado** com outros choques exógenos;
3. **Represente movimentos inesperados** em variáveis exógenas.

Essas características são essenciais para identificar efeitos causais únicos.

Choques primitivos vs. respostas endógenas

- Choques primitivos podem afetar diretamente várias equações do sistema.
- Exemplo: Um evento geopolítico (choque primitivo) pode levar a:
    - Guerra (impacto econômico direto);
    - Respostas endógenas de políticas fiscal e monetária.

⚠️ Choques correlacionados, como políticas fiscal e monetária reagindo ao mesmo evento, **não são choques primitivos**, mas respostas endógenas ao choque.

Modelo Estrutural Simples

O modelo estrutural descreve as relações econômicas fundamentais entre três variáveis:

- τ_t: Impostos.
- g_t: Gastos do governo.
- y_t: PIB.

As relações estruturais são descritas por:

$$
\begin{aligned}
\tau_t &= b_{\tau g} g_t + b_{\tau y} y_t + \varepsilon_{\tau t}, \\
g_t &= b_{g\tau} \tau_t + b_{gy} y_t + \varepsilon_{gt}, \\
y_t &= b_{y\tau} \tau_t + b_{yg} g_t + \varepsilon_{yt}.
\end{aligned}
$$

Choques Estruturais

- Os coeficientes b_{ij} representam como uma variável afeta outra.
- Os choques estruturais são:
    - $\varepsilon_{\tau t}$: Choque em impostos.
    - ε_{gt}: Choque em gastos.
    - ε_{yt}: Choque no PIB.

Esses choques têm as seguintes características:

1. **Exógenos**: Não são influenciados pelas variáveis endógenas do sistema.
2. **Não correlacionados**: São estatisticamente independentes entre si.

Problema de Identificação

Os coeficientes b_{ij} e os choques estruturais ε_t **não podem ser identificados diretamente** porque:

1. As variáveis endógenas (τ_t, g_t, y_t) **interagem simultaneamente**.
2. O impacto contemporâneo de cada variável sobre as outras é confuso devido à **correlação mútua**.

Exemplo:

- Se o PIB (y_t) aumenta, os impostos (τ_t) e os gastos (g_t) podem mudar simultaneamente.
- É difícil determinar:
  - Se essas mudanças são causadas por **choques exógenos** $(\varepsilon_{\tau t}, \varepsilon_{gt})$.
  - Ou se são resultado de **interações endógenas** entre as variáveis.

Modelo Dinâmico com Defasagens

Para resolver o problema de identificação, o modelo é ampliado para incluir uma **dinâmica temporal**: As variáveis de hoje dependem das variáveis passadas e dos choques exógenos.

As variáveis econômicas frequentemente não respondem **imediatamente** a choques exógenos. Exemplos:

- Um aumento na **taxa de juros** hoje pode levar meses para afetar o **PIB** e a **inflação**.
- Uma mudança no **gasto público** pode demorar vários trimestres para impactar a **produção**.

O **modelo dinâmico com defasagens** reflete essa realidade, permitindo que os efeitos dos choques sejam distribuídos ao longo do tempo.

Modelo Estrutural dinâmico

O modelo estrutural dinâmico pode ser representado na forma:

$$Y_t = B(L)Y_t + \Omega\varepsilon_t,$$

onde:

- Y_t: **Vetor das variáveis** endógenas. Ex: $[\tau_t, g_t, y_t]'$: (impostos, gastos e PIB).
- $B(L)$: **Polinômio de defasagens** que descreve as interações passadas: $B_0, B_1, \ldots, B_p$
- Ω: **Matriz de impacto contemporâneo** dos choques estruturais ε_t, define quais variáveis cada choque irá influenciar.

Modelo Estrutural dinâmico

Dado:

$$Y_t = B(L)Y_t + \Omega\varepsilon_t,$$

Para um modelo de primeira ordem:

$$B(L) = B_0 + B_1 L$$

Substituindo explicitamente as defasagens no modelo, temos:

$$Y_t = B_0 Y_t + B_1 Y_{t-1} + \Omega\varepsilon_t$$

Reorganizando o Modelo

Reorganizando para evidenciar Y_t:

$$Y_t = B_0 Y_t + B_1 Y_{t-1} + \Omega \varepsilon_t$$

$$(I - B_0) Y_t = B_1 Y_{t-1} + \Omega \varepsilon_t$$

Finalmente, resolvendo para Y_t:

$$Y_t = B_1 (I - B_0)^{-1} Y_{t-1} + \Omega (I - B_0)^{-1} \varepsilon_t$$

Modelo na forma reduzida

$$Y_t = B_1(I - B_0)^{-1}Y_{t-1} + \Omega(I - B_0)^{-1}\varepsilon_t$$

Forma reduzida:

$$Y_t = A_1 Y_{t-1} + H\varepsilon_t$$

- $A_1 = B_1(I - B_0)^{-1}$: Coeficientes reduzidos associados às variáveis defasadas.
- $H = \Omega(I - B_0)^{-1}$: Matriz de impacto dos choques estruturais.

Este modelo fornece uma base para estimar os efeitos das defasagens e identificar os choques estruturais (ε_t).

Proposta de Valores para B_0, B_1 e Ω

Para o exemplo econômico com PIB (Y_{1t}) e Taxa de Juros (Y_{2t}), definimos o vetor de variáveis endógenas como:

$$Y_t = \begin{bmatrix} Y_{1t} \\ Y_{2t} \end{bmatrix}.$$

Proposta de valores:

$$B_0 = \begin{bmatrix} 0 & -0.2 \\ 0.1 & 0 \end{bmatrix}, \quad B_1 = \begin{bmatrix} 0.4 & 0 \\ 0 & 0.3 \end{bmatrix}, \quad \Omega = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0.2 & 1 \end{bmatrix}.$$

Interpretação dos Valores

Proposta de valores:

$$B_0 = \begin{bmatrix} 0 & -0.2 \\ 0.1 & 0 \end{bmatrix}, \quad B_1 = \begin{bmatrix} 0.4 & 0 \\ 0 & 0.3 \end{bmatrix}, \quad \Omega = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0.2 & 1 \end{bmatrix}.$$

- B_0: **Interações contemporâneas**:
  - $b_{12} = -0.2$: Um aumento na Taxa de Juros (Y_{2t}) reduz o PIB (Y_{1t}) contemporaneamente.
  - $b_{21} = 0.1$: O PIB (Y_{1t}) influencia positivamente a Taxa de Juros (Y_{2t}) contemporaneamente.
  - $b_{11} = b_{22} = 0$: Nenhuma variável influencia a si mesma contemporaneamente.

Interpretação dos Valores

Proposta de valores:

$$B_0 = \begin{bmatrix} 0 & -0.2 \\ 0.1 & 0 \end{bmatrix}, \quad B_1 = \begin{bmatrix} 0.4 & 0 \\ 0 & 0.3 \end{bmatrix}, \quad \Omega = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0.2 & 1 \end{bmatrix}.$$

- B_1: **Efeitos defasados**:
  - $b_{11} = 0.4$: O PIB no período anterior ($Y_{1,t-1}$) contribui significativamente para o PIB atual (Y_{1t}).
  - $b_{22} = 0.3$: A Taxa de Juros defasada ($Y_{2,t-1}$) afeta moderadamente a própria taxa no período atual (Y_{2t}).
  - $b_{12} = b_{21} = 0$: Não há efeitos defasados cruzados entre PIB e Taxa de Juros.

Interpretação dos Valores

Proposta de valores:

$$B_0 = \begin{bmatrix} 0 & -0.2 \\ 0.1 & 0 \end{bmatrix}, \quad B_1 = \begin{bmatrix} 0.4 & 0 \\ 0 & 0.3 \end{bmatrix}, \quad \Omega = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0.2 & 1 \end{bmatrix}.$$

- **Ω: Impacto dos choques estruturais (ε_t)**:
  - $\omega_{11} = 1$: Choques no PIB têm impacto direto no PIB.
  - $\omega_{22} = 1$: Choques na Taxa de Juros têm impacto direto na própria taxa.
  - $\omega_{21} = 0.2$: Choques na Taxa de Juros afetam moderadamente o PIB.
  - $\omega_{12} = 0.2$: Choques no PIB não afetam a taxa de juros.

Cálculo de A_1 e H

A forma reduzida do modelo é:

$$Y_t = A_1 Y_{t-1} + H\varepsilon_t,$$

Coeficientes reduzidos A_1:

$$A_1 = B_1(I - B_0)^{-1} = \begin{bmatrix} 0.3922 & -0.0784 \\ 0.0294 & 0.2941 \end{bmatrix}.$$

Matriz de impacto H:

$$H = \Omega(I - B_0)^{-1} = \begin{bmatrix} 0.9804 & -0.1961 \\ 0.2941 & 0.9412 \end{bmatrix}.$$

Valores Propostos para 5 Períodos

Propomos os seguintes valores empíricos para as variáveis endógenas:

Período	PIB (Y_{1t})	Taxa de Juros (Y_{2t})
1	100	5.0
2	102	4.8
3	101	4.9
4	103	5.1
5	104	5.2

Cálculo dos Choques Estruturais

A forma reduzida do modelo é:

$$Y_t = A_1 Y_{t-1} + H\varepsilon_t.$$

Rearranjando para encontrar os choques estruturais:

$$\varepsilon_t = H^{-1}(Y_t - A_1 Y_{t-1}).$$

Resultados:

$$\varepsilon_2 = \begin{bmatrix} 60.73 \\ -18.56 \end{bmatrix}.$$

$$\varepsilon_3 = \begin{bmatrix} 59.02 \\ -17.92 \end{bmatrix}.$$

$$\varepsilon_4 = \begin{bmatrix} 61.36 \\ -18.44 \end{bmatrix}.$$

$$\varepsilon_5 = \begin{bmatrix} 61.58 \\ -18.53 \end{bmatrix}.$$