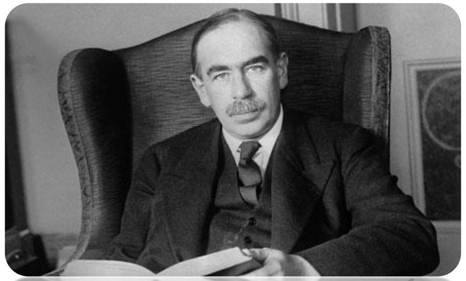
Mini Curso: Modelos Pós-Keynesianos de Abordagem Stock-Flow Consistent – Teoria e Prática

Julio Fernando Costa Santos

Prof. Adjunto do IERI UFU

Doutor em Economia - UFU



Novembro de 2018

Tópicos do Mini Curso

Parte 1 - Teoria

1. Introdução
2. Características
3. Etapas no Desenvolvimento de um Modelo SFC
4. Etapas na Simulação de um Modelo SFC
5. Tópicos na Modelagem SFC
6. Conclusão

Parte 2 – Prática em Laboratório

Introdução

- Ao longo da última década, a modelagem Stock-Flow Consistent (SFC) se tornou a abordagem dominante na escola de modelos macro heterodoxos.

- Essa abordagem já se provou bastante bem sucedida em formular interações complexas entre a **esfera financeira** e a **esfera real** da economia.

- A abordagem SFC tem sua origem nos trabalhos de **James Tobin (Yale "Old School")** e no **Cambridge Economic Policy Group** dirigido por Wynne Godley. O primeiro é o mentor do rigor SFC em modelos e o segundo foi o pioneiro em utilizar essa abordagem para avaliar a estrutura da economia americana e do inglesa dos anos 70 e 80.

Introdução

- No momento, há muitas pesquisas sendo realizadas no campo dos **modelos SFC teóricos**. Isso, em parte, é explicado pelo fato de que modelos SFC são caracterizados por uma alta flexibilidade que os permite serem utilizados para investigar um amplo espectro de temas.

- Também há pesquisa sendo feita em **modelos SFC empíricos**. Todavia, até o momento, esse ramo da literatura SFC encontra muito menos desenvolvido do que o ramo teórico.

- Os modelos SFC são no momento atual vistos como **uma alternativa aos modelos DSGE** (especialmente quando combinados com estruturas "*Agent-Based*").

Introdução

Os objetivos desse minicurso então são:

- Introduzir as características e a metodologia dos modelos SFC. A ênfase, em particular, será dada nos procedimentos necessários para a resolução e simulação de modelos SFC.

- Para apresentar esses tópicos, passaremos por uma miscelânea de assuntos que vão desde onde é possível obter dados reais com a finalidade de simular um modelo, a resolução de estado estacionário e a simulação de modelos teóricos apresentados no livro "Monetary Economics"

Características dos Modelos SFC

1. **Não há buracos negros.**

"Tudo que vem de algum lugar deve ir para algum lugar". Isso é garantido através do uso de duas matrizes: (a) O balanço patrimonial dos setores e (b) a matriz de fluxos de transações.

2. **As esferas reais e financeiras são integradas.**

Seguindo a tradição pós-keynesiana da não neutralidade da moeda e das finanças, os modelos SFC formulam de forma clara vários canais entre o lado real e o lado financeiro da economia.

3. **As equações comportamentais são baseadas em premissas Pós-keynesianas.**

As equações comportamentais são construídas seguindo as teorias pós-keynesinas.

Características dos Modelos SFC

1. **Não há buracos negros.**

Matriz do Balanço Patrimonial dos Setores:

Table 4.1 Balance sheet of Model *PC*

	Households	Production	Government	Central Bank	Σ
Money	$+H$			$-H$	0
Bills	$+B_h$		$-B$	$+B_{cb}$	0
Balance (net worth)	$-V$		$+V$		0
Σ	0		0	0	0

Fonte: Godley e Lavoie (2007)

Características dos Modelos SFC

1. **Não há buracos negros.**

Matriz de Fluxos e Transações

Table 4.2 Transactions-flow matrix of Model *PC*

	Households	Production	Government	Central bank Current	Central bank Capital	Σ
Consumption	$-C$	$+C$				0
Government expenditures		$+G$	$-G$			0
Income = GDP	$+Y$	$-Y$				0
Interest payments	$+r_{-1} \cdot B_{h-1}$		$-r_{-1} \cdot B_{-1}$	$+r_{-1} \cdot B_{cb-1}$		0
Central bank profits			$+r_{-1} \cdot B_{cb-1}$	$-r_{-1} \cdot B_{cb-1}$		0
Taxes	$-T$		$+T$			0
Change in money	$-\Delta H$				$+\Delta H$	0
Change in bills	$-\Delta B_h$		$+\Delta B$		$-\Delta B_{cb}$	0
Σ	0	0	0	0	0	0

Fonte: Godley e Lavoie (2007)

Características dos Modelos SFC

2. As esferas reais e financeiras são integradas.

- Os modelos SFC-PK integram o lado real com o lado financeiro da economia.
- Todos os modelos SFC possuem ao menos um ativo/passivo financeiro.
- A moeda é introduzida tanto como um estoque como uma variável fluxo.
- Dois exemplos de interligações do setor real e financeiro:

a) Financiamento do Investimento das Empresas (via empréstimos e IPO).
b) Os preços dos ativos afetam o consumo e o investimento.

Características dos Modelos SFC

2. As esferas reais e financeiras são integradas.

- Considere por exemplo que o financiamento dos investimentos das empresas ocorra via empréstimos.

- Nós podemos usar o princípio de entrada quadrupla de Copeland e a matriz de fluxos de transações com o objetivo de mostrar como isso toma forma.

- Nós consideramos duas fases. Na primeira fase, as empresas demandam fundos de financiamento e como consequência empréstimos e depósitos são criados pelos bancos. Na segunda fase, os depósitos das empresas são transferidos para os trabalhadores para esses forneçam seu trabalho para as empresas.

Características dos Modelos SFC

2. As esferas reais e financeiras são integradas.

Passo 1....

	Households	Firms Current	Firms Capital	Commercial banks	Total
Consumption					0
Investment in working capital					0
Wages					0
Change in deposits			$-\Delta M_f$	$+\Delta M$	0
Change in loans			$+\Delta L$	$-\Delta L$	0
Total	0	0	0	0	0

As empresas demandam empréstimos e os recebem. Na sequência elas depositam nos bancos.

Características dos Modelos SFC

2. As esferas reais e financeiras são integradas.

Passo 2....

	Households	Firms		Commercial banks	Total
		Current	Capital		
Consumption					0
Investment in working capital		+I	-I		0
Wages	+W	-W			0
Change in deposits	$-\Delta M_h$			$+\Delta M$	0
Change in loans			$+\Delta L$	$-\Delta L$	0
Total	0	0	0	0	0

Utilizando os seus depósitos, elas investem e pagam seus funcionários.

Características dos Modelos SFC

2. As esferas reais e financeiras são integradas.

- A escolha de portfólio (isto é, a alocação da riqueza das famílias entre os ativos financeiros) é determinada pelas taxas de retorno (esperadas) e pela preferência pela liquidez.

- A escolha de portfólio pode ser afetada pelo preço dos ativos financeiros (exemplo: títulos públicos e ações) tendo efeitos de feedback no consumo (desde que a riqueza seja incorporada na função consumo) e investimento (se, por exemplo, o Q de Tobin for incluído na função de investimento).

Características dos Modelos SFC

3. As equações comportamentais são baseadas em premissas Pós-keynesianas.

- O mercado de trabalho e o mercado de bens não se equilibram via variações nos salários e nos preços (como em modelos neoclássicos). De maneira distinta, eles se equilibram ajustando a oferta à demanda.
- O mecanismo de preço só possui finalidade de equilibrar os mercados quando estamos lidando com mercados financeiros.
- Embora os modelos PK-SFC sejam primeiramente "Demand-led", temos que é possível introduzir efeitos no lado da oferta (Por exemplo, incluindo uma curva de Phillips ou Moratória no Crédito).

Características dos Modelos SFC

3. As equações comportamentais são baseadas em premissas Pós-keynesianas.

- As decisões das famílias são formuladas utilizando o processo de decisão de Davidson de duas etapas: 1ª Etapa é a decisão sobre o quando da renda deve ser gasta e o quanto poupada. A 2ª Etapa se refere a forma que a poupança será alocada entre os vários ativos (escolha de portfólio).
- Em muitas equações comportamentais, os agentes econômicos tem metas de estoque/fluxos (exemplo: razão riqueza-renda, dívida-renda, estoques-venda) e reagem ao desequilíbrio de forma a alcançar esse níveis de meta.
- Não há maximização de utilidade.

Etapas no Desenvolvimento de um Modelo SFC (Dafermos e Nikolaidi, 2018)

Passo a passo do Desenvolvimento:

1º Passo: Construir a Matriz do Balanço Patrimonial entre os Setores.

2º Passo: Construir a Matriz de Transações e Fluxos.

3º Passo: Escrever as identidades da Matriz de Transações e Fluxos. Use as colunas (as quais refletem as restrições orçamentárias) e as linhas com mais de duas entradas. Identifique as variáveis "buffer" nas identidades.

4º Passo: Identifique as variáveis que precisam ser determinadas através das equações comportamentais. Selecione as suas equações comportamentais.

5º Passo: Coloque junto as identidades e as equações comportamentais.

Etapas no Desenvolvimento de um Modelo SFC

Suponha que nós tenhamos um modelo com as seguintes características:

- Há 4 setores: As empresas, as famílias, os bancos e o banco central.
- As empresas realizam investimentos utilizando os seus lucros retidos, empréstimos e ações. Uma parte dos lucros das empresas é distribuído para as famílias.
- As famílias acumulam sua poupança na forma de depósitos e ações.
- Os bancos fornecem empréstimos para as empresas e essas depositam nos bancos.
- Banco Central fornece liquidez via empréstimos para os bancos. Logo seu ativo contém esses empréstimos (*Advances*) e a base monetária ou *High-Powered Money* (HPM) no lado do passivo.

Esse é um modelo tanto com moeda bancária e moeda via BACEN.

* Modelo SFC desenvolvido por Dafermos e Nikolaidi (2018).

Etapas no Desenvolvimento de um Modelo SFC

Passo 1 – Construir o Balanço Patrimonial

	Households	Firms	Commercial banks	Central bank	Total
Deposits	+M		-M		0
Loans		-L	+L		0
Equities	$+p_e e$	$-p_e e$			0
Capital		+K			+K
High-powered money			+HPM	-HPM	0
Advances			-A	+A	0
Total (net worth)	$+V_h$	$+V_f$	0	$+V_{cb}$	+K

Etapas no Desenvolvimento de um Modelo SFC

Passo 2 – Construir a Matriz de Fluxos de Transações

	Households	Firms		Commercial banks		Central bank		Total
		Current	Capital	Current	Capital	Current	Capital	
Consumption	$-C$	$+C$						0
Investment		$+I$	$-I$					0
Wages	$+W$	$-W$						0
Firms' profits	$+DP$	$-TP$	$+RP$					0
Banks' profits	$+BP$			$-BP$				0
Central bank's profits						$-CBP$	$+CBP$	0
Interest on deposits	$+r_m M_{-1}$			$-r_m M_{-1}$				0
Interest on loans		$-r_l L_{-1}$		$+r_l L_{-1}$				0
Interest on advances				$-r_{cb} A_{-1}$		$+r_{cb} A_{-1}$		0
Change in deposits	$-\Delta M$				$+\Delta M$			0
Change in loans			$+\Delta L$		$-\Delta L$			0
Change in equities	$-p_e \Delta e$		$+p_e \Delta e$					0
Change in high-powered money					$-\Delta HPM$		$+\Delta HPM$	0
Change in advances					$+\Delta A$		$-\Delta A$	0
Total	0	0	0	0	0	0	0	0

Etapas no Desenvolvimento de um Modelo SFC

Passo 3 – Escrever as identidades do fluxo de transações. Usar as colunas (que refletem as restrições orçamentárias) e as linhas com mais de duas entradas. Identificar as variáveis "*buffer*" nas identidades.

	Households	Firms		Commercial banks		Central bank		Total
		Current	Capital	Current	Capital	Current	Capital	
Consumption	-C	+C						0
Investment		+I	-I					0
Wages	+W	-W						0
Firms' profits	**+DP**	**-TP**	+RP					0
Banks' profits	+BP			**-BP**				0
Central bank's profits						**-CBP**	+CBP	0
Interest on deposits	$+r_m M_{-1}$			$-r_m M_{-1}$				0
Interest on loans		$-r_l L_{-1}$		$+r_l L_{-1}$				0
Interest on advances				$-r_{cb} A_{-1}$		$+r_{cb} A_{-1}$		0
Change in deposits	**$-\Delta M$**				$+\Delta M$			0
Change in loans			**$+\Delta L$**		$-\Delta L$			0
Change in equities	$-p_e \Delta e$		$+p_e \Delta e$					0
Change in high-powered money					$-\Delta HPM$		$+\Delta HPM$	0
Change in advances					**$+\Delta A$**		**$-\Delta A$**	0
Total	0	0	0	0	0	0	0	0

Etapas no Desenvolvimento de um Modelo SFC

Passo 3 – Escrever as identidades do fluxo de transações. Usar as colunas (que refletem as restrições orçamentárias) e as linhas com mais de duas entradas. Identificar as variáveis "*buffer*" nas identidades.

- $M = M_{-1} + Yd - C - p_e.\Delta e$
- $TP = Y - W - r_{L-1}.L_{-1}$
- $L = L_{-1} + I - RP - p_e.\Delta e$
- $BP = r_{L-1}.L_{-1} - r_{m-1}.M_{-1} - r_{cb-1}.A_{-1}$
- $A = A_{-1} + \Delta HPM + \Delta L - \Delta M$
- $CBP = r_{cb_{-1}}.A_{-1}$
- $A = A_{-1} + \Delta HPM + CBP$
- $DP = TP - RP$

Etapas no Desenvolvimento de um Modelo SFC

Passo 4 – Identificar as variáveis que precisam ser determinadas através das equações comportamentais.

- W [Salários]
- YD [Renda Disponível]
- C [Consumo das Famílias]
- V_h [Riqueza] (Identidade)
- M [Depósitos] (Identidade)
- Y [Produto/Renda]
- TP [Lucro Total]
- RP [Lucro Retido] (Identidade)
- DP [Lucro Distribuído] (Identidade)
- I [Investimento]
- K [Estoque de Capital]

- L [Empréstimos] (Identidade)
- e [Número de Ações]
- p_e [Preço das Ações]
- BP [Lucro Bancário] (Identidade)
- HPM [Base Monetária]
- A [Redesconto] (Identidade)
- CBP [Lucros do Banco Central] (Identidade)

Etapas no Desenvolvimento de um Modelo SFC

Passo 4 – Identificar as variáveis que precisam ser determinadas através das equações comportamentais.

- $W = s_w . Y$ [Salários]
- $C = c_1 . YD_{-1} + c_2 . V_{h-1}$ [Consumo das Famílias]
- $RP = s_f . TP$ [Lucros Retidos]
- $I = g_k . K_{-1}$ [Investimento]
- $K = K_{-1} + I$ [Estoque de Capital]
- $HPM = h . M$ [Base Monetária]
- $E = \left[\lambda_0 + \lambda_1 . r_{e-1} + \lambda_2 . r_m + \lambda_3 . \left(\frac{Yd_{-1}}{V_{h-1}}\right)\right] . V_{h-1}$ [Ações no Portfólio das famílias]
- $e = e_{-1} + \frac{xl_{-1}}{pe}$ [Número de Ações]
- $p_e = E/e$ [Preço das ações]

Etapas no Desenvolvimento de um Modelo SFC

Passo 5 – Juntar as identidades e as equações comportamentais.

Famílias

- $W = s_w . Y$ [Salários]
- $YD = W + DP + BP + r_m . M_{-1}$ [Renda Disponível]
- $C = c_1 . YD_{-1} + c_2 . V_{h-1}$ [Consumo das Famílias]
- $V_h = M + p_e . e$ [Riqueza] (Identidade)
- $E = \left[\lambda_0 + \lambda_1 . r_{e-1} + \lambda_2 . r_m + \lambda_3 . \left(\frac{Yd_{-1}}{V_{h-1}}\right)\right] . V_{h-1}$ [Valor das Ações]
- $M = M_{-1} + YD - C - p_e . \Delta e$ [Depósitos] (Identidade)

Etapas no Desenvolvimento de um Modelo SFC

Passo 5 – Juntar as identidades e as equações comportamentais.

Empresas

- $Y = C + I$ [Produto]
- $TP = Y - W - r_l . L_{-1}$ [Lucro Total da Empresa] (Identidade)
- $RP = s_f . TP$ [Lucros Retidos]
- $DP = TP - RP$ [Lucros Distribuídos] (Identidade)
- $I = g_k . K_{-1}$ [Investimento]
- $K = K_{-1} + I$ [Estoque de Capital]
- $L = L_{-1} + I - RP - p_e . \Delta e$ [Empréstimos] (Identidade)
- $e = e_{-1} + \frac{xl_{-1}}{pe}$ [Número de Ações]
- $r_e = \frac{DP}{p_{e_{-1}} . e_{-1}} + \frac{\Delta p_e}{p_{e_{-1}}}$ [Taxa de Retorno das Empresas]

Etapas no Desenvolvimento de um Modelo SFC

Passo 5 – Juntar as identidades e as equações comportamentais.

Bancos Comerciais

• $BP = r_l . L_{-1} - r_m . M_{-1} - r_{cb} . A_{-1}$	[Lucro dos Bancos]	(Identidade)
• $HPM = h . M$	[Base Monetária]	
• $A = HPM + L - M$	[Redesconto]	(Identidade)

Banco Central

• $CBP = r_{cb} . A_{-1}$	[Lucro do Banco Central]	(Identidade)
• $A = A_{-1} + \Delta HPM + CBP$	[Redesconto]	(Identidade)

Etapas no Desenvolvimento de um Modelo SFC

Dicas Úteis

Como a finalidade é deixar o modelo consistente, devemos nos certificar que:

1. **No período inicial, todos os estoques do modelo devem satisfazer as restrições da matriz de balanço patrimonial.**
2. **As identidades das matrizes de transações e do balanço patrimonial devem estar corretamente escritas.**
3. **As restrições verticais e horizontais do portfólio devem ser respeitadas.**

Se o modelo for consistente, a equação redundante estará satisfeita (podendo ser omitida).

Etapas no Desenvolvimento de um Modelo SFC

Dicas Úteis – Riqueza e Ganhos de Capital

Depósitos são determinados pela seguinte identidade:

$$M = M_{-1} + Yd - C - p_e . \Delta e \quad (1)$$

A equação (1) pode ser reescrita como:

$$\Delta M + p_e . \Delta e = Yd - C \quad (2)$$

A riqueza das famílias obtida do balanço patrimonial é dado por:

$$V_h = M + p_e . e \quad (3)$$

Dessa forma, a variação da riqueza é dada por:

$$\Delta V_h = \Delta M + p_e . \Delta e + e_{-1} . \Delta p_e \quad (4)$$

Através de (2) e (4), temos que:

$$V_h = V_{h-1} + e_{-1} . \Delta p_e + Yd - C \quad (5)$$

Etapas no Desenvolvimento de um Modelo SFC

Dicas Úteis – Mercado de Ações

Equações para a Escolha de Portfólio:

$$E = [\lambda_{10} + \lambda_{11}.r_{e-1} + \lambda_{12}.r_b + \lambda_{13}.r_m + \lambda_{14}.(YD_{-1}/V_{-1})].V_{-1}$$

$$B = [\lambda_{20} + \lambda_{21}.r_{e-1} + \lambda_{22}.r_b + \lambda_{23}.r_m + \lambda_{24}.(YD_{-1}/V_{-1})].V_{-1}$$

$$M = [\lambda_{30} + \lambda_{31}.r_{e-1} + \lambda_{32}.r_b + \lambda_{33}.r_m + \lambda_{34}.(YD_{-1}/V_{-1})].V_{-1}$$

Etapas no Desenvolvimento de um Modelo SFC

Dicas Úteis – Mercado de Ações

No mercado de ações, nós assumimos o equilíbrio:

$$e = \frac{E}{p_e}$$

Utilizando a equação para a quantidade de ações, $e = e_{-1} + \frac{xl_{-1}}{pe}$, na equação anterior, temos:

$$e_{-1} + \frac{xl_{-1}}{pe} = \frac{E}{p_e}$$

Reorganizando os termos, temos que o preço obtido através do equilíbrio de mercados é:

$$p_e = \frac{E - xl_{-1}}{e_{-1}}$$

Etapas no Desenvolvimento de um Modelo SFC

Dicas Úteis – Estado Estacionário do Modelo.

No estado estacionário, todos as razões fluxo/estoques, estoques/fluxos, fluxos/fluxos e estoques/estoques deve ser constante.

Por exemplo:

$$\Delta\left(\frac{Y}{K}\right) = \frac{Y}{K} - \frac{Y_{-1}}{K_{-1}} = \frac{Y}{K} - \frac{Y_{-1}.(1+g_k)}{K} = \frac{\Delta Y - g_k.Y_{-1}}{K} = \frac{\Delta Y}{K} - \frac{Y}{K}.\frac{g_k}{(1+g_k)}$$

Como, por definição, Y/K deve ser constante no EE, temos que $\Delta\left(\frac{Y}{K}\right) = 0$. Logo:

$$\frac{\Delta Y}{Y} = \frac{g_k}{(1+g_k)}$$

Etapas no Desenvolvimento de um Modelo SFC

Procedimentos para Simular um modelo SFC.

- Os modelos SFC podem ser simulados através de **diferentes softwares** (Eviews, R, Excel, Matlab, Octave).
- Os modelos SFC podem ser tanto construídos em modelos de **tempo discreto** quanto **tempo contínuo**.
- Quando os modelos são **pequenos**, nós podemos resolvê-los de maneira analítica (encontrando o estado estacionário e fazendo análise de estabilidade).
- Quando os modelos são **grandes**, na maioria dos casos, somos obrigados a realizar simulações numéricas.

Etapas no Desenvolvimento de um Modelo SFC

Procedimentos para Simular um modelo SFC.

- **Passo 1**: Identificar as variáveis endógenas do modelo (assim como as variáveis auxiliares).
- **Passo 2**: Identificar o cenário base e selecionar o valor do parâmetros (veja a tabela abaixo).

Categoria	Descrição
(A)	**Parâmetros Estimados Econometricamente.**
(B)	**Parâmetros Calibrados de Forma Direta.**
(B.1)	Baseado nos Dados.
(B.2)	Baseado nos Estudos Prévios.
(B.3)	Selecionados dentro de um espectro razoável de valores.
(C)	**Parâmetros Indiretamente Calibrados.**
(C.1)	Calibrados de Maneira que o Modelo se ajuste aos Dados.
(C.2)	Calibrado de Maneira que o modelo gere o Cenário Base Desejado.

Etapas no Desenvolvimento de um Modelo SFC

Procedimentos para Simular um modelo SFC.

- **Passo 3**: Selecionar os valores iniciais usando dados da “economia que será retratada” ou as equações do modelo.
- **Passo 4**: Escrever as equações e rodar o modelo.
- **Passo 5**: Reportar os resultados através de tabelas e/ou gráficos.
- **Passo 6**: Validar o modelo usando o seu cenário base. A validação pode ser feita, por exemplo, através da estimação da volatilidade, autocorrelação e correlação cruzada para algumas variáveis chave.
- **Passo 7**: Simular novamente o modelo através de variações nos parâmetros chave (análise de sensibilidade).
- **Passo 8**: Simular novamente modificando os parâmetros que correspondem a políticas ou estruturas institucionais.

Tópicos em Modelagem SFC.

- Atividade de Shadow Banking.
- Distribuição e Heterogeneidade entre as Famílias.
- Macroeconomia Ecológica.
- Política Fiscal e Monetária.
- Instabilidade Financeira (Modelos Minskyanos).
- Economias Abertas.
- Racionamento de Crédito e Desalavancagem.
- Microfundamentação via ABM.

SFC – Atual Estágio

A fronteira:

Stock-Flow Consistent Input–Output Models as a Bridge Between Post-Keynesian and Ecological Economics

Matthew Berg (The New School for Social Research)
Brian Hartley (The New School for Social Research)
Oliver Richters (International Economics, Oldenburg University)

BANK OF ENGLAND

Staff Working Paper No. 614

A dynamic model of financial balances for the United Kingdom

Stephen Burgess, Oliver Burrows, Antoine Godin, Stephen Kinsella and Stephen Millard

Agent Based-Stock Flow Consistent Macroeconomics: Towards a Benchmark Model

Alessandro Caiani* — Marche Polytechnic University
Antoine Godin — University of Limerick
Eugenio Caverzasi — Marche Polytechnic University
Mauro Gallegati — Marche Polytechnic University
Stephen Kinsella — University of Limerick
Joseph E. Stiglitz — Columbia University

September 22, 2015

Tópicos em Modelagem SFC.

Atividade de Shadow Banking

- A maioria dos modelos SFC assume um setor bancário simples.
- Entretanto, uma formulação mais real do sistema bancário moderno precisa incluir atividades de *shadow banking*.
- Temos algumas tentativas recentes de análise atividade Shadow Banking através de modelos SFC:

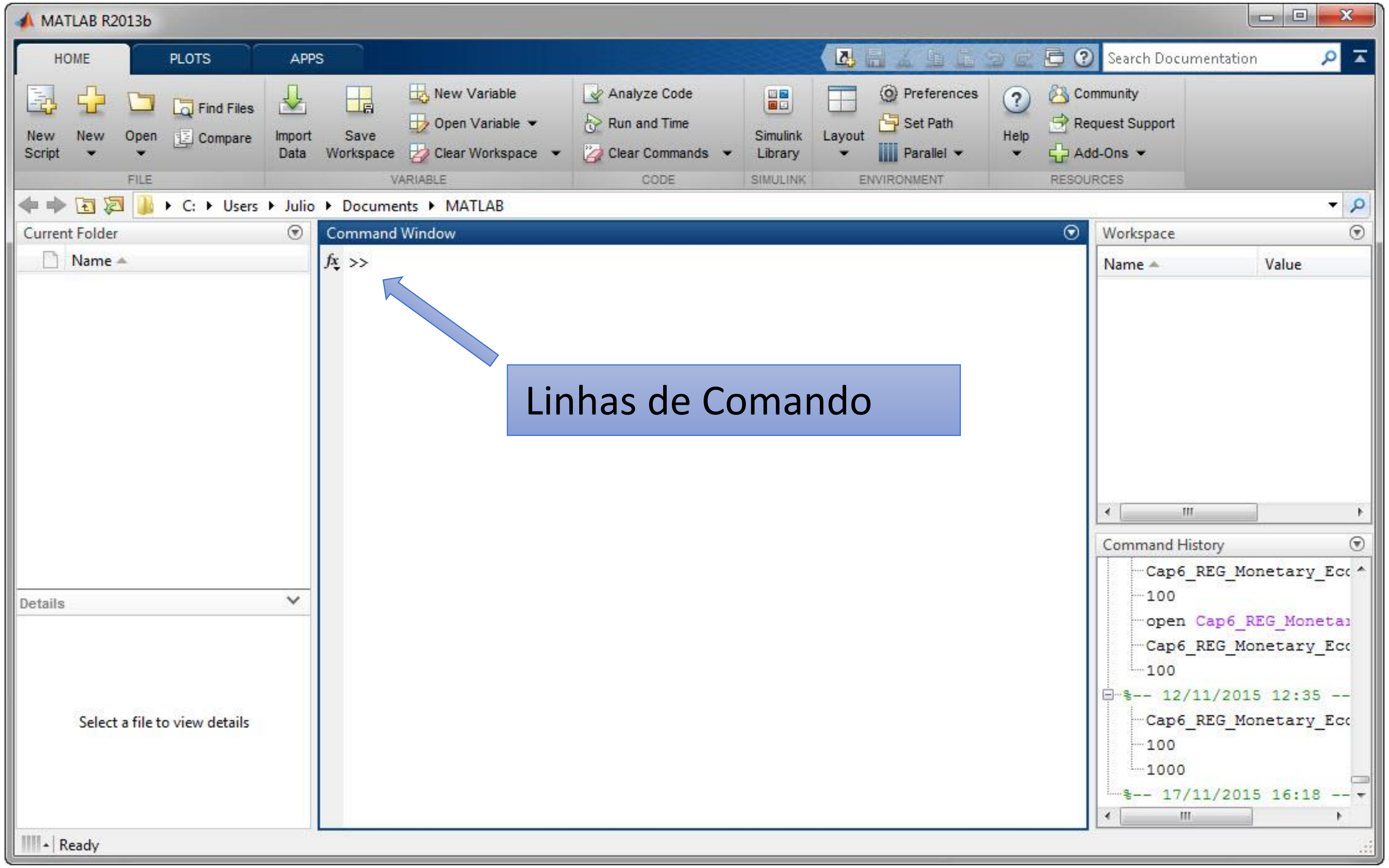
Eastwell *et al*, 2008; Pilkington, 2008; Lavoie, 2014; Bhaduri *et al*, 2015; Nikolaidi, 2015; Botta *et al*, 2016.

Tópicos em Modelagem SFC.

Instabilidade Financeira

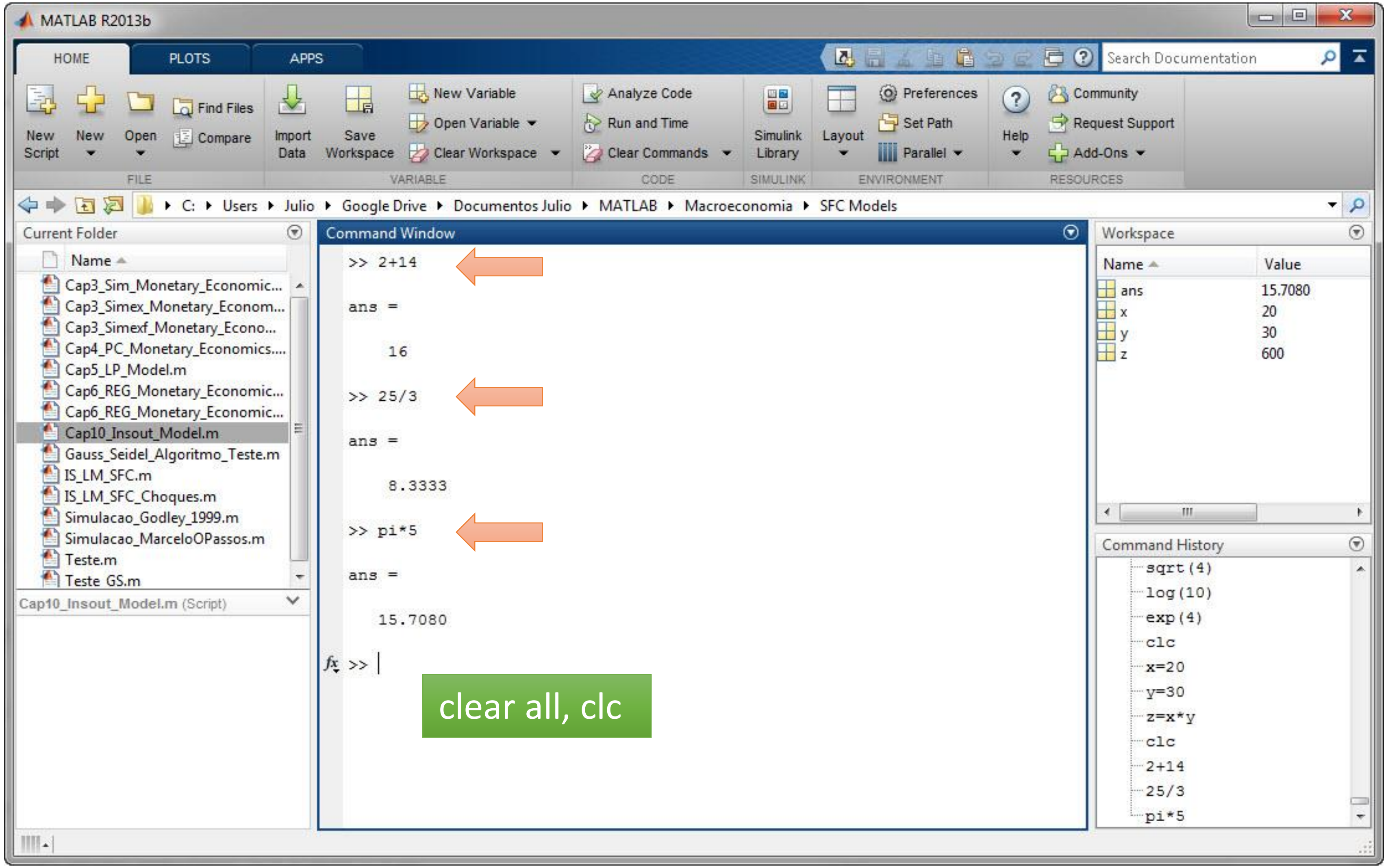
- Estudo dos canais entre o lado financeiro e o lado real que permitem criar instabilidade endogenamente.
- Análise de Processos de Desalavancagem.
- Criação de estruturas Hedge-Especulativas-Ponzi ao longo do ciclo.

Uma breve introdução ao MATLAB...



Funções Básicas - MATLAB

- Pode ser usado como uma calculadora



Funções Básicas - MATLAB

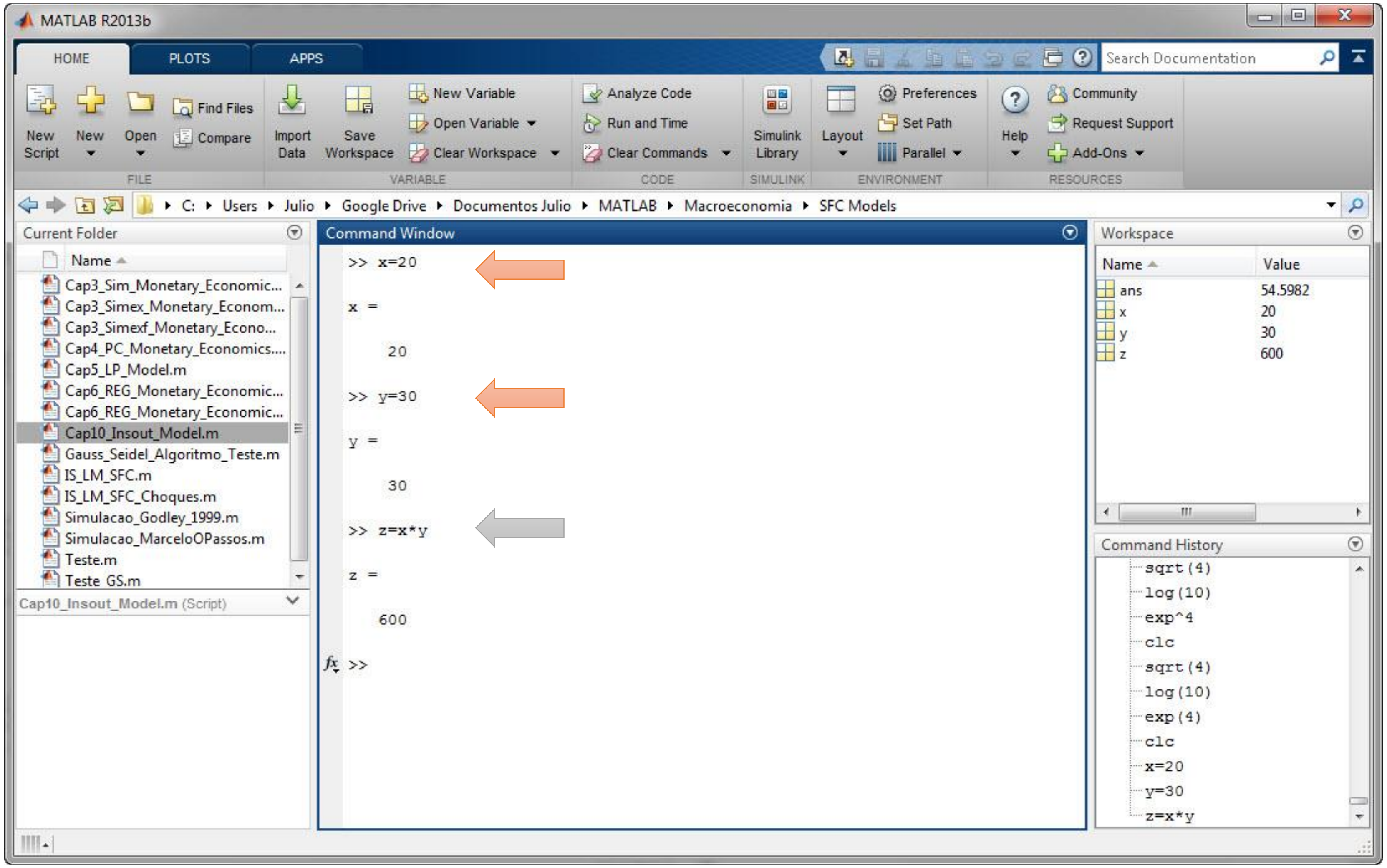
- Outras funções matemáticas que podem ser utilizadas

Funções matemáticas no MATLAB

abs(x)	**acos**(x)	**acosh**(x)	**angle**(x)	**asin**(x)	**asinh**(x)
atan(x)	**atan2**(x)	**atanh**(x)	**ceil** (x)	**cos**(x)	cosd(x)
cosh(x)	**exp**(x)	**fix** (x)	**log**(x)	**log10**(x)	**sqrt**(x)
rem(x)	**round**(x)	**sign**(x)	**sin**(x)	sind(x)	**sinh**(x)
tan(x)	**tanh**(x)				

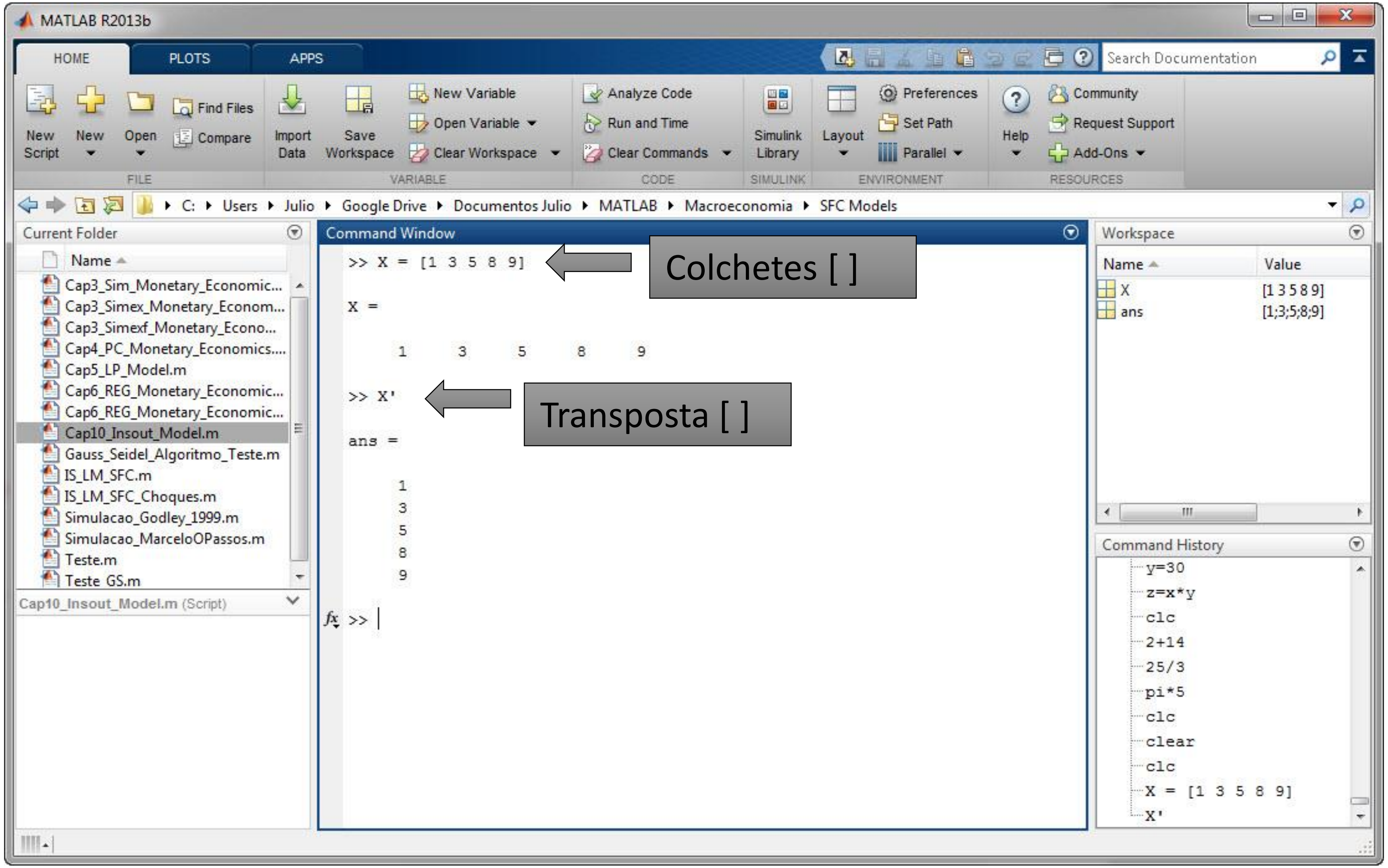
Funções Básicas - MATLAB

- Pode ser usado para o cálculo expressões



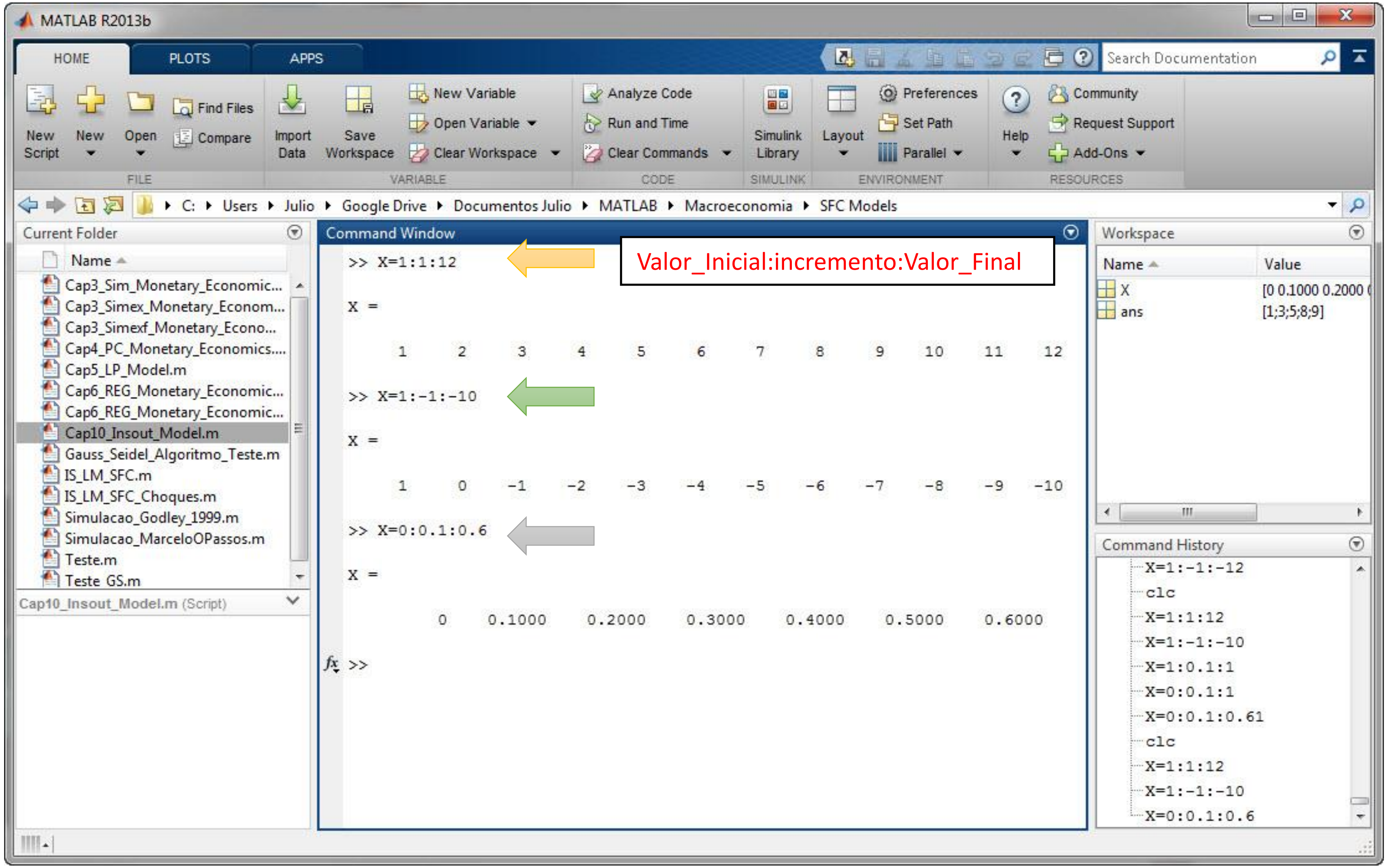
Funções Básicas - MATLAB

- Notação Vetorial



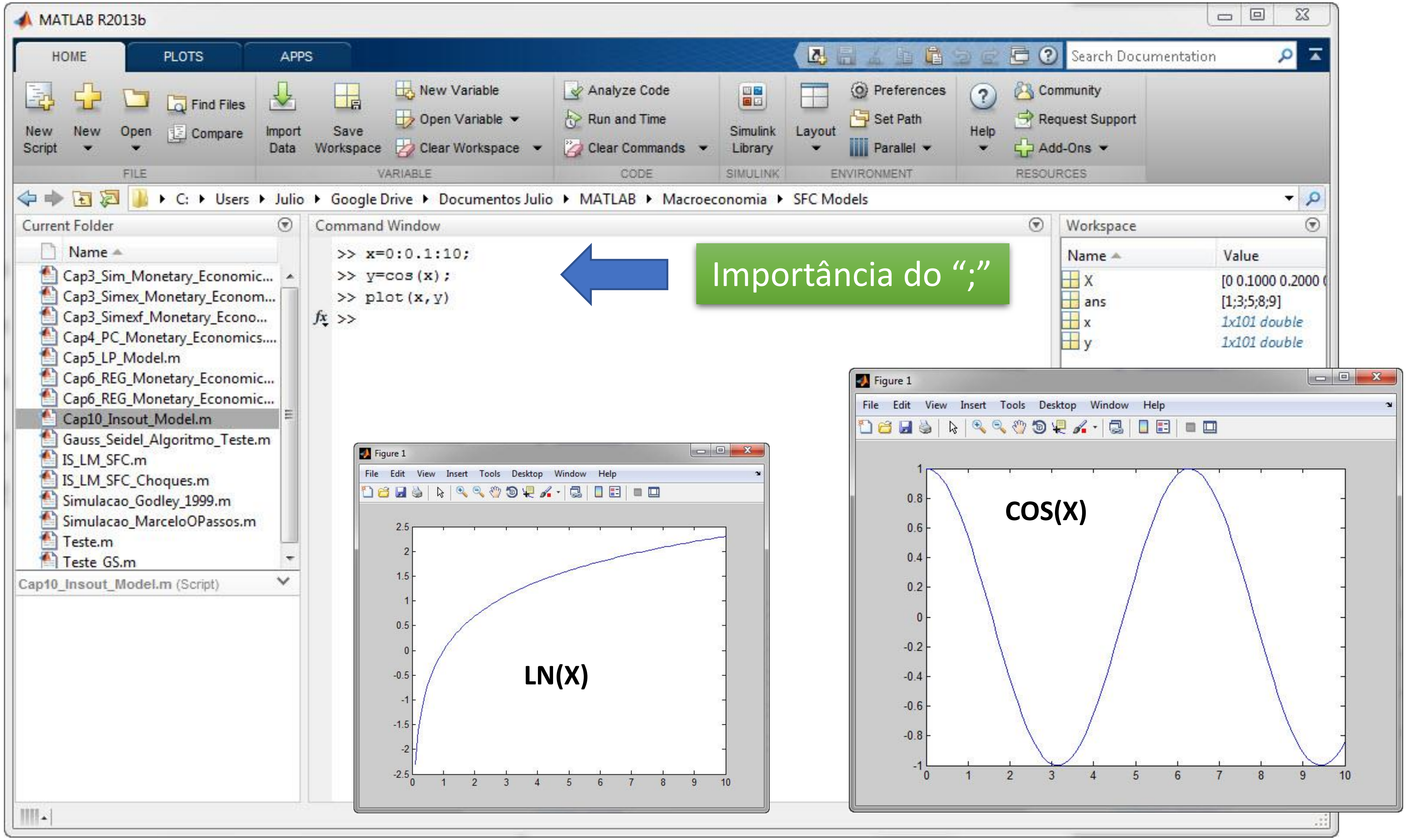
Funções Básicas - MATLAB

- Gerando vetores com intervalos definidos:



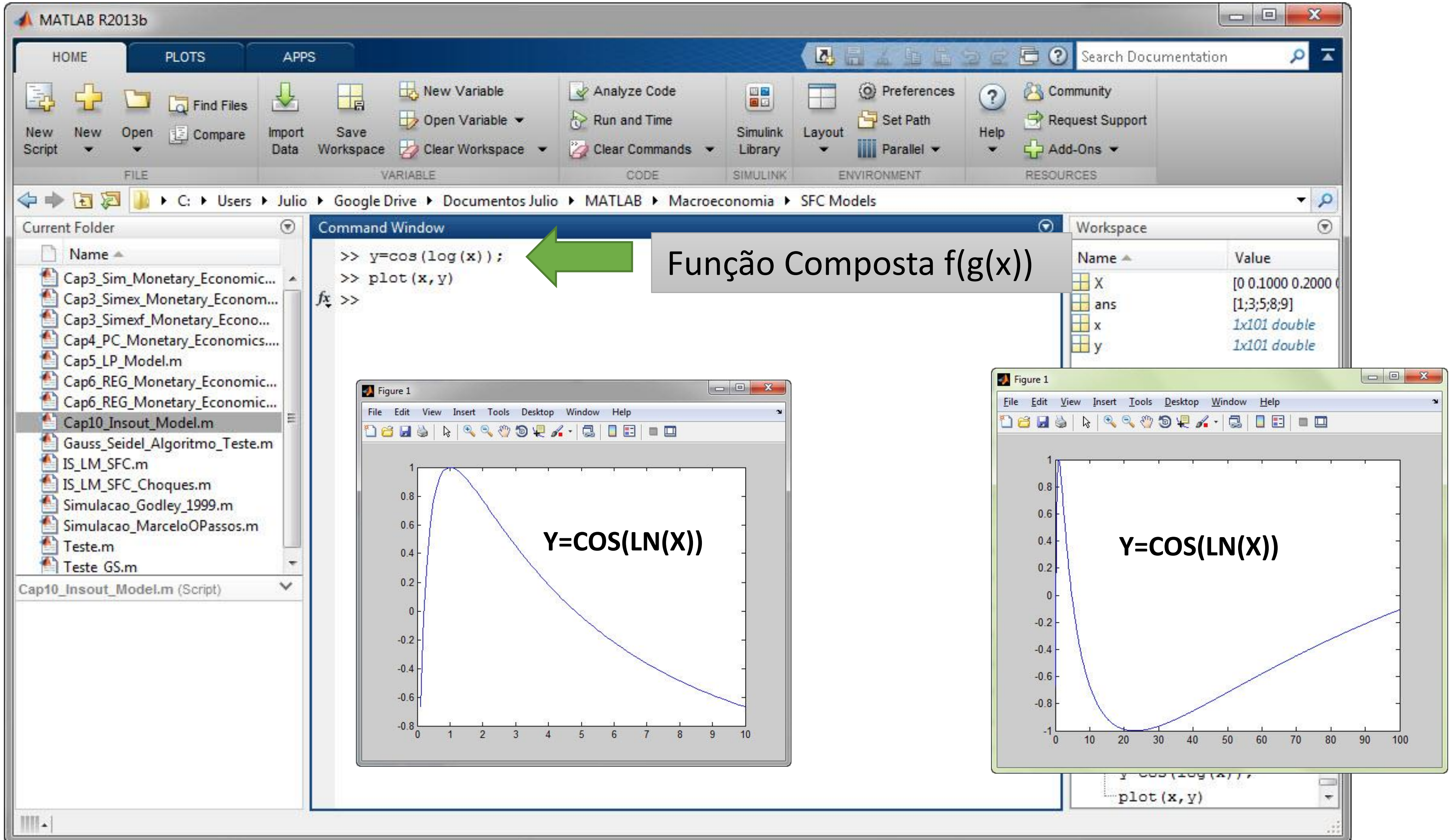
Funções Básicas - MATLAB

- Gerando Gráficos Através de Vetores.



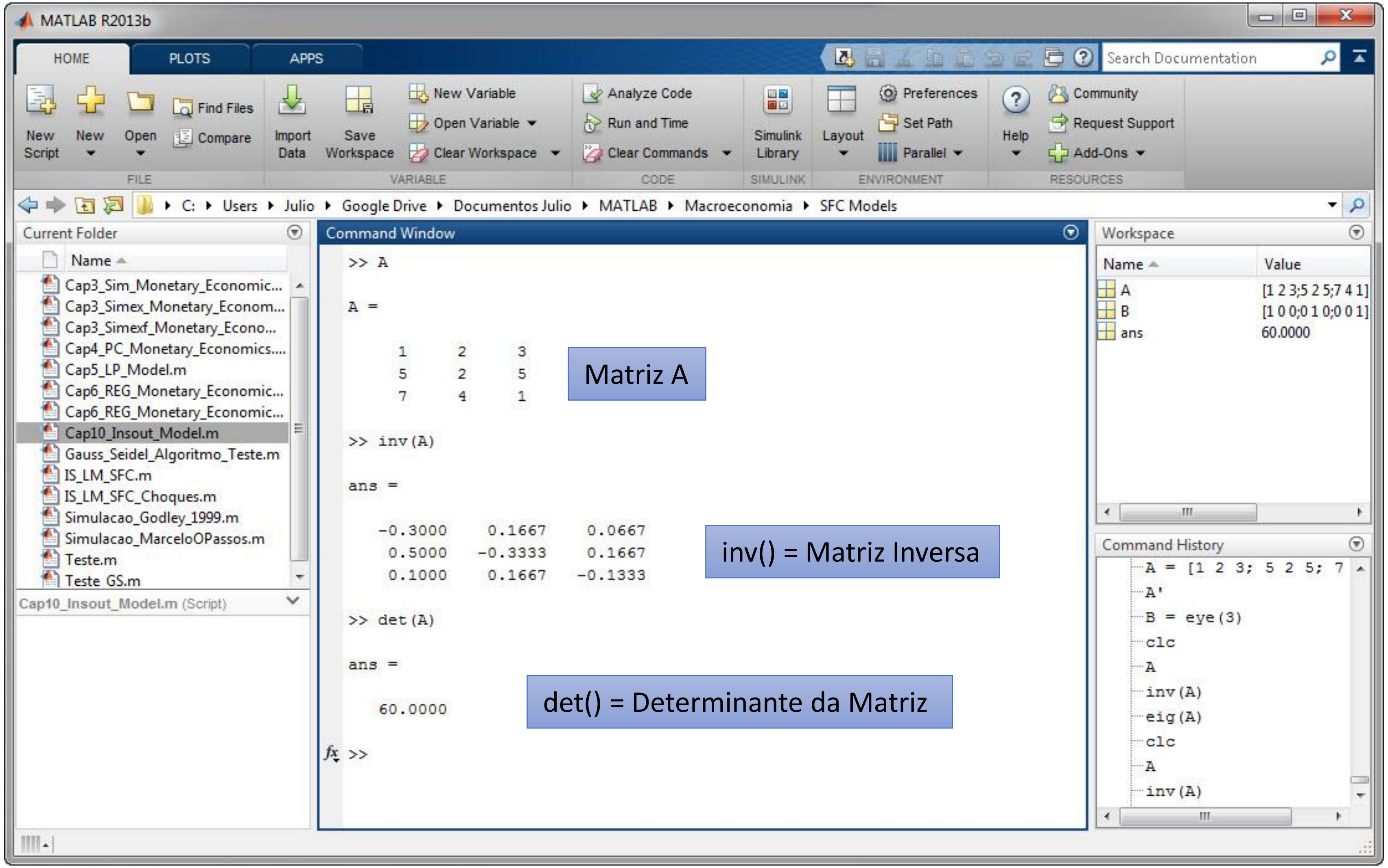
Funções Básicas - MATLAB

- Gerando Gráficos Através de Vetores.



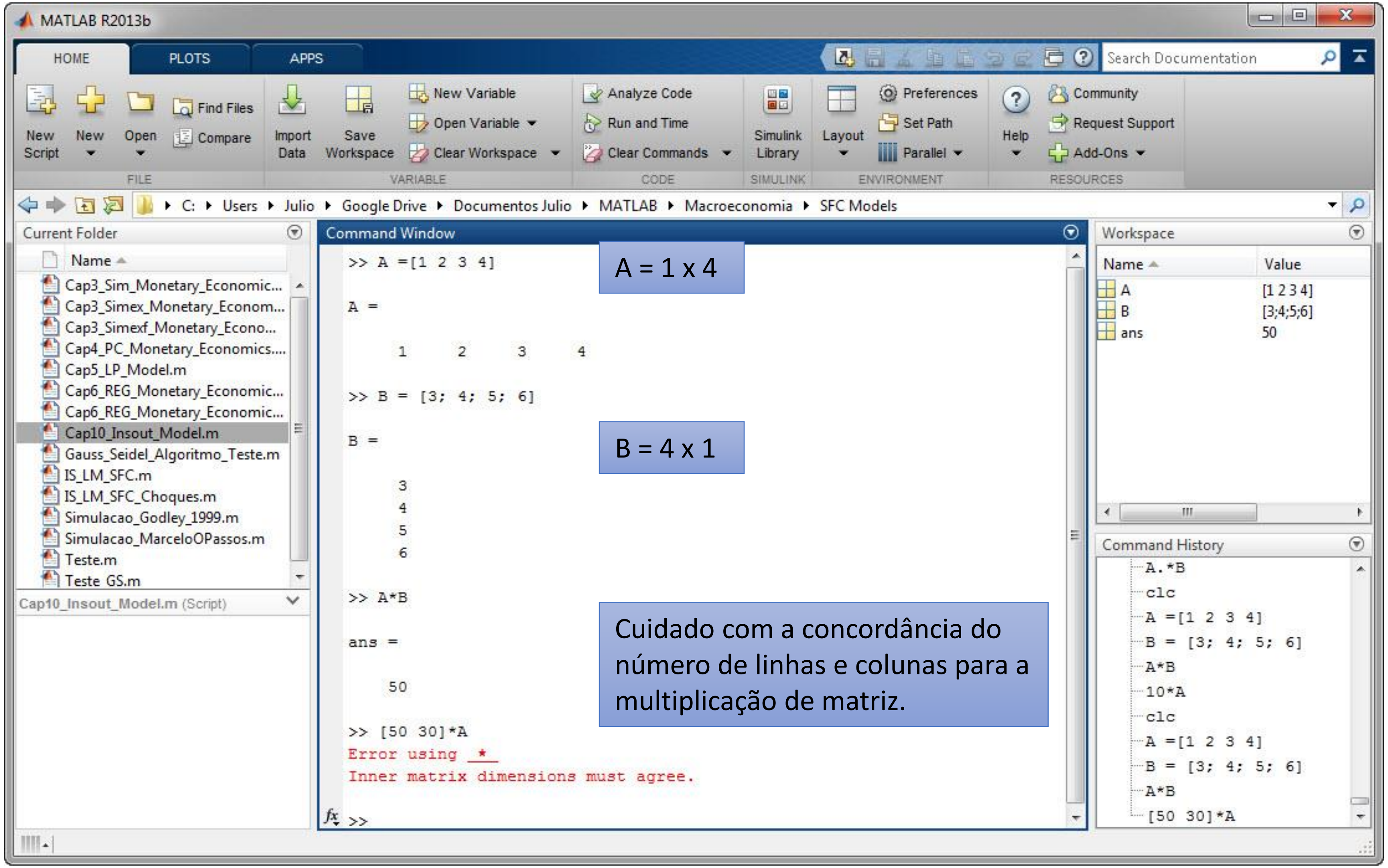
Funções Básicas - MATLAB

- Trabalhando com Matrizes.



Funções Básicas - MATLAB

- Trabalhando com Matrizes.



Funções Básicas - MATLAB

- Outras funções com Matrizes.

Outras funções

det()	**diag()**	**magic()**	**eye()**	ones()	**zeros()**
inv()	**sum()**	**triu ()**	**tril ()**	**rand()**	**toeplitz ()**
transp ()	**norm()**	**kron()**	**pascal()**	**pinv()**	

Funções Básicas - MATLAB

- Problema envolvendo sistema linear.

Equações

$$x_1 + 4.x_2 + 3.x_3 = 16$$
$$-x_1 - 2.x_2 = -12$$
$$2.x_1 + 2.x_2 + 3.x_3 = 18$$

Forma Matricial

$$\begin{bmatrix} 1 & 4 & 3 \\ -1 & -2 & 0 \\ 2 & 2 & 3 \end{bmatrix} . \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 16 \\ -12 \\ 18 \end{bmatrix}$$

Encontrar solução para x_1, x_2 e x_3.

Solução:

$$\vec{x} = A^{-1}.\vec{b}$$

Funções Básicas - MATLAB

- Problema envolvendo sistema linear.

```
>> A=[1 4 3; -1 -2 0; 2 2 3]

A =

     1     4     3
    -1    -2     0
     2     2     3

>> b=[16;-12;18]

b =

    16
   -12
    18

>> inv(A)*b

ans =

    7.0000
    2.5000
   -0.3333

fx >>
```

Forma Matricial

$$\begin{bmatrix} 1 & 4 & 3 \\ -1 & -2 & 0 \\ 2 & 2 & 3 \end{bmatrix} . \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 16 \\ -12 \\ 18 \end{bmatrix}$$

Encontrar solução para $x_1, x_2 \ e \ x_3$.

Solução:

$$\vec{x} = A^{-1}.\vec{b}$$

Funções Básicas - MATLAB

- Problema envolvendo sistema linear.

$$\begin{cases} 2.x_1 + x_2 = 1 \\ 3.x_1 + 2.x_2 = 2 \\ x_1 + x_2 = 3 \end{cases}$$

Forma Matricial

$$\begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 3 & 2 \\ 1 & 1 \end{bmatrix} . \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{bmatrix}$$

```
Command Window
>> A=[2 1;3 2;1 1]

A =

     2     1
     3     2
     1     1

>> b=[1;2;3]

b =

     1
     2
     3

>> inv(A)*b
Error using inv
Matrix must be square.

fx >>
```

3 Equações, 2 Incógnitas (x1,x2)

Que solução então podemos tomar?

A solução passa a ser encontrar o vetor de **x** mais próximo possível para que se torne verdadeiro $\mathbf{A}.\mathbf{x} = \mathbf{B}$.

Nos resta como opção encontrar o vetor **x** cujo erro do sistema seja o menor possível ao quadrado. Dessa forma, usaremos o MQO.

Funções Básicas - MATLAB

- Problema envolvendo sistema linear.

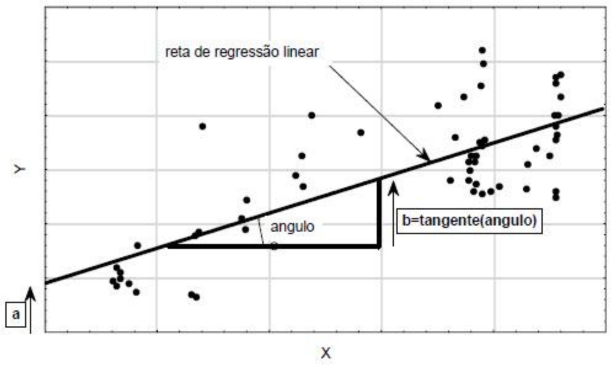
$$\begin{cases} 2.x_1 + x_2 = 1 \\ 3.x_1 + 2.x_2 = 2 \\ x_1 + x_2 = 3 \end{cases}$$

Forma Matricial

$$\begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 3 & 2 \\ 1 & 1 \end{bmatrix} . \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{bmatrix}$$

3 Equações, 2 Incógnitas (x1,x2)

Exemplo:



Reta que mais se aproxima dos pontos amostrados

Os resíduos dessa diferença são os menores possíveis quando elevados ao quadrado.

Solução: MQO

Funções Básicas - MATLAB

- Problema envolvendo sistema linear.

$$\begin{cases} 2.x_1 + x_2 = 1 \\ 3.x_1 + 2.x_2 = 2 \\ x_1 + x_2 = 3 \end{cases}$$

Forma Matricial

$$\begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 3 & 2 \\ 1 & 1 \end{bmatrix} . \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{bmatrix}$$

Seja:

$$A\vec{x} = B$$

$$A^T.A\vec{x} = A^T.B$$

$$\underbrace{(A^T.A)^{-1}.(A^T.A)}_{Identidade}\,\vec{x} = (A^T.A)^{-1}.A^T.B$$

$$\boldsymbol{\vec{x} = \left(A^T.A\right)^{-1}.A^T.B}$$

Command Window

```
>> A=[2 1;3 2;1 1]

A =

     2     1
     3     2
     1     1

>> b=[1;2;3]

b =

     1
     2
     3

>> x=inv(A'*A)*A'*b

x =

   -2.0000
    4.3333

fx >>
```

Parte 2 – Resolução de Modelos

Simulação de Modelos SFC.

O Problema?
São modelos representados em sistemas de equações simultâneas, podendo ser em tempo discreto (equações a diferença) ou tempo contínuo (equações diferenciais).

Como solucionar?
Se o modelo for pequeno, tenta-se a sua redução para buscar a solução analítica e análise de estabilidade.
Se o modelo for grande, utiliza-se dos métodos de simulação numérica. Sendo que:

- Se for tempo discreto e linear, utiliza-se do algoritmo de Gauss-Seidel.
- Se for tempo discreto e não-linear, utiliza-se do algoritmo de Newton-Raphson.
- Se for tempo contínuo, utiliza-se do método de Runge-Kutta para simulação de EDO's.

Parte 2 – Resolução de Modelos

A Resolução de Modelos SFC

"Da mesma forma que os estoques no início do período afetam o fluxo da renda, também é verdade que os fluxos poupados e ganhos de capital necessariamente afetam os estoques ao fim do período, que também de fato, afetarão os fluxos no próximo período" (Zezza e dos Santos, 2007).

Na maioria dos casos pode ser considerado um sistema de n equações simultâneas que possuem n variáveis a serem resolvidas, sendo portanto um sistema determinado.

Parte 2 – Resolução de Modelos

A Resolução de Modelos SFC

Solução Analítica:

- Prós: Elegância, Estudo das Propriedades do Sistema.
- Contras: Exige algum grau de simplicidade do Modelo.

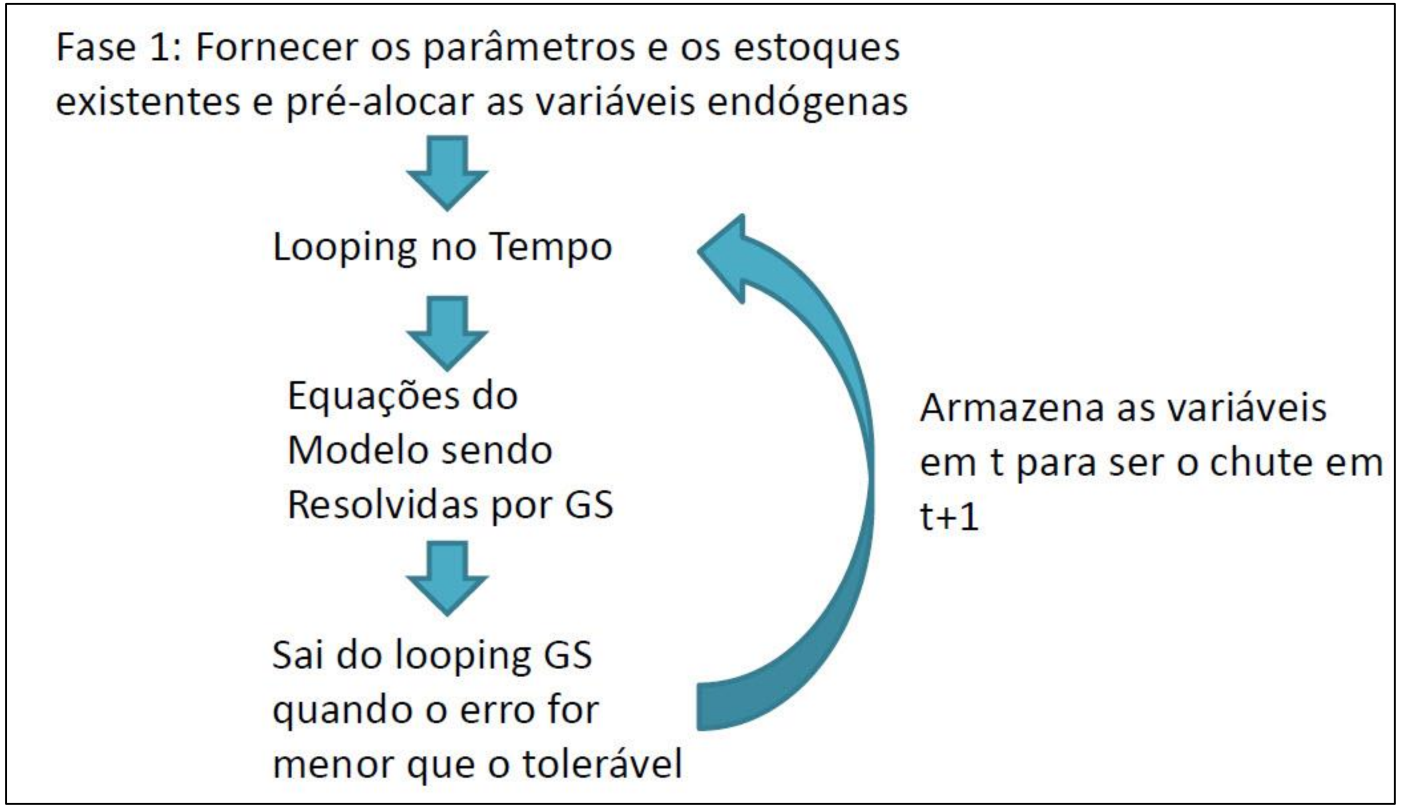
Solução Numérica:

- Prós: Permite o trabalho com modelos pesados (complexos).
- Contras: Pouco conhecimento das propriedades gerais do Modelo.

Parte 2 – Resolução de Modelos

Como funciona o Algoritmo?

A Resolução de Modelos SFC



Parte 2 – Resolução de Modelos

A Resolução de Modelos SFC

Gauss-Seidel (Exposição Matricial)

$$x^{(k+1)} = (D + L)^{-1}.\left(U.x^{(k)} + b\right)$$

Onde $A = D + L + U$. As matrizes D, L e U representam a diagonal, a triangular estritamente inferior e a triangular estritamente superior. k é o contador de iterações.

Entrada por entrada, toma a seguinte forma:

$$x_i^{(k+1)} = \frac{1}{a_{ii}}.\left(b_i - \sum_{j<i} a_{ij}.x_j^{(k+1)} - \sum_{j>i} a_{ij}.x_j^{(k)}\right), i = 1,2, \dots, n$$

Parte 2 – Resolução de Modelos

A Resolução de Modelos SFC

Gauss-Jacobi (Exposição Matricial)

Se a escolha for pelo algoritmo de Gauss-Jacobi, a entrada tem a seguinte forma:

$$x_i^{(k+1)} = \frac{1}{a_{ii}} . \left(b_i - \sum_{j=1, j \neq i}^{n} a_{ij} . x_j^{(k)} \right), i = 1,2, \ldots, n$$

O lado ruim do algoritmo é que sua convergência é mais lenta.

Parte 2 – Resolução de Modelos

A Resolução de Modelos SFC

$$\begin{bmatrix} 10 & -1 & 2 & 0 \\ -1 & 11 & -1 & 3 \\ 2 & -1 & 10 & -1 \\ 0 & 3 & -1 & 8 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 6 \\ 25 \\ -11 \\ 15 \end{bmatrix}$$

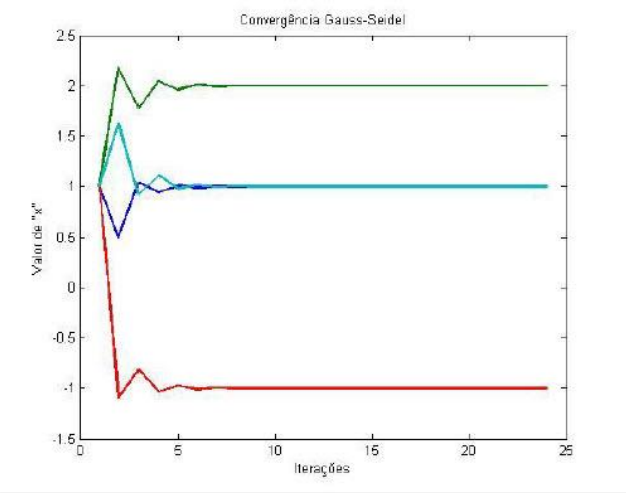
$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}_{z=1}$$

$$\begin{bmatrix} 0{,}50 \\ 2{,}18 \\ -1{,}10 \\ 1{,}62 \end{bmatrix}_{z=2} \cdots \begin{bmatrix} 1{,}038 \\ 1{,}775 \\ -0{,}819 \\ 0{,}919 \end{bmatrix}_{z=2} \cdots \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ -1 \\ 1 \end{bmatrix}_{z=n}$$

Condição p/ Convergência:

$$|a_{ii}| > \sum_{j \neq i} |a_{ij}|$$

$$x_1 = \frac{x_2 - 2x_3 + 6}{10}$$
$$x_2 = \frac{x_1 + x_3 - 3x_4 + 25}{11}$$
$$x_3 = \frac{-2x_1 + x_2 + x_4 - 11}{10}$$
$$x_4 = \frac{-3x_2 + x_3 + 15}{8}$$

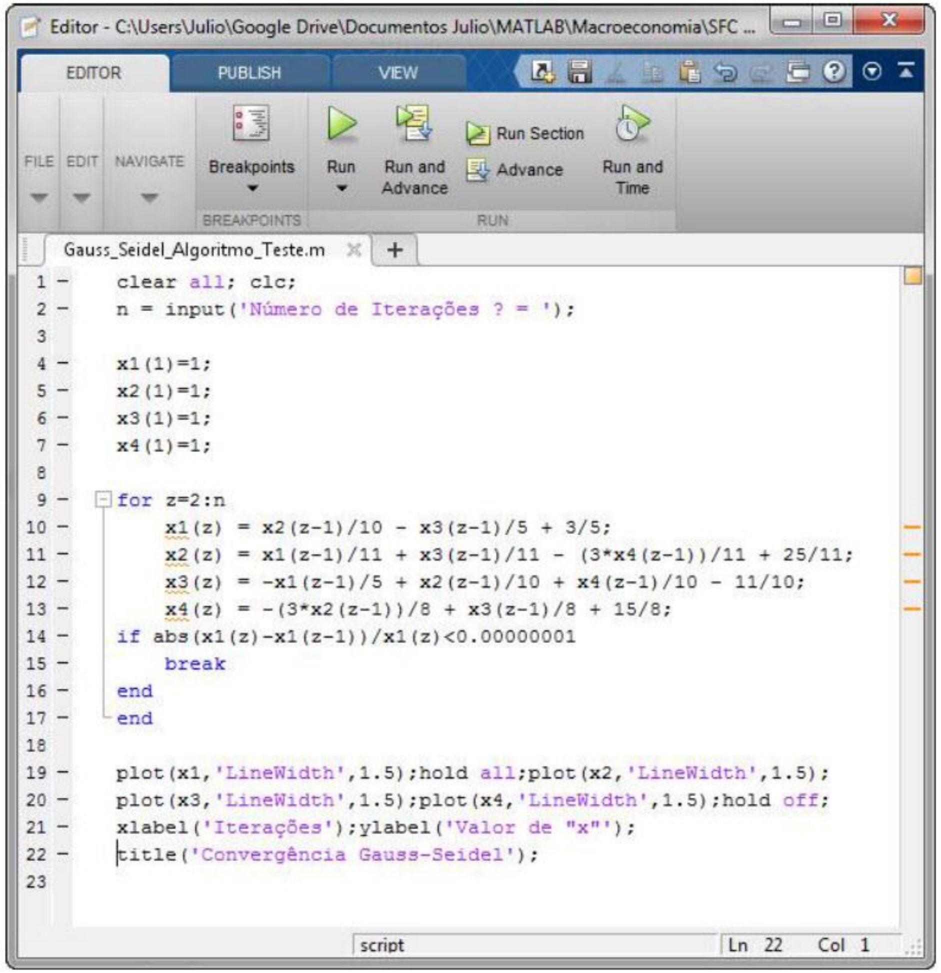


Parte 2 – Resolução de Modelos

A Resolução de Modelos SFC

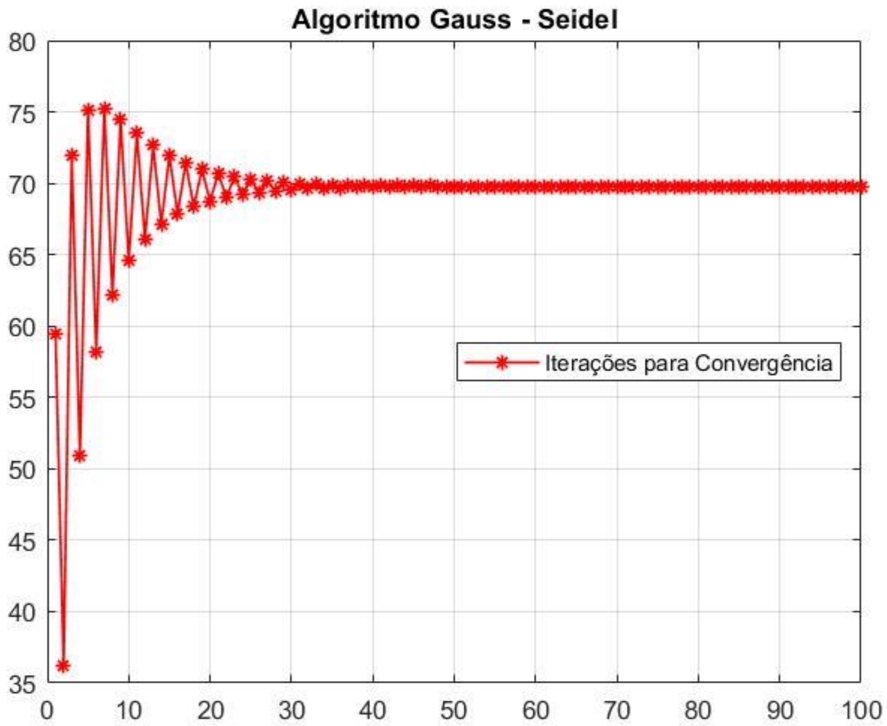
$$\begin{bmatrix} 10 & -1 & 2 & 0 \\ -1 & 11 & -1 & 3 \\ 2 & -1 & 10 & -1 \\ 0 & 3 & -1 & 8 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 6 \\ 25 \\ -11 \\ 15 \end{bmatrix}$$

$$x_1 = \frac{x_2 - 2x_3 + 6}{10}$$
$$x_2 = \frac{x_1 + x_3 - 3x_4 + 25}{11}$$
$$x_3 = \frac{-2x_1 + x_2 + x_4 - 11}{10}$$
$$x_4 = \frac{-3x_2 + x_3 + 15}{8}$$



Parte 2 – Resolução de Modelos

A Resolução de Modelos



O Algoritmo de Gauss-Seidel (método para determinação de sistemas lineares via iteração) nos permite resolver problemas com várias equações simultâneas sem ter que realizar um trabalho algébrico pesado para o cálculo do produto de curto prazo.

Parte 2 – Resolução de Modelos

A Resolução de Modelos SFC

Partes do Código:

1. Limpeza de Variáveis e Tela.
2. Declaração do Horizonte da Simulação na Dimensão Tempo, t, e na Gauss-Seidel, z.
3. Declaração dos Valores dos Parâmetros como Variáveis Escalares.
4. Declaração das Matrizes das Variáveis Endógenas de Tamanho (T, Z).
5. Declaração dos Estoques Iniciais (caso não seja nulo) e as Variáveis Exógenas.

(Gauss-Seidel) - Conjunto de Equações do Modelo

Etapa 1 – Looping no tempo.

Etapa 2 – Recálculo do Chute Inicial.

Etapa 3 – Looping de Solução.

(volta para etapa 1).

Parte 2 – Resolução de Modelos

Modelo 1 – "Modelo SIM – Cap. 3 GL2007"

Balanço Patrimonial do Modelo SIM

	1. Households	2. Production	3. Government	Σ
Money stock	$+H$	0	$-H$	0

Matriz de Transações do Modelo SIM

	1. Households	2. Production	3. Government	Σ
1. Consumption	$-C$	$+C$		0
2. Govt. expenditures		$+G$	$-G$	0
3. [Output]		$[Y]$		
4. Factor income (wages)	$+WB$	$-WB$		0
5. Taxes	$-T$		$+T$	
6. Change in the stock of money	$-\Delta H$		$+\Delta H$	0
Σ	0	0	0	0

Premissas do Modelo:

- A produto usa apenas o trabalho como fator de produção.
- Não há títulos financeiros, apenas moeda.
- O Déficit público é financiado com a emissão de moeda.
- Os preços são fixos.
- Economia Fechada.
- Não há restrições de mão-de-obra.

Parte 2 – Resolução de Modelos

Modelo 1 – "Modelo SIM – Cap. 3 GL2007"

Equações do Modelo

$$C_s = C_d$$
$$G_s = G_d$$
$$T_s = T_d$$
$$N_s = N_d$$
$$YD = W.N_s - T_s$$
$$T_d = \theta.W.N_s, \quad \theta < 1$$
$$C_d = \alpha_1.YD + \alpha_2.H_{h-1}, \quad 0 < \alpha_2 < \alpha_1 < 1$$
$$\Delta H_s = H_s - H_{s-1} = G_d - T_d$$
$$\Delta H_h = H_h - H_{h-1} = YD - C_d$$
$$Y = C_s + G_s$$
$$N_d = \frac{Y}{W}$$

Equação Redundante (ou omitida):

$$\Delta H_h = \Delta H_s$$

Dados para Simulação do Modelo

Parâmetros, Variáveis Exógenas:

$$G = 20$$
$$\alpha_1 = 0{,}6$$
$$\alpha_2 = 0{,}4$$
$$\theta = 0{,}2$$
$$W = 1$$

Parte 2 – Resolução de Modelos

Modelo 1 – "Modelo SIM – Cap. 3 GL2007"

Solução do Modelo

Equilíbrio de Curto Prazo:

$$Y = C + G$$

$$Y = \alpha_1.(1-\theta).Y + \alpha_2.H_{h-1}$$

$$Y = \frac{1}{[1-\alpha_1.(1-\theta)]}(G + \alpha_2.H_{h-1})$$

No estado estacionário, temos que:

$G = T^*$ [Orçamento Equilibrado]

Logo, temos:

$$G = \theta.Y^*$$

Portanto, temos:

$$Y^* = G/\theta$$

Dados para Simulação do Modelo

Parâmetros, Variáveis Exógenas:

$$G = 20$$

$$\alpha_1 = 0,6$$

$$\alpha_2 = 0,4$$

$$\theta = 0,2$$

$$W = 1$$

Parte 2 – Resolução de Modelos

Modelo 1 – "Modelo SIM – Cap. 3 GL2007"

Modelo_SIM_Cap_3.m | Modelo_PC_Cap_4.m

```
clear all; clc; close all;

T = 100; %input('Horizonte Temporal = ? ');
Z = 500; %input('Horizonte Gauss-Seidel = ? ');

% Parâmetros
G       = 20;
alpha_1 = 0.6;
alpha_2 = 0.4;
theta   = 0.2;
W       = 1.0;

% Variável Exógena
G = 25;

% Pré Alocação de Variáveis Endógenas
C_s = zeros(T,Z);
C_d = zeros(T,Z);
T_s = zeros(T,Z);
T_d = zeros(T,Z);
N_s = zeros(T,Z);
N_d = zeros(T,Z);
YD  = zeros(T,Z);
H_s = zeros(T,Z);
H_h = zeros(T,Z);
Y   = zeros(T,Z);
d_H_s = zeros(T,1);
d_H_h = zeros(T,1);
```

Horizonte de tempo e resolução

Parâmetros

Variável Exógena

Pré Alocação de Variáveis Endógenas

Parte 2 – Resolução de Modelos

Modelo 1 – "Modelo SIM – Cap. 3 GL2007"

Editor - D:\Google Drive\Documentos Julio\MATLAB\Macroeconomia\SFC Models\Mini_curso_UnB\Modelo_SIM

Modelo_SIM_Cap_3.m* | Modelo_PC_Cap_4.m

```
for t=2:T
    for z=2:Z
        if z==2
            C_s(t,z-1) = C_s(t-1,end);
            C_d(t,z-1) = C_d(t-1,end);
            T_s(t,z-1) = T_s(t-1,end);
            T_d(t,z-1) = T_d(t-1,end);
            N_s(t,z-1) = N_s(t-1,end);
            N_d(t,z-1) = N_d(t-1,end);
            YD (t,z-1) = YD (t-1,end);
            H_s(t,z-1) = H_s(t-1,end);
            H_h(t,z-1) = H_h(t-1,end);
            Y  (t,z-1) = Y  (t-1,end);
            C_s(t,z-1) = C_s(t-1,end);
        end
        % Equações Comportamentais e Identidades
        C_s(t,z)  = C_d(t,z-1);
        T_s(t,z)  = T_d(t,z-1);
        N_s(t,z)  = N_d(t,z-1);
        YD (t,z)  = W.*N_s(t,z-1) - T_s(t,z-1);
        T_d(t,z)  = theta.*W.*N_s(t,z-1);
        C_d(t,z)  = alpha_1.*YD(t,z-1) + alpha_2.*H_h(t-1,end);
        H_s(t,z)  = H_s(t-1,end) + G - T_d(t,z-1);
        H_h(t,z)  = H_h(t-1,end) + YD(t,z-1) - C_d(t,z-1);
        Y  (t,z)  = C_s(t,z-1) + G;
        N_d(t,z)  = Y(t,z-1)./W;
    end
        d_H_s(t,1) = H_s(t,end) - H_s(t-1,end);
        d_H_h(t,1) = H_h(t,end) - H_h(t-1,end);
```

Chute Inicial.

Resolução Gauss-Seidel

Parte 2 – Resolução de Modelos

Modelo 1 – “Modelo SIM – Cap. 3 GL2007”

```
%% De Matriz para Vetores e Tabela

        C_s  = C_s(:,end);
        T_s  = T_s(:,end);
        N_s  = N_d(:,end);
        YD   = YD (:,end);
        T_d  = T_d(:,end);
        C_d  = C_d(:,end);
        H_s  = H_s(:,end);
        H_h  = H_h(:,end);
        Y    = Y  (:,end);
        N_d  = Y  (:,end);

Nomes = {'t','C_s','C_d','YD','T_s','T_d','H_s','H_h','Y','N_s','N_d','dHs','dHh'};
Tempo = 1:T;
Tabela = [Nomes; num2cell([Tempo' C_s C_d YD T_s T_d H_s H_h Y N_s N_d d_H_s d_H_h])];
xlswrite('Tabela_SIM_Cap_3.xls',Tabela);
```

Vetorização das Matrizes

Formação de Tabela e Exportação para o Excel.

Parte 2 – Resolução de Modelos

Modelo 1 – “Modelo SIM – Cap. 3 GL2007”

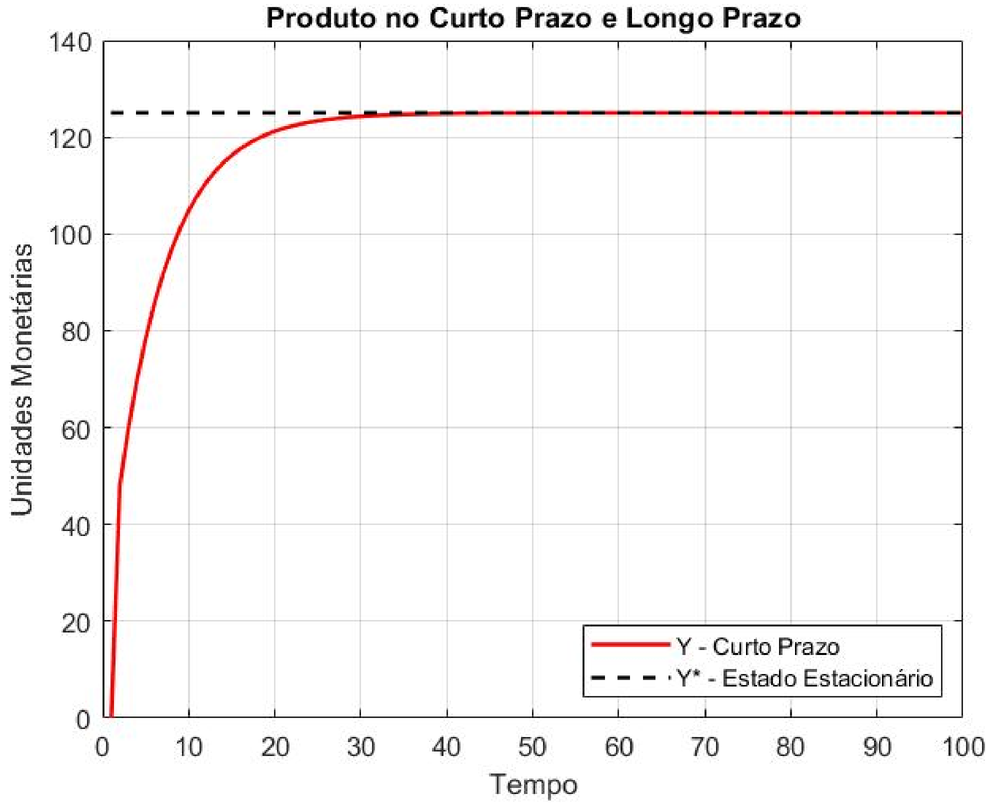
```
%% Plot das Figuras
clc;

figure
plot(1:T,Y,'-or',1:T,G.*ones(T,1),'-ok',1:T,C_s,'-om')
grid on
title('Produto, Gasto Público e Consumo')
xlabel('Tempo')
ylabel('Unidades Monetárias')
legend('Produto','Gasto Público','Consumo das Famílias','location','best')
```

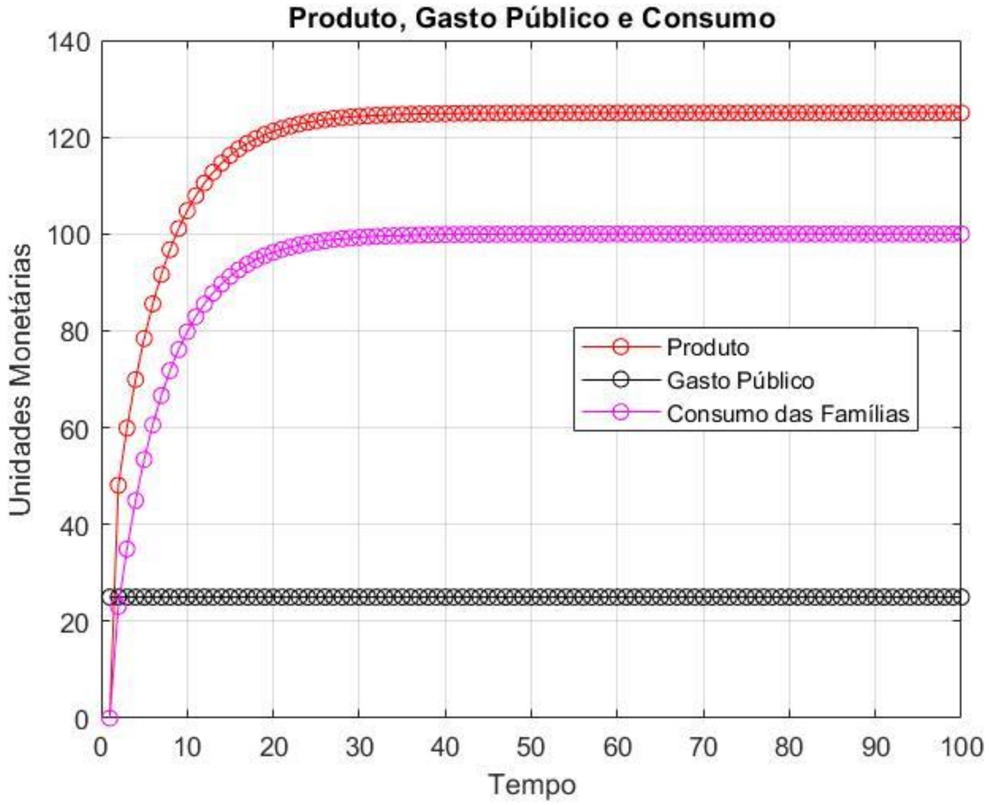
Geração de Figuras

Parte 2 – Resolução de Modelos

Modelo 1 – "Modelo SIM – Cap. 3 GL2007"

Simulações

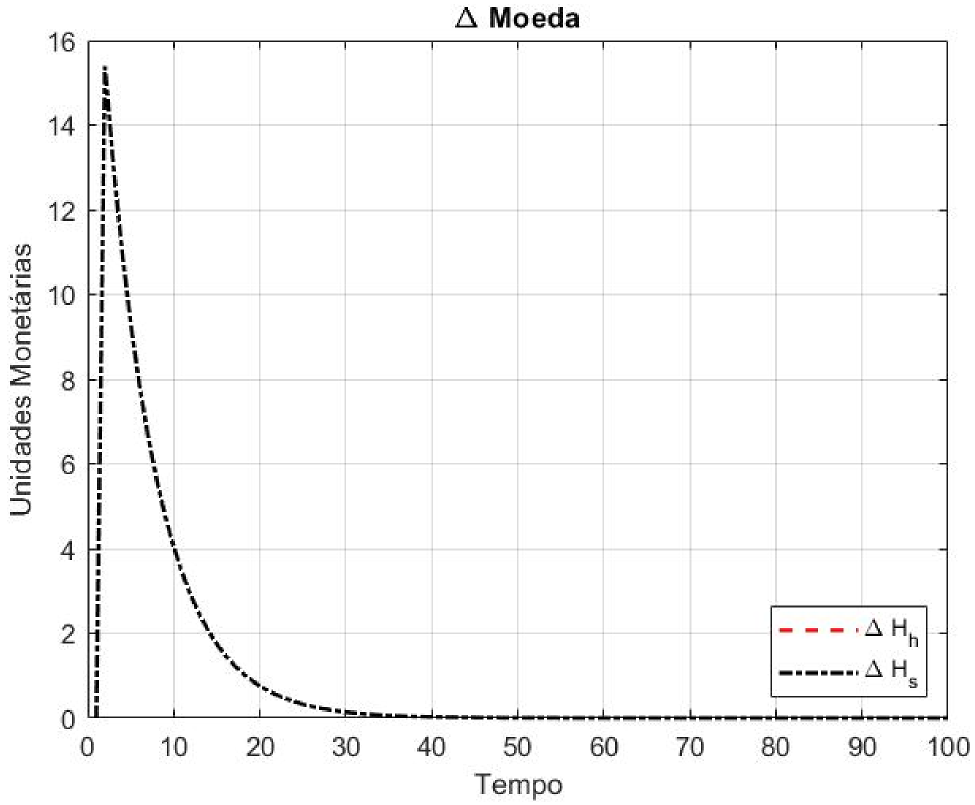


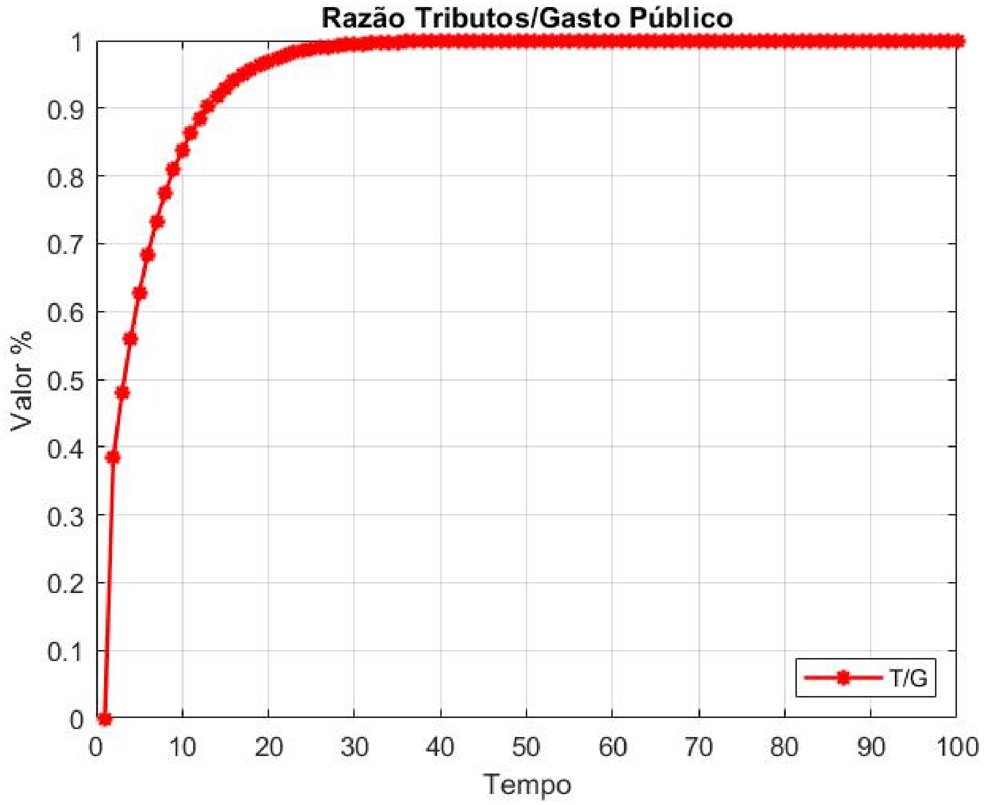


Parte 2 – Resolução de Modelos

Modelo 1 – “Modelo SIM – Cap. 3 GL2007”

Simulações

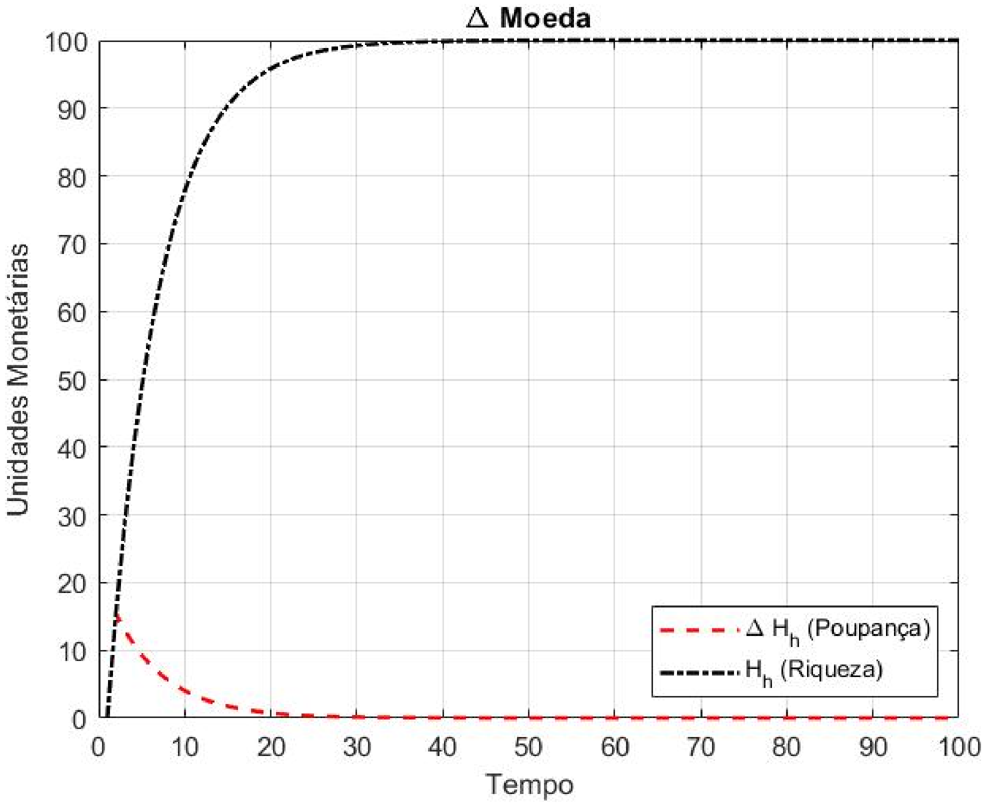


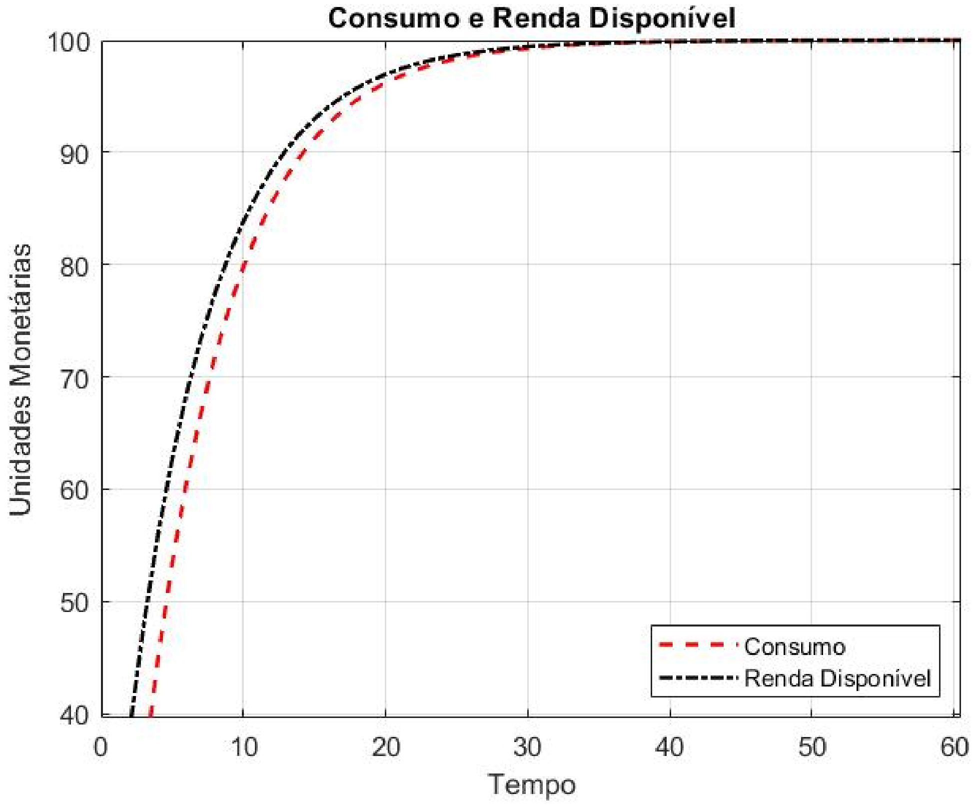


Parte 2 – Resolução de Modelos

Modelo 1 – "Modelo SIM – Cap. 3 GL2007"

Simulações





Parte 2 – Resolução de Modelos

Modelo 2 – "Modelo PC – Cap. 4 GL2007"

Balanço Patrimonial do Modelo SIM

Table 4.1 Balance sheet of Model *PC*

	Households	Production	Government	Central Bank	Σ
Money	$+H$			$-H$	0
Bills	$+B_h$		$-B$	$+B_{cb}$	0
Balance (net worth)	$-V$		$+V$		0
Σ	0		0	0	0

Matriz de Transações do Modelo SIM

Table 4.2 Transactions-flow matrix of Model *PC*

	Households	Production	Government	Central bank: Current	Central bank: Capital	Σ
Consumption	$-C$	$+C$				0
Government expenditures		$+G$	$-G$			0
Income = GDP	$+Y$	$-Y$				0
Interest payments	$+r_{-1} \cdot B_{h-1}$		$-r_{-1} \cdot B_{-1}$	$+r_{-1} \cdot B_{cb-1}$		0
Central bank profits			$+r_{-1} \cdot B_{cb-1}$	$-r_{-1} \cdot B_{cb-1}$		0
Taxes	$-T$		$+T$			0
Change in money	$-\Delta H$				$+\Delta H$	0
Change in bills	$-\Delta B_h$		$+\Delta B$		$-\Delta B_{cb}$	0
Σ	0	0	0	0	0	0

Premissas do Modelo:

- Há títulos públicos de CP e moeda.
- O déficit público é financiado com a emissão de moeda e venda de títulos as famílias.
- Os preços são fixos.
- Economia Fechada.
- Não há restrições ao produto e não há investimento.
- BC é o provedor em última instância.

Parte 2 – Resolução de Modelos

Modelo 2 – “Modelo PC – Cap. 4 GL2007”

Equações do Modelo

$$Y = C + G$$
$$YD = Y - T + r_{-1}.B_{h-1}$$
$$T = \theta.(Y + r_{-1}.B_{h-1}), \quad \theta < 1$$
$$V = V_{-1} + (YD - C)$$
$$C = \alpha_1.YD + \alpha_2.V_{-1}, \; 0 < \alpha_2 < \alpha_1 < 1$$
$$H_h = V - B_h$$ (Redundante)
$$\frac{B_h}{V} = \lambda_0 + \lambda_1.r - \lambda_2.\left(\frac{YD}{V}\right)$$
$$\frac{H_h}{V} = (1 - \lambda_0) - \lambda_1.r + \lambda_2.\left(\frac{YD}{V}\right)$$
$$\Delta B_s = B_s - B_{s-1} = (G + r_{-1}.B_{s-1}) - (T + r_{-1}.B_{cb-1})$$
$$\Delta H_s = H_s - H_{s-1} = \Delta B_{cb}$$
$$B_{cb} = B_s - B_h$$
$$r = \bar{r}$$
$$H_h = H_s$$ (Redundante)

Dados para Simulação do Modelo

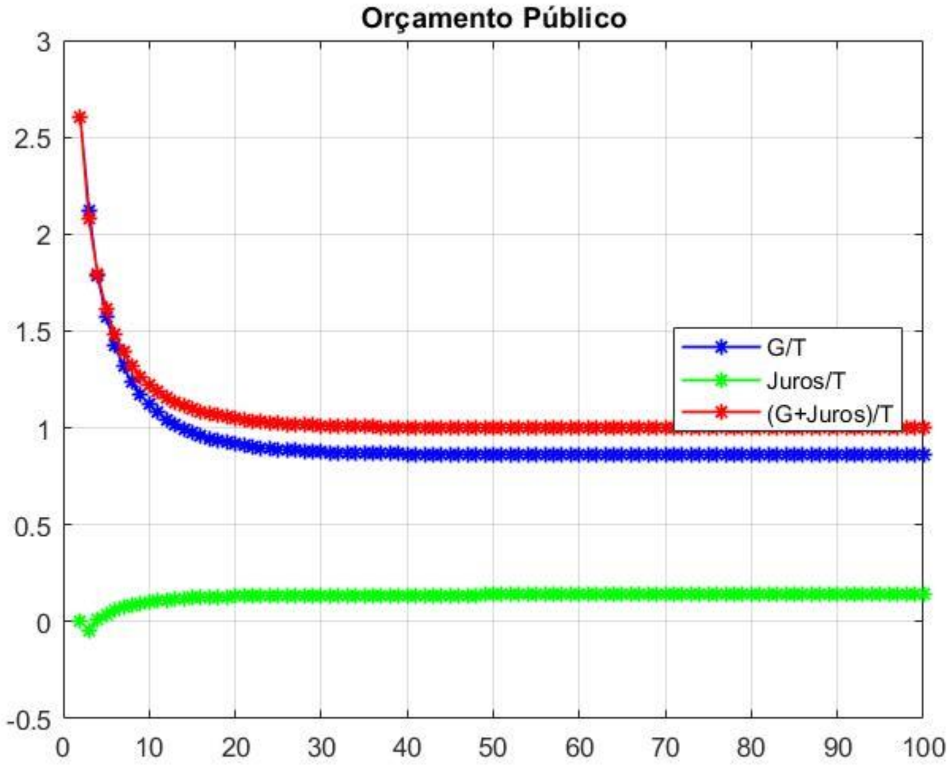
Parâmetros, Variáveis Exógenas:

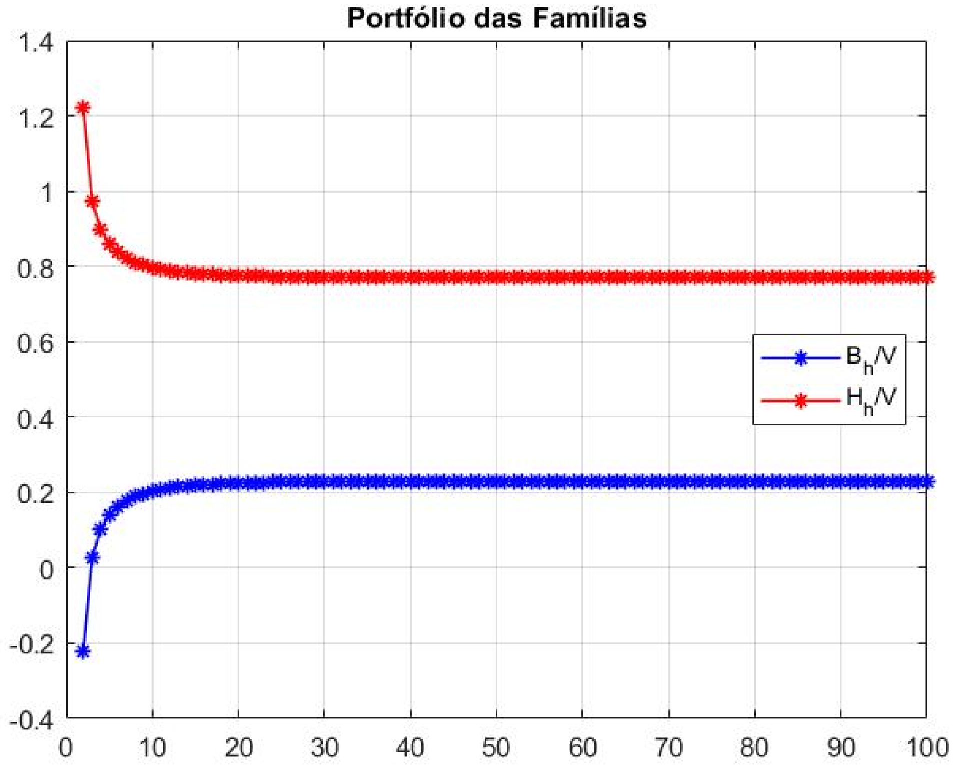
$\theta = 0{,}2$
$\alpha_1 = 0{,}6$
$\alpha_2 = 0{,}4$
$\lambda_0 = 0{,}1$
$\lambda_1 = 0{,}7$
$\lambda_2 = 0{,}2$
$\bar{r} = 0{,}05$
$G = 20$

Parte 2 – Resolução de Modelos

Modelo 2 – “Modelo PC – Cap. 4 GL2007”

Simulações

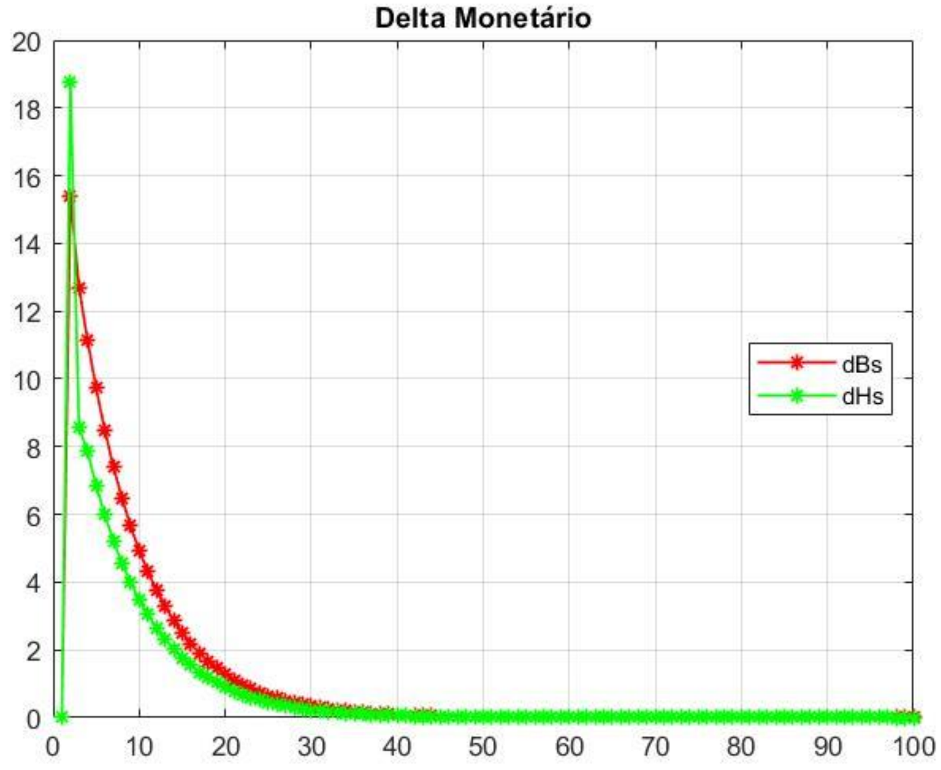


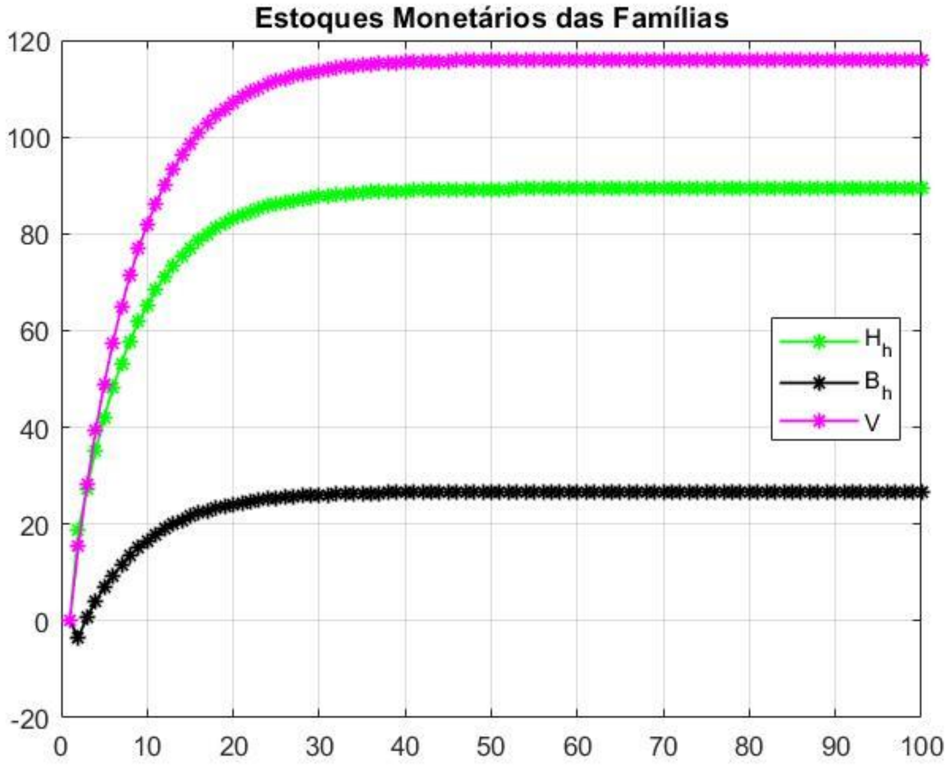


Parte 2 – Resolução de Modelos

Modelo 2 – “Modelo PC – Cap. 4 GL2007”

Simulações

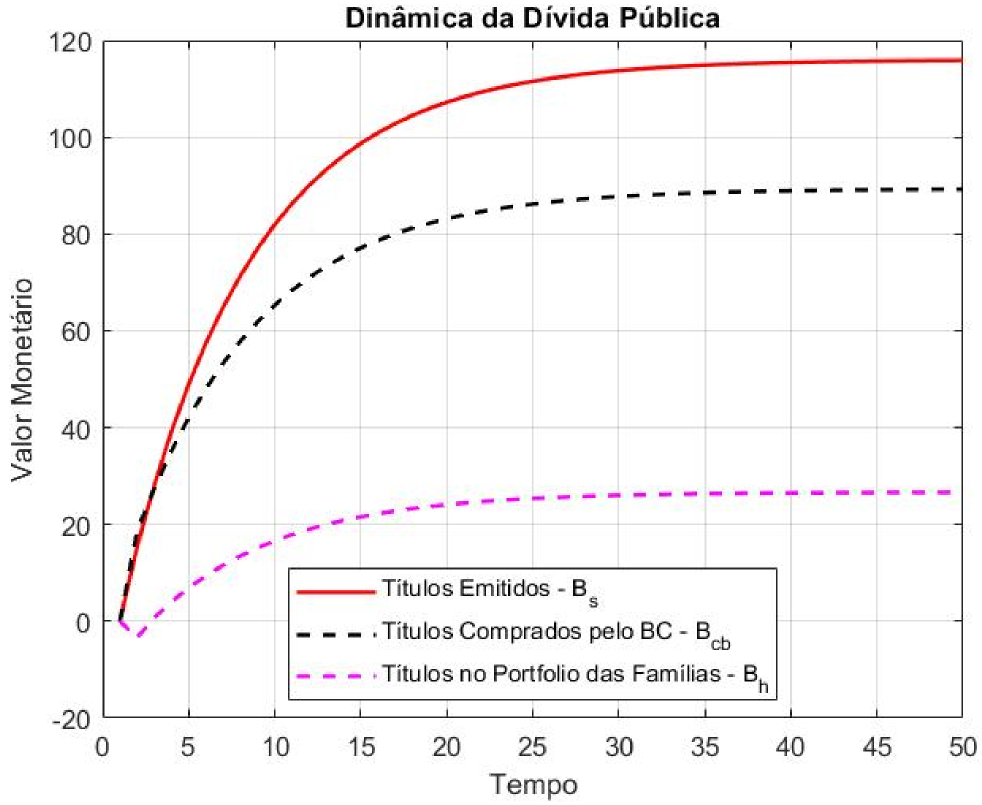


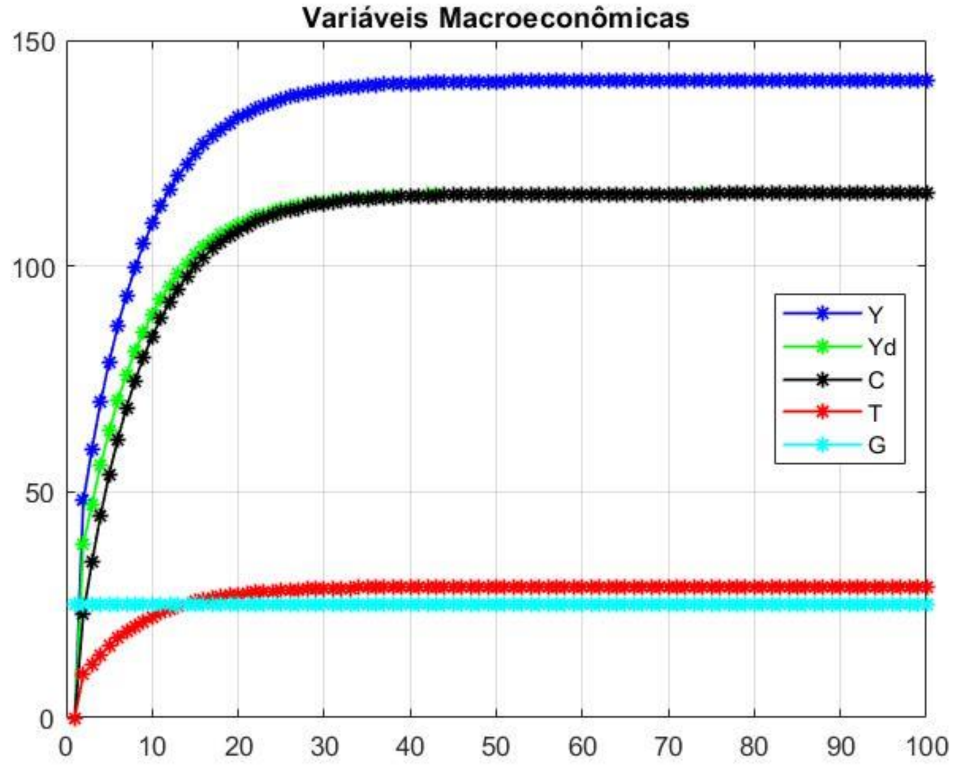


Parte 2 – Resolução de Modelos

Modelo 2 – "Modelo PC – Cap. 4 GL2007"

Simulações





Parte 2 – Resolução de Modelos

Modelo 2 – "Modelo PC – Cap. 4 GL2007"

Estado Estacionário

Solução de Estado Estacionário:

1. O orçamento público deve estar equilibrado, por definição:
$T^* + r^*.B_{cb} = G + r^*.B_s^*$
Fazendo as devidas substituições, temos:
$\theta.(Y^* + r^*.B_h^*) = G + r^*.(B_s^* - B_{cb}^*)$
$Y^* = (1/\theta).(G + (1-\theta).r^*.B_h^*)$
$Y^* = G_{NT}/\theta$ [Gasto Público + Juros livre de Impostos]

Todavia, há um problema.... B_h^* é endógeno!

Parte 2 – Resolução de Modelos

Modelo 2 – "Modelo PC – Cap. 4 GL2007"

Estado Estacionário

Solução de Estado Estacionário:

2. A dinâmica da riqueza no Estado Estacionário, nos diz que:

$$V^* = V^* + (YD^* - C^*)$$

Logo, temos que:

$$C^* = YD^*$$

Após algum algebrismo necessário, obtemos que:

$$C^* = \frac{(1-\theta)}{\theta}.[G^* + r^*.B_h^*]$$

Todavia, ainda incorremos no problema de ter uma função que dependa de B_h^* (variável endógena).

Parte 2 – Resolução de Modelos

Modelo 2 – "Modelo PC – Cap. 4 GL2007"

Estado Estacionário

Solução de Estado Estacionário:

3. Ainda sobre a dinâmica da riqueza no Estado Estacionário, temos que:

$$YD^* = C^*$$

$$YD^* = \alpha_1 . YD^* + \alpha_2 . V^*$$

$$\frac{V^*}{YD^*} = \frac{(1-\alpha_1)}{\alpha_2} = \alpha_3$$

Sabemos que:

$$B_h^* = \left[\lambda_0 + \lambda_1 . r^* - \lambda_2 . \left(\frac{YD^*}{V^*}\right)\right] . V^*$$

$$B_h^* = [\lambda_0 + \lambda_1 . r^* - \lambda_2] . \frac{V^*}{\alpha_3} \qquad \rightarrow \qquad B_h^* = [\lambda_0 + \lambda_1 . r^* - \lambda_2] . YD^*$$

Parte 2 – Resolução de Modelos

Modelo 2 – “Modelo PC – Cap. 4 GL2007”

Estado Estacionário

Solução de Estado Estacionário:

4. Como já sabemos que:

$$YD^* = C^* = \frac{(1-\theta)}{\theta}.[G^* + r^*.B_h^*]$$

Fazendo uso da equação anterior, temos que:

$$YD^* = \frac{G^*}{\left[\frac{\theta}{(1-\theta)}\right] - r^*.[\alpha_3.(\lambda_0+\lambda_1.r)-\lambda_2]}$$

Temos também que:

$$\frac{B_h^*}{V^*}.\alpha_3 = [\alpha_3.(\lambda_0 + \lambda_1.r) - \lambda_2]$$

Fazendo a devida substituição, temos que:

$$YD^* = \frac{G^*}{\left[\frac{\theta}{(1-\theta)}\right] - r^*.\frac{B_h^*}{V^*}.\alpha_3}$$

Se chamarmos o total de juros pago do governo sobre seus passivos de: $\check{r} = \frac{r^* B_h^*}{V^*}$, temos:

$$YD^* = \frac{G^*}{\left[\frac{\theta}{(1-\theta)}\right] - \alpha_3.\check{r}}$$

Sabendo que no EE, $Y^* = YD^* + G^*$, temos:

$$Y^* = \frac{1-\alpha_3.(1-\theta).\check{r}}{\theta-\alpha_3.(1-\theta).\check{r}}.G^*$$ [Produto de E.E.]

Parte 2 – Resolução de Modelos

Modelo 3 – “Modelo LP – Cap. 5 GL2007”

Balanço Patrimonial do Modelo SIM

Table 5.1 Balance sheet of Model *LP*

	Households	Production	Government	Central bank	Σ
Money	$+H$			$-H$	0
Bills	$+B_h$		$-B$	$+B_{cb}$	0
Bonds	$+BL \cdot p_{bL}$		$-BL \cdot p_{bL}$		0
Balance (net worth)	$-V$		$+V$	0	0
Σ	0		0	0	0

Matriz de Transações do Modelo SIM

Table 5.2 Transactions flow matrix of Model *LP*

	Households	Production	Government	Central bank: Current	Central bank: Capital	Σ
Consumption	$-C$	$+C$				0
Government expenditures		$+G$	$-G$			0
Income = GDP	$+Y$	$-Y$				0
Interest payments on bills	$+r_{b-1} \cdot B_{h-1}$		$-r_{b-1} \cdot B_{-1}$	$+r_{b-1} \cdot B_{cb-1}$		0
Interest payments on bonds	$+BL_{-1}$		$-BL_{-1}$			0
Central bank profits			$+r_{b-1} \cdot B_{cb-1}$	$-r_{b-1} \cdot B_{cb-1}$		0
Taxes	$-T$		$+T$			0
Change in money	$-\Delta H$				$+\Delta H$	0
Change in bills	$-\Delta B_h$		$+\Delta B$		$-\Delta B_{cb}$	0
Change in bonds	$-\Delta BL \cdot p_{bL}$		$+\Delta BL \cdot p_{bL}$			0
Σ	0	0	0	0	0	0
Memo: Capital gains	$-\Delta p_{bL} \cdot BL_{-1}$		$+\Delta p_{bL} \cdot BL_{-1}$			0

Premissas do Modelo:

- Há títulos de longo e curto prazo.
- Títulos de longo sofrem variação de preço.
- Havendo ΔP nos ativos, há ganhos/perdas de capital.
- Demais premissas seguem válidas.

Parte 2 – Resolução de Modelos

Modelo 3 – "Modelo LP – Cap. 5 GL2007"

Equações do Modelo

$$Y \equiv C + G \quad (1)$$
$$YD_r \equiv Y - T + r_{b-1}.B_{h-1} + BL_{h-1} \quad (2)$$
$$T = \theta.(Y + r_{b-1}.B_{h-1} + BL_{h-1}), \quad \theta < 1 \quad (3)$$
$$V \equiv V_{-1} + (YD_r - C) + CG \quad (4)$$
$$CG = \Delta p_{bL}.BL_{h-1} \quad (5)$$
$$C = \alpha_1.YD_r^e + \alpha_2.V_{-1}, \quad 0 < \alpha_2 < \alpha_1 < 1 \quad (6)$$
$$V^e \equiv V_{-1} - B_h - p_{bL}.BL_h \quad (7)$$
$$H_h = V - B_h - p_{bL}.BL_h \quad (8)$$
$$H_d = V^e - B_d - p_{bL}.BL_d \quad (9)$$
$$\frac{H_d}{V^e} = \lambda_{10} + \lambda_{12}.r_b + \lambda_{13}.ERr_{bL} + \lambda_{14}.\left(\frac{YD_r^e}{V^e}\right) \quad (10)$$
$$\frac{B_d}{V^e} = \lambda_{20} + \lambda_{22}.r_b + \lambda_{23}.ERr_{bL} + \lambda_{24}.\left(\frac{YD_r^e}{V^e}\right) \quad (11)$$
$$\frac{BL_d.p_{bL}}{V^e} = \lambda_{30} + \lambda_{32}.r_b + \lambda_{33}.ERr_{bL} + \lambda_{34}.\left(\frac{YD_r^e}{V^e}\right) \quad (12)$$

$$B_h = B_d \quad (13)$$
$$BL_h = BL_d \quad (14)$$
$$\Delta B_s \equiv B_s - B_{s-1} \equiv (G + r_{b-1}.B_{s-1} + BL_{s-1}) - (T + r_{b-1}.B_{cb-1}) - \Delta BL_s.p_{bL} \quad (15)$$
$$\Delta H_s \equiv H_s - H_{s-1} \equiv \Delta B_{cb} \quad (16)$$
$$B_{cb} = B_s - B_h \quad (17)$$
$$BL_s = BL_h \quad (18)$$
$$ERr_{bL} = r_{bL} + \chi.\frac{(p_{bL}^e - p_{bL})}{p_{bL}} \quad (19)$$
$$r_{bL} = 1/p_{bL} \quad (20)$$
$$p_{bL}^e = p_{bL} \quad (21)$$
$$CG^e = \chi.(p_{bL}^e - p_{bL}).BL_h \quad (22)$$
$$YD_r^e = YD_{r-1} \quad (23)$$
$$r_b = \bar{r}_b \quad (24)$$
$$p_{bL} = \bar{p}_{bL} \quad (25)$$
$$H_s = H_h \quad (26)$$