



---

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**

**Instituto de Economia**

**Mauricio Issao Sugiyama**

**Explorando o médio prazo como transiente: abordagem *Stock Flow Consistent* com o modelo Dos Santos-Zezza**

**Campinas**

**2013**

**Mauricio Issao Sugiyama**

**Explorando o médio prazo como transiente: abordagem *Stock Flow Consistent* com o modelo Dos Santos-Zezza**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Graduação do Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas, sob orientação do Prof. Dr. Antonio Carlos Macedo e Silva.

**Campinas**

**2013**

i

Ao acaso de estudar economia.

## **AGRADECIMENTO**

Jamais fora um sonho, nem um desejo. Hoje fica a satisfação e a gratidão de ter cursado economia. Agradeço ao amigo Márcio S., pela semente da ideia de cursar economia. Agradeço ao amigo Vinícius B., por não me fazer desistir do curso no primeiro semestre. Agradeço ao amigo Guilherme C., pela empolgação contagiante e companhia no caminho de volta. Agradeço aos professores do instituto, pelo esforço de ensinar uma leitura do mundo. Em especial para a monografia, possivelmente o meu primeiro e último trabalho como economista, agradeço ao professor e orientador Antonio Carlos Macedo e Silva, pela orientação e correções precisas, e ao Cláudio Hamilton Matos dos Santos, pelos comentários enriquecedores.

## Campinas 2013

SUGIYAMA, Mauricio Issao. **Explorando o médio prazo como transiente:** abordagem *Stock Flow Consistent* com o modelo Dos Santos-Zezza. 2013. 48p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Instituto de Economia. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.

## RESUMO

A modelagem *Stock Flow Consistent* (SFC) é uma abordagem formal de evolução de ativos e passivos que permite extrair implicações da interrelação entre agentes econômicos. A abordagem SFC possibilita a análise do estado transiente após a introdução de um choque no sistema. Porém, muitos estudos com modelos SFC focam o resultado do estado estacionário (*steady state*). O objetivo desta monografia é demonstrar, com o auxílio de simulações numéricas do modelo Dos Santos-Zezza (DSZ), que o resultado do transiente pode ser adequado para a avaliação do médio prazo. Analisaram-se os tempos de estabilização do sistema após um choque em cada parâmetro do modelo DSZ e compararam-se os resultados do estado estacionário (longo prazo) com as respostas do transiente (médio prazo).

**Palavras chaves:** Dinâmica macroeconômica, Macroeconomia pós-keynesiana, Fluxos e estoques.

## **ABSTRACT**

The SFC modeling is a formal approach to the evolution of assets and liabilities to extract implications of the interrelationship between agents. The SFC approach allows the analysis of the transient state after introducing a shock in the system. However, many SFC studies focus on the steady state results. The purpose of the present study is to demonstrate, with the aid of numerical simulations of the Dos Santos-Zezza (DSZ) model, that the transient trajectory is an adequate evaluation of the medium term. The stabilization time to the steady state was analyzed after a shock in each parameter of the DSZ model and the results of the steady growth (long-term) were compared to the transient responses (medium-term).

**Key words:** Macroeconomic dynamics, Pos-keynesian macroeconomy, Stock and flow.

## LISTA DE ABREVIATURAS

DSZ Dos Santos-Zezza

SFC *Stock-flow consistent*

TA5 Tempo de aproximação com critério de 5%

TE5 Tempo de estabilização com critério de 5%

## LISTA DE SÍMBOLOS

a	Proporção da riqueza das famílias gasta em consumo
B	Títulos emitidos pelo governo
C	Gasto com consumo
D	Depósito bancário das famílias
E	Total de ações emitidas
Ed	Demanda de ações
Es	Oferta de ações
Fb	Dividendos dos bancos
Fd	Dividendos das firmas
G	Gastos do governo
g	Taxa de crescimento do capital fixo ( $\Delta K/K$ )
$g_0$	Parâmetro de expectativa de longo prazo
gk	Sensibilidade do investimento agregado à taxa de juros do empréstimo
I	Investimento
ib	Taxa de juros paga pelos títulos do governo
il	Taxa de juros para empréstimos
is	<i>Spread</i> bancário
K	Estoque de capital
L	Empréstimos contraídos pelas firmas
p	Preço unitário do capital
pe	Preço da ação
Tf	Imposto pago pela firma



Tw	Impostos pagos pelos trabalhadores
u	Utilização da capacidade
Vb	Riqueza dos bancos
Vf	Riqueza das firmas
Vg	Riqueza do governo
Vh	Riqueza das famílias
VhN	Riqueza das famílias normalizada pelo valor do capital
Y	Produto nominal
YN	Produto nominal normalizado pelo valor do capital
W	Massa de salário
$\alpha$	Parâmetro acelerador do investimento
$\beta$	Parâmetro acelerador do investimento
$\chi$	Razão entre quantidade de ações e quantidade de capital fixo
$\delta$	Proporção da riqueza da família em ações
$\gamma$	Razão do gasto do governo pelo estoque de capital fixo
$\mu$	Taxa de distribuição de lucros da firma
$\pi$	Participação dos lucros na renda
$\theta$	Alíquota de impostos

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fluxos e estoques do modelo DSZ.....	9
Figura 2: $VhN$ após aumento de 0,02 da alíquota de imposto ( $\theta$ ).....	18
Figura 3: $VhN$ após aumento de 0,02 do <i>spread</i> ( $is$ ) e taxa de juros ( $ib$ ).....	20
Figura 4: $VhN$ após aumento e redução de 20% da distribuição de lucros ( $\mu$ ).....	21
Figura 5: $YN$ após aumento de 0,01 no parâmetro de gasto do governo ( $\gamma$ ).....	24
Figura 6: Taxas de crescimento de $Y$ e $pK$ após aumento de 0,01 da taxa de juros ( $is$ ).....	26

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Balanço patrimonial no modelo DSZ. ....	9
Tabela 2: Transações entre os agentes no modelo DSZ .....	10
Tabela 3: Parâmetros iniciais para o modelo DSZ. ....	17
Tabela 4: Valores de TE5 de VhN após variação de 0,01 e 0,02. ....	18
Tabela 5: Valores de TA5 de VhN após variação de 0,01 e 0,02. ....	19
Tabela 6: Valores de TA5 de VhN após variação de 20% e 40%. ....	20
Tabela 7: Valores de VhN no equilíbrio após uma variação de 20% e 40%. ....	22
Tabela 8: Valores de TA5 para variáveis normalizadas após uma variação de 0,01. ....	23
Tabela 9: Valores de TA5 para as taxas de crescimento após aumento de 0,01. ....	25
Tabela 10: Valores de equilíbrio de VhN após aumento de 40%. ....	26
Tabela 11: Distância para o novo equilíbrio de VhN após aumento de 40%. ....	27
Tabela 12: Distância para o novo equilíbrio de VhN após redução de 40%. ....	28
Tabela 13: Resultado de equilíbrio de YN após aumento de 40%. ....	29
Tabela 14: Distância para o novo equilíbrio de YN após aumento de 40%. ....	29
Tabela 15: Distância para o novo equilíbrio de YN após redução de 40%. ....	30
Tabela 16: Taxas de crescimento de Y acumuladas após aumento de 40%. ....	31
Tabela 17: Taxas de crescimento de Y por período após aumento de 40%. ....	31
Tabela 18: Taxas de crescimento de Vh por período após aumento de 40%. ....	32

## SUMÁRIO

Introdução.....	1
Capítulo 1. O tempo na macroeconomia e o médio prazo .....	3
1.1. O longo prazo neoclássico.....	3
1.2. O longo prazo pós-keynesiano, a abordagem SFC .....	4
1.3. O médio prazo .....	5
Capítulo 2. O modelo Dos Santos-Zezza .....	8
2.1. Equações Stock-flow consistent do modelo DSZ .....	9
2.2. Comportamento dos agentes .....	11
2.2.1. Consumo das famílias.....	11
2.2.2. Investimento das firmas .....	11
2.2.3. Comportamento financeiro das famílias .....	12
2.2.4. Comportamento financeiro das firmas.....	12
2.2.5. Comportamento financeiro dos bancos.....	13
2.2.6. Comportamento do governo .....	13
2.3. Sistema de equações diferenciais do modelo DSZ.....	14
Capítulo 3. Metodologia.....	15
Capítulo 4. Resultado das simulações .....	18
4.1. Avaliação do tempo de resposta da riqueza das famílias e da renda.....	18
4.2. Avaliação do tempo de resposta de outras variáveis.....	23
4.3. Avaliação do tempo de resposta das taxas de crescimento .....	25
4.4. Avaliação do médio prazo.....	26
5. Conclusões.....	33
Referência Bibliográfica.....	34
Apêndice: Códigos fontes do programa Matlab .....	35

## Introdução

Parte do esforço pós-keynesiano tem sido direcionado à construção de modelos formais para avaliar algumas das implicações da chamada financeirização. A abordagem SFC se apresenta como uma ferramenta capaz de operacionalizar este esforço<sup>1</sup>. À diferença dos modelos pós-keynesianos tradicionais, que se concentram na descrição dos *fluxos* entre os agentes econômicos, os modelos SFC descrevem de forma exaustiva (e, portanto, consistente) fluxos e estoques de um conjunto de setores econômicos e institucionais.

Modelos SFC podem retratar a economia com grande riqueza institucional, diferenciando atores como firmas, famílias, firmas financeiras, Governo, Banco Central, etc. Considera-se que cada segmento é definido pela quantidade e qualidade do seu estoque de riqueza. Esses estoques não só têm implicações diretas sobre fluxos (como no caso dos títulos de dívida e ações), como afetam decisões de gasto (como investimento e consumo) que determinam outros fluxos de renda. Nos modelos SFC, todo fluxo deve ter uma origem, um destino e ser coerente com as variações de ativos e passivos dos agentes.<sup>2</sup> Essas variações (que incluem ganhos e perdas de capital) geram uma nova situação patrimonial, que por sua vez engendra novos fluxos e novas decisões. A concatenação sucessiva de resultados assim determinados explicita as implicações patrimoniais dos agentes ao longo do tempo.

Embora os modelos SFC tenham a capacidade de reproduzir o comportamento temporal do sistema, muitos estudos focam a avaliação no estado estacionário do modelo. O estado estacionário representa o efeito terminal de uma alteração e não mostra o efeito inicial da resposta dinâmica. O objetivo desta monografia é demonstrar, com o auxílio de simulações numéricas, que o resultado do transiente pode ser adequado para a avaliação do médio prazo. Utilizou-se o modelo Dos Santos-Zezza que foi concebido como um modelo *benchmark* para a reflexão heterodoxa. Analisaram-se os tempos de estabilização do sistema após um choque em cada

---

<sup>1</sup> Van Treeck e Hein (2008) e Van Treeck (2008) são exemplos desse esforço.

<sup>2</sup> Como diz Godley (2007, p. 14) “não pode haver buracos negros”; a consistência de fluxos e de estoques deve ser uma “lei fundamental da macroeconomia análoga ao princípio da conservação de energia da física”.

parâmetro do modelo DSZ e compararam-se os resultados do estado estacionário (longo prazo) com as respostas do transiente (médio prazo).

O texto foi dividido em cinco capítulos. O primeiro capítulo aborda a noção de médio prazo adotada no estudo. O segundo capítulo apresenta sinteticamente o modelo Dos Santos-Zezza. O terceiro capítulo apresenta a metodologia adotada no estudo. O quarto capítulo apresenta e discute o resultado das simulações. O quinto capítulo sumariza as conclusões.

## Capítulo 1. O tempo na macroeconomia e o médio prazo

O tempo na macroeconomia pode ser tratado de diversas maneiras. Segundo Carvalho, “o tratamento do tempo reflete as escolhas fundamentais feitas por cada autor de quais processos constituem o cerne da vida econômica.” (1984-85, p. 215). Apresentam-se a seguir os conceitos adotados neste trabalho, explicitando as diferenças com outras abordagens.

### 1.1. O longo prazo neoclássico

A escola neoclássica parte de um conceito específico de equilíbrio para compor a sua definição de longo prazo. O conceito de equilíbrio adotado é o de posição de descanso. Considera-se que todas as variáveis escolhidas se ajustam umas às outras de tal maneira que não haja mais nenhuma tendência de mudança. O longo prazo neoclássico se refere a uma situação na qual todos os agentes conseguiram realizar esses ajustes necessários sem erros. Conforme afirma Carvalho (1984-85, p.216), “não se refere a nenhum processo real de evolução ou mudança” e se trata “de uma afirmação apriorística de como seria o mundo se a teoria for correta”. Ou seja, o longo prazo neoclássico seria a situação imaginária em que o equilíbrio se estabelece, sendo uma característica analítica e não temporal.

Mesmo não havendo uma descrição explícita da trajetória temporal, segundo Hicks (1939; 1965, apud DORE, 1984-85, p. 195), o longo prazo neoclássico teria relevância caso o equilíbrio estático apresente duas propriedades essenciais: (i) deve existir uma tendência de mudança em direção ao equilíbrio e (ii) a convergência ao equilíbrio deve ser rápida. A rápida convergência seria importante na análise estática para que a hipótese de *ceteris paribus* seja respeitada. Conforme ressalta Dore (1984-85, p. 196), “quanto mais tempo os preços levam para convergir ao equilíbrio, mais tempo a hipótese de *ceteris paribus* deve prevalecer“. No entanto, o equilíbrio neoclássico, se assumida a primeira hipótese de Hicks, é um estado que representaria o sistema no limite matemático de tempo infinito. À medida que o sistema se aproxima do equilíbrio, a velocidade das mudanças se reduz de tal maneira que o sistema sempre irá se aproximar do

equilíbrio, porém sem jamais o alcançar. Haveria uma inconsistência *a priori* entre o método da análise (convergência ao equilíbrio no infinito) e a premissa (convergência deve ser rápida)<sup>3</sup>.

Contudo, como ressalta Carvalho (1984-85), a crença nos ajustes do sistema econômico levou a grande parte dos autores a aceitar a convergência ao equilíbrio como fato econômico. Porém, a dinâmica é crucial para um julgamento das mudanças no sistema. Se o tempo para se atingir o equilíbrio é longo, não só a abordagem neoclássica perderia a coerência lógica em relação à hipótese de *ceteris paribus*, mas a própria análise perderia relevância<sup>4</sup>.

## 1.2. O longo prazo pós-keynesiano, a abordagem SFC

A teoria pós-keynesiana nasceu do descontentamento em relação à teoria neoclássica. Por não haver uma convergência a uma visão sobre a economia, os modelos pós-keynesianos abrangem uma grande variedade teórica. Carvalho (1984-85) categoriza as diferentes abordagens em dois grandes grupos: (i) o grupo que considera que o ponto de partida da análise deve ser o longo prazo (estático ou dinâmico); (ii) o grupo que considera que o ponto de partida deve ser o curto prazo.

Para o primeiro, representado pelos economistas *sraffianos*, o curto prazo carece de capacidade de influência no processo. Apenas no longo prazo é que as forças permanentes da economia conseguem se tornar claras frente aos ruídos do curto prazo. Para o segundo grupo, o de pós-keynesianos como Davidson e Minsky, processos de curto prazo, em particular a dinâmica do investimento, destroem a estabilidade necessária para que pontos de equilíbrios se tornem pontos gravitacionais. Portanto, não seria possível a separação de processo de curto e longo prazo, no qual as forças de longo prazo agem independentemente do curto prazo.

Segundo Macedo e Dos Santos (2008) a abordagem SFC se diferencia de modelos de longo prazo (neoclássicos ou *sraffianos*), no qual se pressupõe a tendência de longo prazo a uma situação de equilíbrio, e também de modelos pós-keynesianos de curto prazo, no qual não há a

---

<sup>3</sup> Para solucionar essa inconsistência, pode-se incorporar um critério de convergência ao equilíbrio. Pode-se considerar, por exemplo, que a aproximação de 95% do valor de equilíbrio seja adequada para uma análise. Para esse ponto o tempo não seria mais infinito.

<sup>4</sup> Qual seria a utilidade de uma mudança infinitamente lenta? Diamantes não são eternos. Mas a velocidade de alteração do diamante em grafite é infinitamente lenta. Nesse caso, nenhum joalheiro seria neoclássico, pois a informação do equilíbrio pouco importa.



possibilidade de se avançar para um período posterior. Esses autores (2008) afirmam que o SFC é “uma aproximação bastante razoável” (MACEDO; DOS SANTOS, 2008, p. 9) do meio termo entre curto prazo e longo prazo, apresentando potencial para “compreender aspectos das trajetórias dinâmicas de economias capitalistas em tempo histórico” (ibid, p. 24). Em suma, acredita-se que o detalhamento dos agentes e o tratamento consistente de fluxos e estoques gere um modelo da economia que possibilite a avaliação do médio prazo. Este médio prazo é entendido por esses autores (2008) como uma situação de equilíbrio temporal na qual algumas dimensões econômicas permanecem fixas (ex. inexistência de progresso técnico).

Porém, o médio prazo pode ser definido de outra maneira. Ao permitir uma construção da trajetória, a abordagem SFC permite analisar a evolução em termos temporais. É possível determinar quanto tempo será necessário para o sistema atingir um novo estado de crescimento estacionário (equilíbrio) após a introdução de uma alteração. É possível, em especial, analisar o período transiente entre dois estados de equilíbrio. Precisamente, esse período transiente entre equilíbrios é a definição adotada no presente estudo para o médio prazo. A seguir, desenvolve-se o conceito do médio prazo.

### **1.3. O médio prazo**

Para o presente estudo, o longo prazo não é uma referência para uma situação hipotética de equilíbrio, mas sim qualquer período de tempo igual ou superior ao tempo necessário para o sistema atingir o *steady state*. Esse tempo será chamado de *tempo de estabilização*. O tempo de estabilização deveria ser incorporado no estudo dos efeitos de choques no sistema (e na avaliação, para fins normativos, de *políticas* alternativas), comparando-o com o *intervalo de análise*, ou seja, o intervalo de tempo que se julga interessante para a avaliação de alteração em um sistema. Se a um agente interessa o intervalo de 20 anos, é frente a esse valor que ele deve julgar uma mudança. Se a mudança se completa apenas em 70 anos, para este agente o equilíbrio não ocorrerá a tempo. Este é um caso de *processo transiente*, no qual o ponto final do intervalo de análise depende fortemente da trajetória temporal do sistema. Se o tempo de estabilização for menor do que o intervalo de análise, temos um *processo de equilíbrio*.

A avaliação da trajetória é também importante para um julgamento de uma mudança, uma vez que há diferentes tipos de respostas. Por exemplo, uma variável de um sistema pode ter uma *resposta inversa*, ou seja, a resposta inicial pode ser no sentido contrário ao ponto final de equilíbrio. Outro comportamento possível é o *overshooting*, no qual a variável ultrapassa o ponto de equilíbrio. O conhecimento dessas trajetórias é relevante para interpretação de dados e tomada de decisões mesmo para um processo de equilíbrio. Uma escolha política não só deveria se basear em um futuro promissor (longo prazo) mas também nos efeitos do curto e médio prazo.

Os estudos de longo prazo (em tempo cronológico) são reféns da dinâmica do sistema (que define o tempo de estabilização). Um intervalo de análise muito longo compromete a aderência do modelo, pois é improvável que os parâmetros considerados fixos no modelo permaneçam constantes. Assim, quanto menor o tempo de estabilização, maior será a chance de aderência do modelo de longo prazo. Essa dependência em relação ao tempo de estabilização não ocorreria com modelos de médio prazo. Para os modelos de médio prazo, definidos no presente estudo como modelos de processo transiente, é possível sempre selecionar um intervalo de análise (ao menos *relativamente*) consistente com a hipótese de *ceteris paribus* e avaliar os resultados do sistema. Ou seja, o sistema não precisa mais convergir rapidamente para manter a consistência lógica da hipótese de *ceteris paribus*.

A possibilidade de adequação do intervalo de análise e o aumento da aderência da hipótese de *ceteris paribus* têm como consequência a possibilidade (ainda que problemática) de confrontar os modelos com dados empíricos. A possibilidade de escolha do intervalo de análise permite a seleção de diversos períodos menores no qual alguns parâmetros econômicos (ex. taxa de juros) permanecem relativamente estáveis. Para cada período selecionado pode se verificar a aderência do modelo de médio prazo com os dados empíricos. Não é necessário procurar um período no qual todos os parâmetros permanecem estáveis por um longo período (maior ou igual ao tempo de estabilização) a fim de comparar com o resultado de um modelo de equilíbrio. Sem a necessidade de encontrar períodos longos para verificação, há uma quantidade potencialmente maior de períodos disponíveis para estudos, o que implica um universo de dados maior. Segundo Godley e Lavoie (2007, p. 10): “It is an implication of our method that, by virtue of its comprehensive nature, it will ultimately enforce empirical study of the entire range of

macroeconomic relationships (...)”. O médio prazo como transiente é, potencialmente, o horizonte de tempo com grande potencial para tais estudos empíricos.

Além disso, a abordagem de transiente no médio prazo abre um novo foco de estudo: as rotas não convergentes. Um estudo de longo prazo considera que uma rota não convergente seja sem solução (para modelos de longo prazo cronológico) ou temporária e irrelevante (para modelos de longo prazo de equilíbrio estático). Porém, não se deve descartar *a priori* uma rota não convergente, pois o tempo de estabilização pode ser muito maior do que o intervalo de análise e a não convergência não significa diretamente uma trajetória explosiva. A rota não convergente apenas implica que alguma mudança deve ocorrer ao se atingir um limite (DOS SANTOS, MACEDO E SILVA, 2009). Um exemplo foi a queda das reservas internacionais brasileiras durante os primeiros anos do Plano Real, que acarretou a mudança de regime cambial. A economia, ao fim, pode ser resultado de uma concatenação de trajetórias não convergentes. O estudo de transiente no médio prazo oferece a possibilidade de explorar essas rotas e, principalmente, a combinação delas. Quando há dinâmicas diferenciais de variáveis ou efeitos acumulativos, é possível que a combinação de rotas não convergentes ofereça um melhor caminho do que um processo de uma rota contínua.

Por fim, ao se focar no transiente, é possível buscar uma convergência metodológica na abordagem SFC com o uso de linearizações. As equações linearizadas teriam validade para o intervalo de tempo próximo do ponto inicial, ou seja, para o transiente. A linearização das equações permitiria o desenvolvimento de resolução analítica geral para os diferentes modelos, facilitando a apresentação e comparação de modelos e a disseminação dos resultados.

## Capítulo 2. O modelo Dos Santos-Zezza

O modelo base para esta monografia foi o modelo Dos Santos-Zezza (DSZ) que nasceu do esforço de criar um modelo SFC pós-keynesiano *benchmark* simplificado. A abordagem SFC normalmente resulta em modelos relativamente complexos, dificultando a consolidação de uma sistemática de exploração dos modelos e disseminação dos principais resultados. O modelo DSZ buscou um modelo simplificado (a ponto de permitir a resolução analítica do *steady state*), mas ainda retendo os pontos essenciais da tradição pós-keynesiana. A descrição detalhada do modelo DSZ pode ser encontrada no artigo original (DOS SANTOS, ZEZZA, 2008). O objetivo desta seção será de apresentar de maneira sintética a estrutura do modelo (estoques e fluxos considerados) e a modelagem adotada para os fluxos.

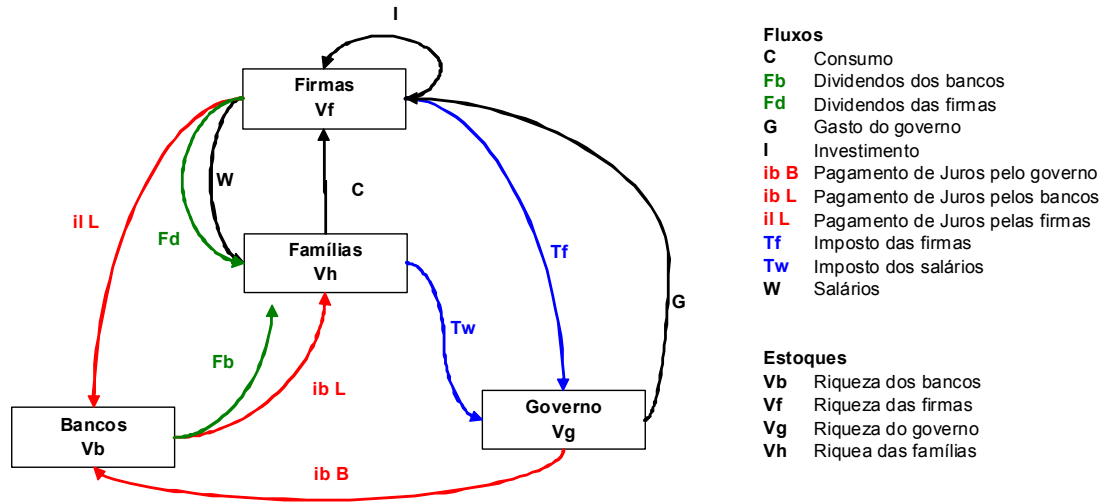
O modelo considera as famílias, as firmas, os bancos e o governo. As simplificações assumidas no modelo foram:

- Economia de puro crédito (todas as transações pagas em cheques bancários).
- Famílias não tomam empréstimos dos bancos.
- Famílias mantêm riqueza na forma de depósitos bancários e ações.
- Bancos sempre aceitam títulos do governo para fechar o déficit do governo.
- Bancos não pagam impostos.
- Bancos distribuem todos os lucros para as famílias.
- Governo opera em déficit.
- Investimento ocorre somente pelas firmas.
- Firmas financiam o investimento com empréstimos bancários, emissão de ações e retenção de lucro.

## 2.1. Equações Stock-flow consistent do modelo DSZ

Abaixo, um fluxograma de blocos representando a estrutura do modelo DSZ, com os agentes e os fluxos entre eles.

Figura 1: Fluxos e estoques do modelo DSZ



A tabela abaixo apresenta o balanço dos estoques entre os agentes.

Tabela 1: Balanço patrimonial no modelo DSZ.

	Famílias	Firms	Governo	Bancos	Total
Depósitos bancários	D			-D	0
Empréstimos bancários		-L		L	0
Títulos do governo			-B	B	0
Bens de capitais		p K			pK
Ações	pe E	-pe E			0
Total	Vh	Vf	Vg	Vb	pK

A partir do balanço dos estoques, obtêm-se as equações de estoque.

$$\text{Famílias: } V_h = D + pe E \quad (1)$$

$$\text{Firms: } V_f = pK - L - pe E \quad (2)$$

$$\text{Bancos: } V_b = B + L - D \quad (3)$$

Abaixo, a tabela com os fluxos do modelo.

**Tabela 2:** Transações entre os agentes no modelo DSZ

	Famílias	Firmas		Governo	Bancos
		Corrente	Capital		
Consumo	-C	C			
Gasto do governo		G		-G	
Investimento		$p\Delta K$	$-p\Delta K$		
Salários	W	-W			
Impostos	-Tw	-Tf		Tw+Tf	
Juros de empréstimos		-il L			il L
Juros de títulos				-ib B	ib B
Juros de depósitos	ib D				-ib D
Dividendos	Fd+Fb	-Fd			-Fb

Uma variação do valor de estoque pode ocorrer por causa dos fluxos de entrada e saída e também por causa de uma variação do preço de algum ativo do estoque. Assim, para o valor das ações, deve-se considerar a variação do seu preço no balanço. A equação que representa a consistência de estoque e fluxo (*stock-flow consistent*) é:

$$d(\text{Valor do estoque})/dt = (\text{Fluxos de entrada}) - (\text{Fluxos de saída}) + \text{Estoque } d(\text{preço})/dt$$

Aplicando para o modelo, com a simplificação de que os bancos distribuem todos os lucros para as famílias ( $V_b = 0$ ), temos:

$$\text{Famílias: } dV_h/dt = W + F_d + F_b + ib L - C - Tw + E \text{ } dpe/dt \quad (4)$$

$$\text{Firmas : } dV_f/dt = C + G - W - Tf - F_d - il L - E \text{ } dpe/dt \quad (5)$$

$$\text{Bancos: } dV_b/dt = il L + ib B - ib L - F_b = 0 \quad (6)$$

$$\text{Governo : } dV_g/dt = Tw + Tf - G - ib B \quad (7)$$

As equações acima representam a estrutura (agentes, estoques e fluxos) adotada pelo modelo e a consistência de estoque e fluxo. Para manter essa consistência, todas as contas são consideradas em termos nominais. Na próxima seção, apresentam-se as hipóteses comportamentais dos agentes adotadas no modelo DSZ.

## 2.2. Comportamento dos agentes

### 2.2.1. Consumo das famílias

A hipótese simplificadora adotada é de que todo salário subtraído dos impostos é gasto em consumo enquanto que as ‘famílias capitalistas’ (que recebem lucros distribuídos pelas firmas e pelos bancos) gastam uma parcela da riqueza.

$$C = W - T_w + a \cdot V_h = W (1 - \theta) + a V_h \quad (8)$$

a: proporção da riqueza das famílias gasto em consumo

C: gasto com consumo

V<sub>h</sub>: riqueza da famílias

W: massa de salário

θ: alíquota de imposto

### 2.2.2. Investimento das firmas

A função do investimento considera a utilização da capacidade instalada (aproximada pela razão produto/capital), a expectativa de longo prazo e o efeito da taxa de juros e dos lucros.

$$g = g_0 + (\alpha \pi + \beta) u - g_k i_l \quad (9)$$

g: taxa de crescimento do capital fixo ( $\Delta K/K$ )

g<sub>0</sub>: parâmetro de expectativa de longo prazo

i<sub>l</sub>: taxa de juros para empréstimos

u: utilização da capacidade, aproximada pela razão de produto/capital (Y/K)

α: parâmetro acelerador do investimento

β: parâmetro acelerador do investimento

π: participação dos lucros na renda

g<sub>k</sub> : sensibilidade do investimento à taxa de juros do empréstimo

### 2.2.3. Comportamento financeiro das famílias

O modelo DSZ supõe que uma parcela da riqueza das famílias é mantida em ações e outra como depósitos bancários.

$$\delta V_h = p_e E_d \quad (10)$$

$E_d$ : demanda de ações

$p_e$ : preço das ações

$\delta$ : proporção da riqueza da família em ações

$$(1 - \delta) V_h = D \quad (11)$$

$D$ : depósitos bancários das famílias

### 2.2.4. Comportamento financeiro das firmas

Supõe-se que as firmas mantêm uma razão fixa entre ações ( $e$ , portanto, empréstimos bancários) e capital fixo ( $E/K$ ) e que distribui uma proporção fixa dos lucros.

$$E_s = \chi K \quad (12)$$

$E_s$ : oferta de ações

$K$ : estoque de capital fixo

$\chi$ : razão entre quantidade de ações e quantidade de capital fixo

$$F_d = \mu [(1 - \theta) \pi u p K - i_l L] \quad (13)$$

$F_d$ : dividendos das firmas

$L$ : empréstimos contraídos pelas firmas

$p$ : preço unitário do capital

$\mu$ : taxa de distribuição de lucros da firma



O preço da ação ( $p_e$ ) ajusta a demanda e oferta por ação. Assim, temos:

$$E_d = E_s \quad (14)$$

$$p_e = \delta V_h / (\chi K) \quad (15)$$

### 2.2.5. Comportamento financeiro dos bancos

O modelo supõe que os bancos fornecem qualquer empréstimo demandado pelas empresas aplicando um *spread* de taxa de juros<sup>5</sup>. Além disso, os bancos recebem qualquer depósito das famílias e títulos do governo e distribuem todos os lucros.

$$i_l = i_b + i_s \quad (16)$$

$i_b$ : taxa de juros dos títulos do governo

$i_s$ : *spread* bancário

$$F_b = i_l L + i_b B - i_b D \quad (17)$$

B: Títulos emitidos pelo governo

F<sub>b</sub>: dividendos dos bancos

### 2.2.6. Comportamento do governo

O governo define a taxa de juros dos títulos ( $i_b$ ) e a taxa de impostos ( $\theta$ ), parâmetros fixos no modelo. Assume-se que o gasto do governo é proporcional ao estoque de capital. A oferta de títulos do governo é determinada residualmente pela restrição orçamentária.

$$G = \gamma p K \quad (18)$$

G: gasto do governo

$\gamma$ : razão do gasto do governo pelo estoque de capital fixo

---

<sup>5</sup> No modelo DSZ original (DOS SANTOS, ZEZZA, 2008), a taxa de juros de empréstimo é obtida por um mark-up em relação à taxa de juros dos títulos do governo.

### 2.3. Sistema de equações diferenciais do modelo DSZ

A partir das equações (1) a (18), obteve-se o sistema de equações diferenciais abaixo.

$$d(pK)/dt = (g_0 - g_k i) pK + (\alpha \pi + \beta) Y \quad (19)$$

$$dV_h/dt = (F_d + F_b + W + i_b D - C - T_w - \delta (dpK/dt) / pK V_h) / (1 - \delta) \quad (20)$$

$$dB/dt = \gamma pK + i_b B - \theta Y \quad (21)$$

$$dD/dt = (1 - \delta) dV_h/dt \quad (22)$$

$$dL/dt = dD/dt - dB/dt \quad (23)$$

### Capítulo 3. Metodologia

Em um estudo de comparação de equilíbrios, o tempo de estabilização do sistema deveria ser menor do que o horizonte de tempo do estudo. Em caso de um intervalo de análise menor do que o tempo de estabilização, o resultado de interesse seria o do transiente. No entanto, caso a trajetória esteja sempre no sentido do equilíbrio final, o resultado estaria sempre entre os pontos de equilíbrio inicial e final, sendo possível inferir o resultado do transiente a partir do equilíbrio.

Se a trajetória apresentar algum trecho em sentido contrário ao equilíbrio final, tal inferência não seria mais possível. Mesmo se conhecendo o formato da trajetória, seria necessário saber o grau de afastamento do equilíbrio e o ponto de reversão da trajetória para inferir o resultado do transiente. Essas informações não podem ser obtidas pelo resultado de equilíbrio do sistema. Ademais, se as variáveis apresentarem velocidades de resposta diferentes, mesmo que as trajetórias de todas as variáveis sigam sempre no sentido do equilíbrio, não seria possível inferir a mudança da composição relativa das variáveis do sistema durante o transiente.

Em resumo, para que o resultado do transiente seja inferido pelo resultado do equilíbrio duas condições são necessárias: todas as variáveis do modelo devem ter trajetória sempre em sentido do equilíbrio e todas as variáveis devem ter a mesma velocidade de resposta. O estudo objetivou demonstrar que essas condições não são satisfeitas. Realizou-se uma análise de sensibilidade da dinâmica do modelo DSZ variando todos os parâmetros do modelo DSZ. Analisaram-se os tempos de resposta e as respostas do transiente.

Apesar do esforço de simplificação, o modelo DSZ é composto por um sistema de equações diferenciais não lineares (equações 19 a 23). Embora o modelo apresente solução analítica para o *steady state*, a solução analítica do sistema de equações diferenciais não é simples<sup>6</sup>. Optou-se pela solução numérica. O sistema de equações foi trabalhado na forma

---

<sup>6</sup> O desenvolvimento do sistema de equações diferenciais resultou em uma equação conhecida como Lienard que apresenta solução analítica para alguns casos específicos. Alguns exemplos de soluções analíticas podem ser encontrados em Polyanin, Zaitsev (2003, p. 301).

diferencial e a integração numérica foi realizada com a rotina ode45 do programa Matlab. Para determinar o *steady state*, resolveu-se a integração para um período de 1000 anos<sup>7</sup>.

O *steady state* do modelo DSZ é um crescimento estacionário. Para comparar o resultado de equilíbrio antes e depois de um choque, avaliou-se a composição relativa entre as variáveis em cada equilíbrio com a normalização de todas as variáveis por uma variável. As variáveis normalizadas apresentam valor constante em crescimento estacionário, sendo conveniente para a avaliação da proporção do equilíbrio inicial e final das variáveis. No caso de um regime transiente, a dinâmica de uma variável normalizada depende da dinâmica de duas variáveis, dificultando a análise. Para analisar a dinâmica individual de cada variável avaliou-se a taxa de crescimento de cada variável. As taxas de crescimento de todas as variáveis são iguais antes de um choque e estabilizarão em um mesmo valor após o choque, facilitando a análise do transiente.

Como critério de convergência para a determinação do tempo de estabilização adotou-se o valor de 5% (TE5). O tempo de estabilização representa o tempo a partir do qual a distância ao equilíbrio final sempre ficará menor do que o critério de convergência adotado.

Adotou-se também um critério de tempo de aproximação (TA) que representa o menor tempo para se aproximar do valor de equilíbrio. Uma variável pode ultrapassar o valor de equilíbrio, reverter o sentido e convergir para o equilíbrio (*overshooting*). Nesse caso, o tempo de aproximação será o tempo da primeira aproximação ao equilíbrio. O tempo de aproximação mede indiretamente a velocidade inicial da mudança em direção ao ponto de equilíbrio. O critério adotado foi de 5% (TA5), ou seja, o menor de tempo para alcançar uma distância menor do que 5% do equilíbrio final. Todos os tempos (TA5 e TE5) foram expressos em anos. O termo *tempo de resposta* foi empregado sem distinção e pode significar tanto o tempo de estabilização quanto para o tempo de aproximação.

O método de simulação numérica adotado no presente estudo seguiu os seguintes passos: (1) definir o sistema de equações de estoques e fluxos, (2) atribuir valores iniciais para todos os parâmetros de forma a obter um equilíbrio inicial, (3) impor um choque ao sistema com a alteração de um parâmetro, (4) realizar simulação numérica do sistema para obter a resposta ao

---

<sup>7</sup> O resultado assim obtido é consistente com a solução analítica para o *steady state*, apresentada no artigo original Dos Santos, Zezza (2008). A solução analítica, no entanto, é obtida a partir de um polinômio de terceiro grau. É necessário verificar qual resultado do polinômio representa o *steady state*. Optou-se por integrar numericamente até um tempo distante.

choque. O estado inicial<sup>8</sup> para todas as simulações considerou os valores da Tabela 3 para os parâmetros.

**Tabela 3:** Parâmetros iniciais para o modelo DSZ.

Parâmetro	Descrição	Valor Inicial
$\mu$	Taxa de distribuição de lucros da firma	0,50
$i_s$	<i>Spread</i> bancário	0,035
$i_b$	Taxa de juros para empréstimos	0,03
$\gamma$	Razão do gasto do governo pelo estoque de capital fixo	0,15
$a$	Proporção da riqueza das famílias gasta em consumo	0,03
$\theta$	Alíquota de impostos	0,25
$g_k$	Sensibilidade do investimento à taxa de juros do empréstimo	0,20
$\alpha$	Parâmetro acelerador do investimento	0,30
$\pi$	Participação dos lucros na renda	0,22
$\delta$	Proporção da riqueza da família em ações	0,15
$g_0$	Parâmetro de expectativa de longo prazo do investimento	0,03

---

<sup>8</sup> Para o presente estudo, os valores iniciais dos parâmetros *não* foram baseados em estudos empíricos. Com os parâmetros da tabela, a renda agregada do equilíbrio inicial é composta por 63% de consumo, 27% de gasto do governo e 10% de investimento. Os valores do estado estacionário para esses parâmetros são:  $V_h=0.7866$  e  $B=0.5844$  para  $pK=1$ .

## Capítulo 4. Resultado das simulações

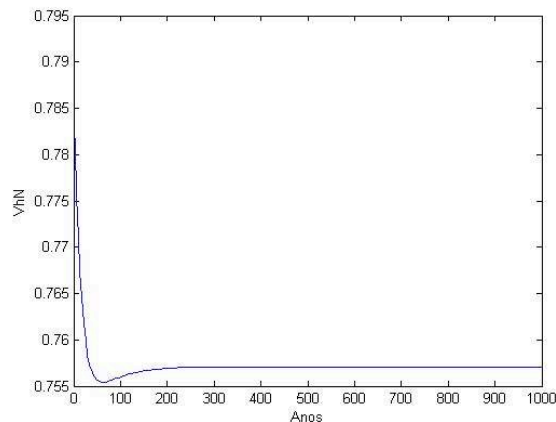
### 4.1. Avaliação do tempo de resposta da riqueza das famílias e da renda

Inicialmente, variou-se 0,01 e 0,02 para cima e para baixo cada um dos parâmetros do modelo (choques) e calculou-se o TE5 (tempo de estabilização com critério de convergência de 5%) da riqueza total das famílias normalizada pelo capital fixo (VhN) para cada variação. Os resultados estão na Tabela 4. A primeira coluna da esquerda indica o parâmetro que sofreu a variação e as outras colunas mostram os valores de TE5 de VhN para cada valor de variação.

**Tabela 4:** Valores de TE5 de VhN após variação de 0,01 e 0,02.

Parâmetro	Variação do parâmetro			
	-0,02	-0,01	+0,01	+0,02
$\mu$	71	65	56	52
is	62	54	312	472
ib	24	29	75	253
$\gamma$	234	258	30	29
a	66	52	36	33
$\theta$	29	30	621	303
gk	29	29	647	257
$\alpha$	230	258	29	29
$\pi$	241	436	30	30
$\delta$	62	62	59	59
g0	-	420	29	27

**Figura 2:** VhN após aumento de 0,02 da alíquota de imposto ( $\theta$ ).



Nota-se que há uma variabilidade grande do TE5 entre os diferentes parâmetros. Há tempos muito longos para alguns casos (redução de  $\gamma$ ,  $\alpha$ ,  $\pi$  e aumento de  $is$ ,  $ib$ ,  $\theta$  e  $gk$ ). Para alguns casos, observou-se que a curva de riqueza apresenta *overshooting* com posterior estabilização assintótica como na Figura 2. Para a redução de 0,02 do parâmetro de expectativa de longo prazo ( $g_0$ ), o modelo não convergiu.

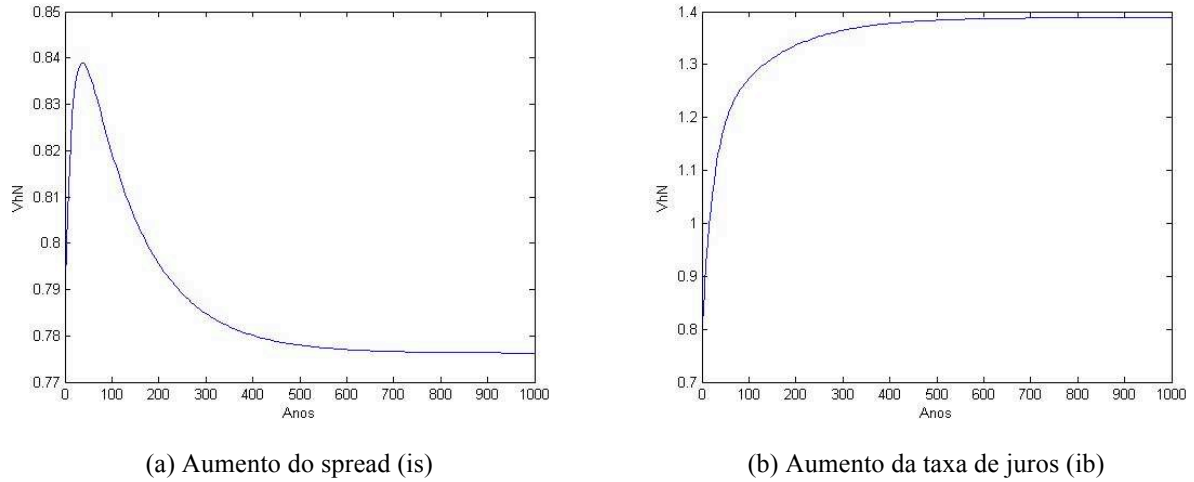
Avaliou-se o menor tempo de resposta para se aproximar do equilíbrio com critério de 5% (TA5). Enquanto o TE5 capta o tempo de estabilização, o TA5 mostra a velocidade da mudança. A Tabela 5 mostra o resultado de TA5 de VhN para os diversos choques. Alguns cenários de *overshooting* apresentaram tempo de TA5 menor do que o TE5. A Figura 2 mostra um desses casos (*overshooting* de VhN ao aumento de 0.02 da alíquota de imposto).

**Tabela 5:** Valores de TA5 de VhN após variação de 0,01 e 0,02.

Parâmetro	Variação do parâmetro			
	-0,02	-0,01	+0,01	+0,02
$\mu$	71	65	56	52
$is$	62	54	15	472
$ib$	24	29	75	253
$\gamma$	28	29	30	29
$a$	66	52	36	33
$\theta$	29	30	29	28
$gk$	29	29	28	28
$\alpha$	28	28	29	29
$\pi$	29	29	30	30
$\delta$	62	62	59	59
$g_0$	-	22	29	27

As taxas de juros mais elevadas ( $is$  e  $ib$ ) resultaram em TA5 igual a TE5. Para o aumento de 0,02 do *spread* bancário ( $is$ ), observou-se uma resposta inversa e depois estabilização gradual para o *steady state* (Figura 3a). Para o aumento de 0,02 da taxa de juros do governo ( $ib$ ), observou-se uma resposta lenta sem *overshooting* (Figura 3b). No geral, o tempo de aproximação se situou entre 30 e 70 anos para os degraus de 0,01 e 0,02.

**Figura 3:** VhN após aumento de 0,02 do *spread* (is) e taxa de juros (ib).



Os degraus de 0,01 e 0,02 representam uma variação relativa diferente para cada parâmetro, dado os diferentes valores iniciais. Isso poderia ser uma causa da variabilidade entre os tempos de TA5. Para a taxa de juro *ib* (valor inicial de 3%), um aumento de 0,01 representa aumento de 30% enquanto que para a razão do gasto do governo pelo capital  $\gamma$  (valor inicial de 0,15) a variação de 0,01 representa aumento de 6,7%. Para verificar o efeito de uma variação relativa, comparou-se o TA5 para uma variação relativa de 20% e 40% para cima e para baixo em relação ao valor inicial de todos os parâmetros. Os resultados estão na Tabela 6.

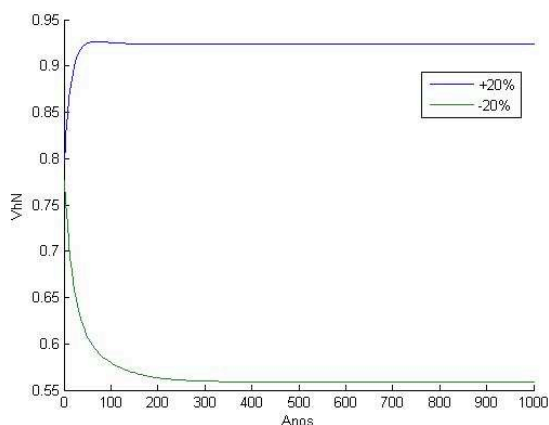
**Tabela 6:** Valores de TA5 de VhN após variação de 20% e 40%.

Parâmetro	Variação do parâmetro			
	-40%	-20%	+20%	+40%
$\mu$	-	140	33	23
<i>is</i>	59	49	21	8
<i>ib</i>	28	33	53	97
$\gamma$	22	27	29	29
<i>a</i>	55	48	40	36
$\theta$	29	30	28	26
<i>gk</i>	29	29	28	27
$\alpha$	12	26	29	28
$\pi$	21	27	29	29
$\delta$	66	63	58	55
<i>g0</i>	17	27	30	28



Mesmo com igual variação relativa, os tempos de aproximação obtidos foram diferentes para cada parâmetro. Além disso, observa-se que degraus diferentes de um mesmo parâmetro resultam em tempos de aproximação diferentes. Isso ocorre tanto para degraus de diferente magnitude em mesmo sentido, quanto para degraus de mesma magnitude em sentido inverso. Ou seja, tanto o sentido quanto a magnitude do degrau afetam o tempo de resposta do sistema.

**Figura 4:**  $VhN$  após aumento e redução de 20% da distribuição de lucros ( $\mu$ ).



Nota-se um tempo elevado para uma redução da distribuição dos lucros ( $\mu$ ). A dinâmica é mais lenta para uma variação para baixo do que para cima (Figura 4). O mesmo se observou na Tabela 5, mas na Tabela 6 as diferenças se aumentaram. O tempo de resposta TA5 é menor para o aumento do *spread* bancário (*is*) por causa do *overshooting*. O aumento de 40% do *is* ainda é menor do que o aumento de 0,02. Por isso, na Tabela 6 não ocorre a resposta inversa do modelo que ocasiona prolongamento do TA5.

A diferença no tempo de aproximação ainda pode ter como causa a diferente magnitude do impacto com cada alteração. Cada alteração leva a um diferente ponto de equilíbrio final, indicando que há uma força diferente de cada parâmetro no sistema. A Tabela 7 mostra o valor da riqueza ( $Vh/K$ ) no equilíbrio, após a alteração de cada parâmetro. Os valores foram normalizados pelo valor inicial. Assim, o valor final da riqueza de 1,02 para o aumento de 20% do *spread* (*is*) indica que este aumento causou aumento de 0,02 em relação à condição inicial.

**Tabela 7:** Valores de VhN no equilíbrio após uma variação de 20% e 40%.

Parâmetro	Variação do parâmetro			
	-40%	-20%	+20%	+40%
$\mu$	-	0.71	1.17	1.29
is	0.94	0.97	1.02	1.03
ib	0.84	0.91	1.12	1.30
$\gamma$	0.89	0.95	1.05	1.09
a	1.25	1.11	0.91	0.84
$\theta$	1.22	1.10	0.91	0.84
gk	0.93	0.97	1.04	1.08
$\alpha$	1.14	1.10	0.91	0.83
$\pi$	0.89	0.95	1.04	1.08
$\delta$	1.04	1.02	0.98	0.96
g0	1.15	1.09	0.92	0.86

Analisaram-se os casos no qual os mesmos choques relativos causaram alteração de mesma proporção. Os pares a- $\theta$  e gk- $\pi$  apresentaram mesmo resultado para o aumento relativo de 20% e 40%. O par  $\gamma$ - $\pi$  apresentou mesmo resultado para a redução relativa de 20% e 40%. Dentre esses casos, os pares gk- $\pi$  e  $\gamma$ - $\pi$  apresentaram tempos de aproximação TA5 semelhantes quando o resultado final foi semelhante. Porém, o par a- $\theta$  apresentou tempos diferentes. Mesmo com o mesmo efeito final, o tempo de resposta de diferentes choques pode ser diferente.

Em resumo, choques em parâmetros diferentes com mesma variação absoluta, mesma variação relativa ou mesmo resultado final resultaram em tempos de respostas de VhN e YN diferentes. Conclui-se que no modelo DSZ cada parâmetro apresenta tempo de resposta específico a um choque. Para um mesmo parâmetro, diferentes degraus (tamanho e sentido) causaram diferentes tempos de respostas. A avaliação do tempo de resposta para VhN e YN mostra que não é possível determinar um tempo de resposta único para o modelo. É preciso determinar o tempo de resposta para o parâmetro a ser estudado e para o sentido e magnitude da alteração de interesse. A possibilidade de resposta inversa reforça a importância de avaliar a dinâmica do choque específico a ser estudado.

## 4.2. Avaliação do tempo de resposta de outras variáveis

Repetiu-se a análise do tempo de resposta para as seguintes variáveis do sistema: riqueza das famílias (Vh), estoque de títulos do governo (B), estoque de depósitos (D), empréstimos para as firmas (L), renda total (Y), salário (W), consumo total (C), lucro distribuído pelas firmas (Fd), lucro distribuído pelos bancos (Fb). Todas as variáveis foram normalizadas pelo valor do capital fixo (pK). Para indicar a normalização, acrescentou-se a letra N na variável (ex. VhN). A Tabela 8 mostra os valores de TA5 para um aumento de 0,01 em cada parâmetro<sup>9</sup>. Observa-se que os tempos de aproximação são diferentes para cada variável. Por exemplo, o TA5 após um aumento de 0,01 da taxa básica de juros (ib) da riqueza das famílias (VhN) é de 75 anos, mas para a renda total (YN) é de 96 anos.

As variáveis de fluxo YN, WN e CN (renda, massa salarial e consumo agregado normalizados) na Tabela 8 apresentaram valores de TA5 com maior variação. Para a variação de  $\gamma$  e  $\theta$  (razão do gasto do governo em relação ao capital fixo e alíquota de imposto) o TA5 da renda total normalizada (YN) é de um ano para o  $\gamma$  e de 8 anos para o  $\theta$ , bem menor do que os valores de TA5 de choques de outros parâmetros (19 a 96 anos). Nenhuma variável de estoque apresentou uma variabilidade tão grande.

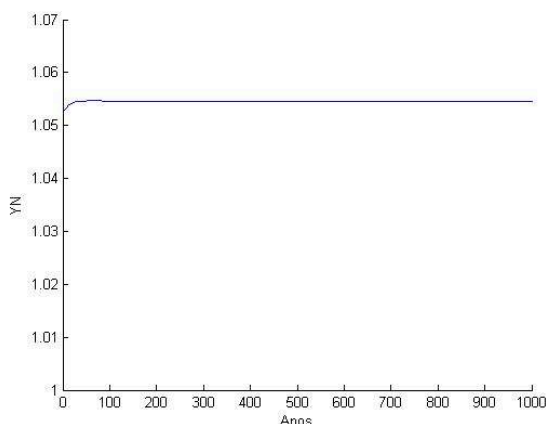
**Tabela 8:** Valores de TA5 para variáveis normalizadas após uma variação de 0,01.

Parâmetro	Tempo de aproximação ao equilíbrio TA5 (anos)								
	VhN	BN	DN	LN	YN	WN	CN	FdN	FbN
$\mu$	56	156	56	132	56	56	56	246	132
is	15	180	15	204	19	19	18	217	219
ib	75	198	75	236	96	96	86	233	236
$\gamma$	30	120	30	133	1	1	2	89	133
a	38	96	38	166	61	61	61	275	166
$\theta$	29	138	29	151	8	8	8	118	151
gk	29	137	29	150	38	38	38	155	150
$\alpha$	29	124	29	136	39	39	39	142	136
$\beta$	29	101	29	112	39	39	41	118	112
$\pi$	30	125	30	137	33	1	31	93	137
$\delta$	60	160	35	107	60	60	60	110	107
g0	29	85	29	95	38	38	42	101	95

<sup>9</sup> Nem todos os cenários atingiram um resultado com significado econômico. Houve valores negativos de estoques em alguns casos.

Os fluxos podem sofrer variações imediatas com a alteração de um parâmetro<sup>10</sup>. Uma alteração do gasto do governo (parâmetro  $\gamma$ ) implica uma alteração imediata na renda total (Figura 5). Para os parâmetros iniciais selecionados, logo no primeiro ano YN se aproximou do valor final de equilíbrio<sup>11</sup>. Observou-se que essas alterações imediatas não são necessariamente no sentido do novo equilíbrio. A avaliação mais detalhada será feita na parte de avaliação do médio prazo (transiente).

**Figura 5:** YN após aumento de 0,01 no parâmetro de gasto do governo ( $\gamma$ ).



**Nota:** Os valores foram normalizados pelo valor inicial de Y. Assim, o equilíbrio inicial está em 1,0.

Conclui-se que o tempo de resposta é específico por variável. Um mesmo choque causa tempos de resposta diferentes nas diversas variáveis. Para um estudo deve-se identificar a variável de interesse e avaliar o tempo de resposta para essa variável.

<sup>10</sup>No momento da alteração do parâmetro que afeta um fluxo, ocorre uma descontinuidade na função desse fluxo e a derivada desse fluxo é inexistente. Uma alteração do parâmetro  $\delta$  (proporção da riqueza da família em ações) ocasiona uma descontinuidade nos estoques L, D e Vh. Os parâmetros  $\delta$  e  $\chi$  são os únicos parâmetros estoque/estoque do modelo DSZ.

<sup>11</sup>Ainda ocorre variação de YN após o primeiro ano, porém menor do que 5%.

### 4.3. Avaliação do tempo de resposta das taxas de crescimento

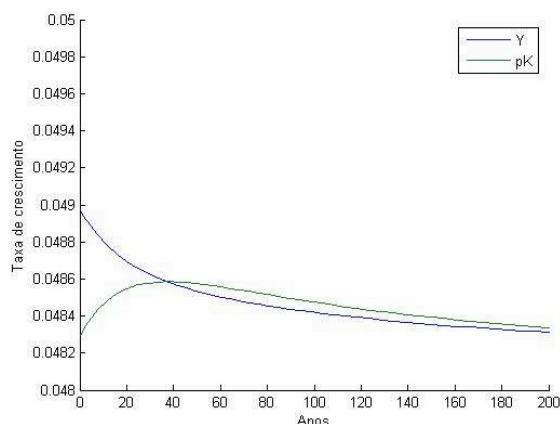
Por ser uma razão de duas variáveis, a dinâmica de uma variável normalizada depende da dinâmica de duas grandezas diferentes. A fim de avaliar a dinâmica de cada variável isolada, estudou-se a taxa de crescimento de cada variável. Para indicar a taxa, acrescentou-se a letra d antes de cada variável (ex. dVh). Avaliou-se o TA5 para um aumento de 0,01 de cada parâmetro para todas as variáveis do item anterior. Os resultados estão na Tabela 9. Adicionou-se na tabela a taxa de crescimento de capital fixo (dpK).

**Tabela 9:** Valores de TA5 para as taxas de crescimento após aumento de 0,01.

Parâmetro	Tempo de aproximação ao equilíbrio TA5 (anos)									
	dVh	dB	dD	dL	dY	dW	dC	dFd	dFb	dpK
$\mu$	158	247	158	408	62	62	81	212	408	56
is	40	188	40	168	15	15	23	163	168	1
ib	103	291	103	51	26	26	46	262	51	130
$\gamma$	57	206	57	244	1	1	35	175	244	1
a	74	195	74	8	45	45	53	150	8	61
$\theta$	66	289	66	260	47	47	55	252	260	8
gk	40	158	40	371	3	3	14	123	371	26
$\alpha$	39	150	39	299	3	3	13	114	299	26
$\beta$	37	136	37	221	1	1	11	96	221	25
$\pi$	57	213	57	236	1	1	36	182	236	1
$\delta$	176	250	176	442	58	58	77	215	442	60
g0	35	127	35	178	3	3	11	83	178	1

Observa-se que a taxa de crescimento do capital fixo (dpK) tem uma grande variabilidade de TA5 dependendo do choque (1 a 130 anos). Por causa dessa variabilidade, o tempo de resposta das variáveis normalizadas pelo capital fixo (como no item anterior) não serão iguais ao tempo de resposta da taxa de crescimento. O tempo de resposta de YN (renda total normalizada) para um aumento de 0,01 em gk,  $\alpha$ ,  $\beta$  (parâmetros de investimento) é de 38 a 39 anos (Tabela 8). O tempo de resposta de dY (taxa de crescimento da renda total) para variações nesses mesmos parâmetros é de 1 a 3 anos (Tabela 9). A renda total, nesse caso, alcança a taxa de crescimento do novo equilíbrio rapidamente. Porém, como a taxa de crescimento do capital fixo é mais lenta para esses choques, o tempo de resposta da renda total normalizada pelo capital apresenta tempo de resposta maior. A Figura 6 mostra a evolução das taxas de crescimento de Y e pK após um aumento de 0,01 da taxa de juros (is). A renda normalizada YN é resultado de ambas dinâmicas.

**Figura 6:** Taxas de crescimento de Y e pK após aumento de 0,01 da taxa de juros (is).



A avaliação do tempo de resposta da taxa de crescimento de cada variável para variações em todos os parâmetros ressalta que a resposta de cada variável pode ser bem diferente de outra variável.

#### 4.4. Avaliação do médio prazo

Para avaliar o médio prazo, escolheram-se os períodos de 5, 10 e 20 anos, sendo o período de 1000 anos o equilíbrio final. A referência de 0 anos mostra o momento inicial logo após a alteração do parâmetro.

**Tabela 10:** Valores de equilíbrio de VhN após aumento de 40%.

Parâmetro	Riqueza das famílias (VhN)				
	0 ano	5 anos	10 anos	20 anos	1000 anos
$\mu$	1.000	1.106	1.179	1.262	1.295
is	1.000	1.016	1.028	1.041	1.026
ib	1.000	1.061	1.109	1.175	1.299
$\gamma$	1.000	1.032	1.054	1.077	1.091
a	1.000	0.947	0.911	0.870	0.837
$\theta$	1.000	0.949	0.911	0.863	0.837
gk	1.000	1.024	1.041	1.063	1.075
$\alpha$	1.000	0.935	0.893	0.850	0.827
$\pi$	1.000	1.027	1.045	1.065	1.077
$\delta$	1.000	0.990	0.982	0.973	0.962
g0	1.000	0.949	0.915	0.879	0.858

**Nota:** Valores de VhN foram divididos pelo valor do equilíbrio anterior ao choque.

Para a avaliação do médio prazo, calcularam-se a riqueza das famílias normalizada (VhN) e a renda total normalizada (YN) após a alteração de 40% para cima e para baixo em cada parâmetro ( $\mu$ ,  $is$ ,  $ib$ , etc). A Tabela 10 mostra os valores de VhN para o caso de aumento de 40% de cada parâmetro. Todos os valores (VhN) foram divididos pelo valor de equilíbrio antes da alteração. Percebe-se no ano zero que o valor para alteração todos os parâmetros é de 1. Ou seja, o valor imediatamente após a alteração de 40% de cada parâmetro (ano 0) é igual ao valor antes da alteração. A última coluna mostra o *steady state* (ano 1000), no qual observa-se que cada choque resulta em um valor final diferente de *steady state* de VhN. Por exemplo, um aumento de 40% na taxa de juros do governo ( $ib$ ) eleva o valor de equilíbrio de VhN em 29,9%, enquanto que para o *spread* bancário ( $is$ ) a elevação é de 2,6%.

**Tabela 11:** Distância para o novo equilíbrio de VhN após aumento de 40%.

Parâmetro	% do equilíbrio (VhN)				
	0 ano	5 anos	10 anos	20 anos	1000 anos
$\mu$	0%	36%	61%	89%	100%
$is$	0%	62%	106%	157%	100%
$ib$	0%	20%	36%	59%	100%
$\gamma$	0%	35%	59%	85%	100%
$a$	0%	33%	55%	80%	100%
$\theta$	0%	31%	55%	84%	100%
$gk$	0%	31%	54%	83%	100%
$\alpha$	0%	38%	62%	87%	100%
$\pi$	0%	34%	58%	84%	100%
$\delta$	0%	28%	47%	72%	100%
$g0$	0%	36%	60%	85%	100%

Para comparar as trajetórias com diferentes pontos finais, normalizou-se o valor de VhN pela distância em relação ao valor do *steady state* (Tabela 11). Atribuiu-se o valor de 0% ao equilíbrio inicial antes do choque e o de 100% ao equilíbrio final após o choque, normalizando os resultados do transiente nessa nova escala. Com isso, é possível comparar diretamente a dinâmica de cada choque em termos da distância ao equilíbrio final. Nota-se que para VhN todos os pontos iniciais coincidem com o valor do equilíbrio inicial. Conforme observado na avaliação dos tempos de respostas, as velocidades de aproximação ao equilíbrio são diferentes para cada tipo de parâmetro alterado. Fica evidente na Tabela 11 que após um aumento do *spread* bancário ( $is$ ) ocorreu um *overshooting* de VhN, com o valores do ano 10 (106%) e do ano 20 (157%) acima do

valor de equilíbrio final. O aumento da taxa de juros dos títulos do governo ( $ib$ ) não causou *overshooting*, mas apresentou a dinâmica mais lenta de todos, alcançando 59% do equilíbrio após 20 anos.

**Tabela 12:** Distância para o novo equilíbrio de VhN após redução de 40%.

Parâmetro	% do equilíbrio (VhN)				
	0 ano	5 anos	10 anos	20 anos	1000 anos
$\mu$	-	-	-	-	-
$is$	0%	26%	45%	69%	100%
$ib$	0%	35%	59%	85%	100%
$\gamma$	0%	33%	58%	91%	100%
$a$	0%	23%	40%	65%	100%
$\theta$	0%	35%	58%	84%	100%
$gk$	0%	34%	57%	83%	100%
$\alpha$	0%	46%	82%	132%	100%
$\pi$	0%	33%	58%	92%	100%
$\delta$	0%	23%	41%	64%	100%
$g0$	0%	36%	64%	102%	100%

A Tabela 12 mostra o efeito da redução de 40% de cada parâmetro. A resposta no ano zero (logo após o choque) mostra que nenhum dos choques causa uma resposta imediata de VhN. Observa-se que ocorre *overshooting* para a redução do acelerador do investimento ( $\alpha$ ) e da expectativa de longo prazo ( $g0$ ), sendo que a alteração do parâmetro de investimento ( $\alpha$ ) apresenta a dinâmica mais rápida dentre todos os parâmetros. A redução de  $is$ ,  $a$  e  $\delta$  apresentaram dinâmica mais lenta, com a resposta no ano 5 menor do que 30% de avanço para o *steady state*. A redução de 40% da distribuição dos lucros ( $\mu$ ) convergiu para um valor negativo de riqueza das famílias.

Repetiu-se a análise para a renda total normalizada ( $YN$ ). Para o aumento de 40% de cada parâmetro (Tabela 13), observa-se que no ano zero os valores já são diferentes da condição inicial para todos os casos, menos para a alteração da distribuição dos lucros ( $\mu$ ) e da proporção de ação ( $\delta$ ). A alteração dos parâmetros causou alteração imediata do valor da renda total. Para o caso do gasto do governo ( $\gamma$ ) e da taxa de imposto ( $\theta$ ) essa alteração inicial representa a grande parte da alteração total. Ou seja, a resposta de curto prazo, para esses parâmetros, representa grande parte da mudança total.



**Tabela 13:** Resultado de equilíbrio de YN após aumento de 40%.

Parâmetro	Renda total (YN)				
	0 ano	5 anos	10 anos	20 anos	1000 anos
$\mu$	1.000	1.013	1.022	1.032	1.037
$is$	0.985	0.987	0.989	0.990	0.989
$ib$	0.987	0.995	1.001	1.009	1.025
$\gamma$	1.315	1.319	1.322	1.324	1.326
$a$	1.050	1.040	1.034	1.027	1.021
$\theta$	0.817	0.812	0.808	0.804	0.801
$gk$	0.973	0.976	0.978	0.981	0.982
$\alpha$	1.082	1.073	1.068	1.062	1.059
$\pi$	0.898	0.901	0.903	0.905	0.907
$\delta$	1.000	0.999	0.998	0.997	0.995
$g0$	1.063	1.057	1.053	1.048	1.045

**Nota:** Valores de YN foram divididos pelo valor do equilíbrio anterior ao choque.

**Tabela 14:** Distância para o novo equilíbrio de YN após aumento de 40%.

Parâmetro	% do equilíbrio (YN)				
	0 ano	5 anos	10 anos	20 anos	1000 anos
$\mu$	0%	36%	61%	89%	100%
$is$	129%	111%	99%	84%	100%
$ib$	-51%	-20%	4%	37%	100%
$\gamma$	97%	98%	99%	99%	100%
$a$	232%	189%	160%	127%	100%
$\theta$	92%	94%	96%	99%	100%
$gk$	152%	136%	123%	108%	100%
$\alpha$	139%	125%	115%	105%	100%
$\pi$	109%	106%	104%	102%	100%
$\delta$	0%	28%	47%	70%	100%
$g0$	139%	125%	116%	106%	100%

Para o *spread* bancário ( $is$ ), a parcela de riqueza para consumo ( $a$ ) e todos os parâmetros da função de investimento ( $gk$ ,  $\alpha$ ,  $\pi$ ,  $g0$ ) o valor no ano zero representa um *overshooting* imediato (*overshooting* de curto prazo). Ou seja, a renda total se inicia no mesmo sentido do equilíbrio final, mas com valor que ultrapassa o valor final de equilíbrio. Para o *spread*, além disso, ocorre ainda mais um *overshooting* durante a trajetória, com a renda total (YN) ficando abaixo do valor final. Houve uma resposta inversa para o aumento da taxa de juros dos títulos do

governo (ib). Logo após o aumento da taxa, a renda total se reduz, porém o equilíbrio final é maior do que o inicial.

**Tabela 15:** Distância para o novo equilíbrio de YN após redução de 40%.

Parâmetros	% do equilíbrio (YN)				
	0 ano	5 anos	10 anos	20 anos	1000 anos
$\mu$	0%	9%	16%	26%	100%
is	210%	181%	160%	134%	100%
ib	-175%	-78%	-12%	58%	100%
$\gamma$	96%	97%	98%	100%	100%
a	161%	147%	136%	121%	100%
$\theta$	89%	93%	95%	98%	100%
gk	144%	130%	119%	107%	100%
$\alpha$	129%	115%	105%	91%	100%
$\pi$	113%	109%	105%	101%	100%
$\delta$	0%	24%	40%	64%	100%
g0	143%	127%	115%	99%	100%

Para o caso de redução de 40% de cada parâmetro (Tabela 15), o resultado na renda total apresentou novamente resposta inversa para a taxa de juros dos títulos do governo (ib) e *overshooting* para os parâmetros is, a, gk,  $\alpha$ ,  $\pi$  e g0.

A análise do médio prazo mostra que a maioria das respostas de médio prazo (5, 10 e 20 anos) da riqueza das famílias normalizada pelo capital (VhN) representa um valor intermediário entre os equilíbrios inicial e final. Além disso, a velocidade da resposta para os diferentes choques são aproximadamente semelhantes. Ou seja, para VhN, uma análise de equilíbrio poderia ser uma aproximação da análise de médio prazo, salvo nos casos de aumento das taxas de juros (ib) e do *spread* (is) e da redução dos parâmetros  $\alpha$  e g0 que apresentaram resposta inversa.

No caso da renda total normalizada (YN), houve uma alteração imediata de YN no tempo zero com a alteração de todos os parâmetros, salvo nos parâmetros  $\mu$  e  $\delta$ , evidenciando a existência de efeitos de curto prazo. Além disso, em muitos casos ocorreu resposta inversa no curto prazo. Assim, a resposta de curto e médio prazo não seguem necessariamente o sentido do *steady state* final. Ou seja, o transiente da renda total normalizada (YN) não poderia ser inferido a partir de uma análise de equilíbrio.

**Tabela 16:** Taxas de crescimento de Y acumuladas após aumento de 40%.

Parâmetro	Taxa de crescimento acumulada da renda total (Y)					
	Inicial	1 ano	5 anos	10 anos	20 anos	Final
$\mu$	5.30%	5.61%	5.59%	5.57%	5.54%	5.44%
is	5.30%	3.54%	4.72%	4.86%	4.93%	4.98%
ib	5.30%	3.92%	4.93%	5.05%	5.11%	5.15%
$\gamma$	5.30%	33.88%	11.98%	9.24%	7.87%	6.48%
a	5.30%	10.11%	6.26%	5.79%	5.57%	5.38%
$\theta$	5.30%	-15.67%	0.47%	2.50%	3.52%	4.59%
gk	5.30%	1.99%	4.20%	4.47%	4.60%	4.72%
$\alpha$	5.30%	14.82%	8.55%	7.77%	7.39%	7.04%
$\pi$	5.30%	-4.44%	4.16%	5.23%	5.76%	6.28%
$\delta$	5.30%	5.28%	5.28%	5.28%	5.28%	5.29%
g0	5.30%	12.70%	7.82%	7.22%	6.93%	6.67%

Repetiu-se a avaliação para as taxas individuais de crescimento. Calcularam-se as taxas médias anuais de crescimento acumuladas (Tabela 16) e de cada período após o choque (Tabela 17). As tabelas mostram as taxas de crescimento da renda total (Y), da riqueza das famílias (Vh) e do estoque de capital fixo (pK) após aumento de 40% nos diversos parâmetros do modelo. A última coluna da direita indica a taxa de crescimento no *steady state* de cada choque.

**Tabela 17:** Taxas de crescimento de Y por período após aumento de 40%.

Parâmetro	Taxa de crescimento por período da renda total (Y)					
	Inicial	0 - 1	1 - 5	5 - 10	10 - 20	Final
$\mu$	5.30%	5.61%	5.59%	5.55%	5.51%	5.44%
is	5.30%	3.54%	5.02%	5.01%	5.00%	4.98%
ib	5.30%	3.92%	5.19%	5.17%	5.17%	5.15%
$\gamma$	5.30%	33.88%	6.51%	6.50%	6.49%	6.48%
a	5.30%	10.11%	5.29%	5.32%	5.34%	5.38%
$\theta$	5.30%	-15.67%	4.51%	4.53%	4.54%	4.59%
gk	5.30%	1.99%	4.75%	4.74%	4.74%	4.72%
$\alpha$	5.30%	14.82%	6.98%	7.00%	7.02%	7.04%
$\pi$	5.30%	-4.44%	6.30%	6.30%	6.29%	6.28%
$\delta$	5.30%	5.28%	5.28%	5.28%	5.28%	5.29%
g0	5.30%	12.70%	6.60%	6.62%	6.64%	6.67%

Comparando os resultados dos transientes (1, 5, 10 e 20 anos) com o do equilíbrio (última coluna) da renda, fica evidente que o resultado do transiente não coincide com o resultado do equilíbrio. O choque em  $\pi$  apresentou resposta inversa de taxa de crescimento (Tabela 16), com redução do crescimento no primeiro ano para um equilíbrio final maior do que o inicial. O resultado de taxa de crescimento por período (Tabela 17) indica que a maior divergência ocorre no primeiro ano. Os períodos subsequentes apresentam valores de taxas de crescimento próximos ao valor do *steady state*.

Repetiu-se o mesmo procedimento para a riqueza das famílias (Vh). Não se observa na Tabela 18 uma alteração brusca da taxa de crescimento de Vh no primeiro ano (como no caso da renda). No entanto, as maiores alterações das taxas de crescimento de Vh ocorrem também logo no primeiro ano.

Em resumo, a avaliação do transiente mostrou que, após a introdução de um choque no sistema inicialmente em equilíbrio, nem todas as rotas seguem sempre no sentido do novo equilíbrio. Algumas trajetórias apresentam resposta inversa. Algumas rotas apresentaram um curto prazo inverso (logo após o choque), enquanto que outras rotas apresentaram a inversão ao longo da trajetória. Nesses casos, o resultado de equilíbrio não deveria ser aplicado para avaliar um transiente.

**Tabela 18:** Taxas de crescimento de Vh por período após aumento de 40%.

Parâmetro	Taxa de crescimento por período da riqueza das famílias (Vh)					
	Inicial	0 - 1	1 - 5	5 - 10	10 - 20	Final
$\mu$	5.30%	7.72%	7.25%	6.65%	6.08%	5.44%
Is	5.30%	5.34%	5.28%	5.21%	5.12%	4.98%
Ib	5.30%	6.35%	6.18%	5.94%	5.67%	5.15%
$\gamma$	5.30%	7.19%	7.06%	6.87%	6.69%	6.48%
A	5.30%	4.23%	4.41%	4.67%	4.96%	5.38%
$\theta$	5.30%	3.48%	3.61%	3.81%	4.06%	4.59%
Gk	5.30%	5.21%	5.14%	5.04%	4.92%	4.72%
$\alpha$	5.30%	5.58%	5.83%	6.19%	6.58%	7.04%
$\pi$	5.30%	6.85%	6.74%	6.60%	6.45%	6.28%
$\delta$	5.30%	5.07%	5.10%	5.15%	5.20%	5.29%
g0	5.30%	5.52%	5.71%	5.98%	6.28%	6.67%

## 5. Conclusões

A análise de sensibilidade mostrou que no modelo DSZ inexistem um tempo de resposta único do sistema. Cada variável (ex. renda, consumo) apresentou um tempo de resposta diferente para um mesmo choque. Para uma mesma variável, diferentes choques (parâmetro, sentido e magnitude) apresentaram tempos de respostas também diferentes. Ou seja, o tempo de resposta se mostrou específico tanto para o choque quanto para a variável monitorada.

Para os diversos choques estudados, os tempos de estabilização das diversas variáveis foram normalmente maiores do que 30 anos, havendo valores acima de 100 anos. Um julgamento baseado no resultado de equilíbrio de um sistema pode não ser adequado dependendo do intervalo de tempo de interesse.

A avaliação do transiente mostrou que, após a introdução de um choque em um sistema inicialmente em equilíbrio, nem todas as rotas seguem sempre no sentido do novo equilíbrio. Observaram-se dois tipos de resposta inversa. No primeiro tipo, a variável realiza uma trajetória em sentido contrário durante o transiente (transiente inverso). No segundo tipo, a variável sofre mudança imediata após o choque em sentido contrário ao novo equilíbrio (ajuste de curto prazo inverso). Em ambos os casos, a variável converge ao fim para o valor do equilíbrio. Observaram-se também *overshooting* de curto prazo e de transiente. Tais respostas demonstram a dificuldade de generalizar o resultado do transiente.

Conclui-se que mesmo um modelo SFC simplificado como o DSZ resulta em um sistema de equações diferenciais não lineares com trajetórias de transiente específicas por variável e choque e com tempo de estabilização elevado. Embora muitos estudos com modelagem SFC avaliem os estados de equilíbrio, uma avaliação do transiente poderia enriquecer a análise com a resposta da dinâmica do sistema.

## Referência Bibliográfica

CARVALHO, F. C. **Alternative analyses of short and long run in Post Keynesian economics.** Journal of Post Keynesian Economics, v. VII, n. 2, p. 214-234. 1984-85

DORE, M. H. I. **On the concept of equilibrium** Journal of Post Keynesian Economics, v. VII, n. 2, p. 193-206. 1984-85

DOS SANTOS, C. H.; MACEDO E SILVA. **Revisiting (and connecting) Marglin-Bhaduri and Minsky:** a SFC look at financialization and profit-led growth. Texto para discussão, IE/UNICAMP, n.158, mar. 2009.

DOS SANTOS, C. H.; ZEZZA, G. **A simplified benchmark stock-flow consistent post-keynesian growth model.** Metroeconomica, v. 59, p. 441-478, 2008.

GODLEY, W; LAVOIE, M. **Monetary Economics:** An Integrated Approach to Credit, Money, Income, Production and Wealth. London: Palgrave Macmillan, 2007.

MACEDO, A.C.S.; DOS SANTOS, C. H. **Além do curto prazo? Explorando os nexos entre a teoria pós keynesiana e a macrodinâmica de fluxos e estoques.** Texto para discussão, IE/UNICAMP, n.141, abr. 2008.

PALLEY, T. **Financialisation:** What It Is and Why It Matters. Working Papers, Levy Institute, 525, Annandale-on-Hudson NY, 2007.

POLYANIN, A. D.; ZAITSEV V. F. **Handbook of Exact Solutions for Ordinary Differential Equations.** Chapman & Hall/CRC Press, Boca Raton, 2003.

POSSAS, M. L. **Dinâmica da economia capitalista:** uma abordagem teórica. São Paulo: Brasiliense, 1987.

VAN TREECK, T. **The political economy debate on financialisation** - a macroeconomic perspective. IMK Working Paper, 1, Düsseldorf: IMK in der Hans Böckler Stiftung, 2008.

VAN TREECK, T.; HEIN, E. **'Financialisation' in Post-keynesian models of distribution and growth** – a systematic review. IMK Working Paper, 10, Düsseldorf: IMK in der Hans Böckler Stiftung, 2008.

## Apêndice: Códigos fontes do programa Matlab

Os arquivos Matlab (extensão .m) com funções e rotinas de cálculo usadas na monografia se encontram neste apêndice. Pode-se copiar e colar o código em um arquivo de texto, salvar com extensão .m e executar as rotinas de cálculo pelo Matlab. Todos os arquivos devem estar na mesma pasta. Abaixo, a lista de funções e rotinas:

<b>DSZSteady.m</b>	Função que determina o <i>steady state</i> pela solução analítica.
<b>DSZdt.m</b>	Função que fornece as derivadas dos estoques do modelo DSZ.
<b>FDSZ.m</b>	Função que resolve o modelo DSZ.
<b>Stime.m</b>	Função que calcula o tempo de estabilização ao equilíbrio final.
<b>Atime.m</b>	Função que calcula o tempo de aproximação ao equilíbrio final.
<b>DSZsens.m</b>	Rotina de cálculo para resolução do modelo para um choque.
<b>DSZsensgeraltaxa.m</b>	Rotina de cálculo para resolução do modelo para choques em todos os parâmetros. Retorna o tempo de aproximação ou estabilização de todas as variáveis.
<b>DSZsensMedioPrazo.m</b>	Rotina de cálculo para resolução do modelo para choques em todos os parâmetros. Retorna os valores das variáveis nos tempos selecionados.

## Arquivo DSZSteady.m

```
function Steady=DSZSteady(p)
%Parametros do modelo DSZ
%Determina o equilíbrio pela solução analítica do DSZ

mi=p(1);
is=p(2);
ib=p(3);
gama=p(4);
a=p(5);
teta=p(6);
gk=p(7);
alfa=p(8);
beta=p(9);
pi=p(10);
delta=p(11);
g0=p(12);

i=ib+is;

%Parametros agregados
A=gama+g0-(gk*i);
alfal=(alfa*pi+beta);
psi=1/(1-(1-pi)*(1-teta)-alfal);

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%Coeficientes das equações que expressam o steady growth
%Coeficientes de dB/b=dK/K
%B=(k1+k2*Vh)/(k3+k4*Vh)
k1=gama-teta*A*psi;
k2=-a*psi*teta;
k3=A*(psi*alfal+1)-gama-ib;
k4=a*psi*alfal;

%Coeficientes de dVh/Vh=dK/K
%B=k5*Vh^2+k6*Vh+k7
k5=a*psi*alfal/(ib-(1-mi)*i);
k6=(A*(1+psi*alfal)+a*(1-psi*(1-teta)*mi*pi)-i*(1-mi)*(1-delta)-
gama)/(ib-(1-mi)*i);
k7=-mi*pi*(1-teta)*A*psi/(ib-(1-mi)*i);

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%Coeficientes das equações diferenciais
%Coeficientes de dB/dt
%dB=k8*B+k9*Vh+k10*B*Vh+k11
k8=ib-A*(1+psi*alfal)+gama;
k9=-a*psi*teta;
k10=-a*psi*alfal;
k11=k1;

%Coeficientes de dVh/dt
%dVh=k12*Vh^2+k13*Vh+k14*B+k15
k12=-a*psi*alfal/(1-delta);
```



```

k13=((1-mi)*(1-delta)*i-a+mi*(1-teta)*pi*a*psi-A*(1+psi*alfa1)+gama)/(1-
delta);
k14=(ib-(1-mi)*i)/(1-delta);
k15=mi*(1-teta)*pi*A*psi/(1-delta);

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%Determinando Steady Growth
% Polinomio de terceira ordem para determinar Vh
pVh=[k4*k5 k3*k5+k4*k6 k3*k6+k4*k7-k2 k3*k7-k1];
Vhst=roots(pVh);
Bst=(k1+k2.*Vhst)./(k3+k4.*Vhst);

%Verificando pX/pK no steady growth
%pX=a.*psi.*Vhst+A.*psi;
St=[];

%Selecionando os valores positivos
for j=1:3
    if Vhst(j)>0&Bst(j)>0
        St=[Vhst(j),Bst(j)];
    end
end

Steady=St;

end

```

## Arquivo DSZdt.m

```
function dxdt=DSZdt(t,x,p)

%Função com as derivadas de K, Vh, B, D, L do modelos DSZ
%Essa função é usada para a rotina de cálculo ode45 do Matlab
%Dados de entrada: parametros do modelo DSZ
%Dados de saida: derivadas no tempo de K, Vh, B, D, L

%Parametros do modelo DSZ
mi=p(1);
is=p(2);
ib=p(3);
gama=p(4);
a=p(5);
teta=p(6);
gk=p(7);
alfa=p(8);
beta=p(9);
pi=p(10);
delta=p(11);
g0=p(12);

i=is+ib;

%Estoques
Vh=x(1);
B=x(2);
D=x(3);
L=x(4);
pK=x(5);

%Fluxos
pX=(a*Vh+(gama+g0-gk*i)*pK)/(1-(1-pi)*(1-teta)-(alfa*pi+beta));
W=(1-pi)*pX;
C=(1-teta)*W+a*Vh;
Fd=mi*((pX-W)*(1-teta)-i*L);
Fb=i*L+ib*B-ib*D;
Tw=teta*W;

%Derivadas
dK=(g0-gk*i)*pK+(alfa*pi+beta)*pX;
dVh=(Fd+Fb+W+ib*D-C-Tw-delta*dK/pK*Vh)/(1-delta);
dB=gama*pK+ib*B-teta*pX;
dD=(1-delta)*dVh;
dL=dD-dB;
dxdt=[dVh;dB;dD;dL;dK];

end
```

## Arquivo FDSZ.m

```
%15.11.2012 - Mauricio Issao Sugiyama
%Rotina de resolução numérica do modelo DSZ.
%Uso da rotina ode45 do Matlab.
%Dados de entrada: condição inicial e parâmetros
%Dados de saída: matrix com o tempo e os valores das diversas variáveis
```

```
function FDSZ=FDSZ(p,Vh0,B0,pK0,tspan)

mi=p(1);
is=p(2);
ib=p(3);
gama=p(4);
a=p(5);
teta=p(6);
gk=p(7);
alfa=p(8);
beta=p(9);
pi=p(10);
delta=p(11);
g0=p(12);

D0=(1-delta)*Vh0;
L0=D0-B0;
i=is+ib;

x0=[Vh0 B0 D0 L0 pK0];
[t,x]=ode45(@DSZdt,tspan,x0,[],p);

Vh=x(:,1);
B=x(:,2);
D=x(:,3);
L=x(:,4);
pK=x(:,5);

pX=(a.*Vh+(gama+g0-gk*i).*pK)/(1-(1-pi)*(1-teta)-(alfa*pi+beta));
W=(1-pi).*pX;
C=(1-teta).*W+a.*Vh;
Fd=mi.*((pX-W).(1-teta)-i.*L);
Fb=i.*L+ib.*B-ib.*D;
Tw=teta*W;
y=[pX,W,C,Fd,Fb];

%Taxas de crescimento
dK=(g0-gk*i).*pK+(alfa*pi+beta).*pX;
dVh=(Fd+Fb+W+ib.*D-C-Tw-delta*dK./pK.*Vh)/(1-delta);
dB=gama.*pK+ib.*B-teta.*pX;
dD=(1-delta).*dVh;
dL=dD-dB;

dx=[dVh dB dD dL dK];
dx=dx./x;
```

```

dpX=(a.*dVh+(gama+g0-gk*i).*dK)/(1-(1-pi)*(1-teta)-(alfa*pi+beta));
dW=(1-pi).*dpX;
dC=(1-teta).*dW+a.*dVh;
dFd=mi.*((dpX-dW).(1-teta)-i.*dL);
dFb=i.*dL+ib.*dB-ib.*dD;

dy = [dpX dW dC dFd dFb];
dy=dy./y;

%Valores normalizados por pK
for j=1:5
    xN(:,j)=x(:,j)./x(:,5);
    yN(:,j)=y(:,j)./x(:,5);
end

FDSZ=[t, x, xN, dx, y, dy, yN];

end

```

## Arquivo Stime.m

```
function Stime=Stime(t,y,yfinal,criterio)

%Função que retorna o tempo de estabilização
%Dados de entrada: vetor tempo e valor, valor final e critério de convergencia
%Dado de saída: tempo de estabilização

dif0=1-yfinal;
n=0;
tspan=size(t,1);

%Buscar do fim para o início o valor quando o critério é alcançado
for i=(tspan-1):-1:2
    dif1=y(i)-yfinal;
    D1=abs(dif1/dif0);
    if D1>criterio & n==0
        s=i;
        n=1;
    end
end

%Regressão linear para aproximar determinar o tempo mais exato
if n==0
    tSt=1;
else
    D1=(y(s)-yfinal)/dif0;
    D2=(y(s-1)-yfinal)/dif0;
    tSt=t(s)+(t(s-1)-t(s))*(D1-criterio)/(D1-D2);
end

Stime=tSt;

end
```

## Arquivo Atime.m

```
function Atime=Atime(t,y,yfinal,criterio)

%Indica o tempo que se aproxima do steady state pela primeira vez
%Não espera estabilizar em caso de overshooting
%Início deve ser no 1
%Dados de entrada: vetor tempo e valor, valor final e critério de convergencia
%Dado de saída: tempo de aproximação

dif0=1-yfinal;
n=0;
for i=1:(size(t,1)-1)
    dif1=y(i)-yfinal;
    dif2=y(i+1)-yfinal;
    D1=(dif1/dif0);
    D2=(dif2/dif0);
    if abs(D1)>criterio & abs(D2)<criterio & n==0
        s=i;
        n=1;
    end

    %critério de cruzar o steady state em caso de overshoot
    if D1*D2<0 & n==0        s=i;
        n=1;
    end

    if abs(D1)<criterio & i==1 %primeiro ponto já atende critério
        s=1;
        n=1;
    end
end

if s>1
    D1=(y(s)-yfinal)/dif0;
    D2=(y(s-1)-yfinal)/dif0;
    tSt=t(s)+(t(s-1)-t(s))*(D1-criterio)/(D1-D2);
end

if s==1
    tSt=1;
end

Atime=tSt;

end
```

## Arquivo DSZsens.m

```
%15.11.2012 - Mauricio Issao Sugiyama
%Rotina de resolução numérica do modelo DSZ.
%Uso da rotina ode45 do Matlab.
%Dados de entrada: condição inicial e parametros

clear;

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%Parametros do modelo
mi=0.50;    %mi distribuicao de lucro
is=0.035;   %spread i taxa de juros de emprestimo
ib=0.03;    %ib taxa de juros do banco
gama=0.15;  %gama = G/pK razao entre o gasto do governo e o capital
a=0.03;     %a proporcao da riqueza Vh que vira consumo
teta=0.25;  %teta taxa do imposto
gk=0.2;     %gk sensibilidade do dK/K pelo i
alfa=0.3;   %alfa efeito acelerador do dK/K
beta=0.0;   %beta efeito acelerador do dK/K
pi=0.22;    %pi lucro/total, pi = markup/(1+markup), (1-pi) share do salario
delta=0.15; %delta parcela da riqueza Vh em acoes
g0=0.03;    %g0 parcela da expectativa de longo prazo de dK/K

p=[mi is ib gama a teta gk alfa beta pi delta g0];

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%Condições iniciais
Vh0=0.78662821545042; %Vh inicial
B0=0.58442952263363; %B inicial
pK0=1;             %pK inicial

i=is+ib;
D0=(1-delta)*Vh0;
L0=D0-B0;
pX0=(a*Vh0+(gama+g0-gk*i)*pK0)/(1-(1-pi)*(1-teta)-(alfa*pi+beta));
W0=(1-pi)*pX0;
C0=(1-teta)*W0+a*Vh0;
Fd0=mi*((pX0-W0)*(1-teta)-i*L0);
Fb0=i*L0+ib*B0-ib*D0;
dK0=(g0-gk*i)*pK0+(alfa*pi+beta)*pX0;

%Intervalo de integração
tspan=[0 1000];

%Choque em algum parametro do vetor p
p(3)=0.04;

%Rotina de resolução do modelo DSZ
M=FDSZ(p,Vh0,B0,pK0,tspan);

%Resultados
t=M(:,1);
Vh=M(:,2);B=M(:,3);D=M(:,4);L=M(:,5);pK=M(:,6);
```

```
VhN=M(:,7); BN=M(:,8); DN=M(:,9); LN=M(:,10); pKN=M(:,11);  
dVh=M(:,12); dB=M(:,13); dD=M(:,14); dL=M(:,15); dpK=M(:,16);  
pX=M(:,17); W=M(:,18); C=M(:,19); Fd=M(:,20); Fb=M(:,21);  
dpX=M(:,22);
```

```
%Gráficos  
plot(t,VhN)
```



## Arquivo DSZsensgeraltaxa.m

```
%Rotina de resolução numérica do modelo DSZ. Uso da rotina ode45 do Matlab.  
%Dados de entrada: condição inicial, parâmetros iniciais e choques  
%Rotina serve para avaliar a sensibilidade em relação a um parâmetro  
%Determina-se a variação do choque (ex. +0.01).  
%Rotina calcula o tempo de estabilização/aproximação para o choque em cada  
%parâmetro.
```

```
clear;
```

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
```

```
%Parametros do modelo
```

```
mi=0.50; %mi distribuicao de lucro  
ib=0.03; %ib taxa de juros do banco  
is=0.035; %spread i taxa de juros de emprestimo  
gama=0.15; %gama = G/pK razao entre o gasto do governo e o capital  
a=0.03; %a proporcao da riqueza Vh que vira consumo  
teta=0.25; %teta taxa do imposto  
gk=0.2; %gk sensibilidade do dK/K pelo i  
alfa=0.3; %alfa efeito acelerador do dK/K  
beta=0.0; %beta efeito acelerador do dK/K  
pi=0.22; %pi lucro/total, pi = markup/(1+markup), (1-pi) share do salario  
delta=0.15; %delta parcela da riqueza Vh em acoes  
g0=0.03; %g0 parcela da expectativa de longo prazo de dK/K
```

```
p=[mi is ib gama a teta gk alfa beta pi delta g0];
```

```
titulo=['mi' 'is' 'ib' 'gama' 'a' 'teta' 'gk' 'alfa' 'beta' 'pi' 'delta'  
'g0'];
```

```
Vh0=0.78662821545042; %Vh inicial
```

```
B0=0.58442952263363; %B inicial
```

```
pK0=1; %pK inicial
```

```
i=is+ib;
```

```
D0=(1-delta)*Vh0;
```

```
L0=D0-B0;
```

```
pX0=(a*Vh0+(gama+g0-gk*i)*pK0)/(1-(1-pi)*(1-teta)-(alfa*pi+beta));
```

```
W0=(1-pi)*pX0;
```

```
C0=(1-teta)*W0+a*Vh0;
```

```
Fd0=mi*((pX0-W0)*(1-teta)-i*L0);
```

```
Fb0=i*L0+ib*B0-ib*D0;
```

```
dK0=(g0-gk*i)*pK0+(alfa*pi+beta)*pX0;
```

```
tspan=[0:1:500];
```

```
Sts=[];
```

```
Svals=[];
```

```
dSts=[];
```

```
dSvals=[];
```

```
for q=1:12
```

```
    p=[mi is ib gama a teta gk alfa beta pi delta g0];
```

```
    desvio=0.01;
```

```

p(q)=p(q)+desvio;

M=FDSZ(p,Vh0,B0,pK0,tspan);

t=M(:,1);
Vh=M(:,2);B=M(:,3);D=M(:,4);L=M(:,5);pK=M(:,6);
VhN=M(:,7);BN=M(:,8);DN=M(:,9);LN=M(:,10);pKN=M(:,11);
dVh=M(:,12);dB=M(:,13);dD=M(:,14);dL=M(:,15);dpK=M(:,16);
pX=M(:,17);W=M(:,18);C=M(:,19);Fd=M(:,20);Fb=M(:,21);
dpX=M(:,22);dW=M(:,23);dC=M(:,24);dFd=M(:,25);dFb=M(:,26);

pXN=pX./pK;
WN=W./pK;
CN=C./pK;
FdN=Fd./pK;
FbN=Fb./pK;

%Normalizar pelo ponto inicial
pXN=pXN./pX0;
WN=WN./W0;
CN=CN./C0;
FdN=FdN./Fd0;
FbN=FbN./Fb0;

VhN=VhN./Vh0;
BN=BN./B0;
DN=DN./D0;
LN=LN./L0;

%Determinando tempo de estabiizacao/aproximacao

Dados=[VhN, BN, DN, LN, pXN, WN, CN, FdN, FbN, pXN];
dDados=[dVh, dB, dD, dL, dpX, dW, dC, dFd, dFb, dpK];
dDados=dDados/dK0; %Normalizado
critério=0.05;

for k=1:10
    %Usar Atime ou Stime
    St(k)=Atime(t,Dados(:,k),Dados(end,k),critério);
    dSt(k)=Atime(t,dDados(:,k),dDados(end,k),critério);
    Stval(k)=Dados(end,k);
    dStval(k)=dDados(end,k);
    hold all
    if k==5&q==2 plot(t,dDados(:,k)); end
end

Sts=[Sts;St]; %Tempo das variaveis normalizadas por K
dSts=[dSts;dSt]; %Tempo das taxas
Svals=[Svals;Stval]; %Valor final das var normalizadas por K
dSvals=[dSvals;dStval]; %Valor final das taxas

end

```

## Arquivo DSZsensMedioPrazo.m

```
%Mauricio Issao Sugiyama
%Rotina de resolução numérica do modelo DSZ. Uso da rotina ode45 do Matlab.
%Dados de entrada: condição inicial e parametros
%Rotina serve para avaliar as respostas em tempos determinados
%Respostas nas matrizes MP, MP0, MM.

clear;

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%Parametros do modelo
mi=0.50;    %mi distribuicao de lucro
ib=0.03;    %ib taxa de juros do banco
is=0.035;   %spread i taxa de juros de emprestimo
gama=0.15;  %gama = G/pK razao entre o gasto do governo e o capital
a=0.03;     %a proporcao da riqueza Vh que vira consumo
teta=0.25;  %teta taxa do imposto
gk=0.2;     %gk sensibilidade do dK/K pelo i
alfa=0.3;   %alfa efeito acelerador do dK/K
beta=0.0;   %beta efeito acelerador do dK/K
pi=0.22;    %pi lucro/total, pi = markup/(1+markup), (1-pi) share do salario
delta=0.15; %delta parcela da riqueza Vh em acoes
g0=0.03;    %g0 parcela da expectativa de longo prazo de dK/K

p=[mi is ib gama a teta gk alfa beta pi delta g0];
titulo=['mi' 'is' 'ib' 'gama' 'a' 'teta' 'gk' 'alfa' 'beta' 'pi' 'delta'
'g0'];

%DSZSteady(p)

Vh0=0.78662821545042; %Vh inicial
B0=0.58442952263363; %B inicial
pK0=1; %pK inicial

i=is+ib;
D0=(1-delta)*Vh0;
L0=D0-B0;
pX0=(a*Vh0+(gama+g0-gk*i)*pK0)/(1-(1-pi)*(1-teta)-(alfa*pi+beta));
W0=(1-pi)*pX0;
C0=(1-teta)*W0+a*Vh0;
Fd0=mi*((pX0-W0)*(1-teta)-i*L0);
Fb0=i*L0+ib*B0-ib*D0;
dK0=(g0-gk*i)*pK0+(alfa*pi+beta)*pX0;

Ini = [1 Vh0 B0 D0 L0 pK0 Vh0/pK0 B0/pK0 D0/pK0 L0/pK0 pK0/pK0 dK0 dK0 dK0 dK0
dK0 pX0 W0 C0 Fd0 Fb0 dK0 dK0 dK0 dK0 dK0 pX0/pK0 W0/pK0 C0/pK0 Fd0/pK0
Fb0/pK0];
tspan=[0 1 5 10 20 50];
MP=[];

%Trajetoria original
M0=FDSZ(p, Vh0, B0, pK0, tspan);
```

```

MP0=[];
TX=[];

for q=1:12
    p=[mi is ib gama a teta gk alfa beta pi delta g0];
    desvio=0.2*p(q);
    p(q)=p(q)+desvio;
    M=FDSZ(p,Vh0,B0,pK0,tspan);
    t=M(:,1);

    %Valores de k
    %Vh=2 B=3 D=4 L=5 pK=6
    %VhN=7 BN=8 DN=9 LN=10 pKN=11
    %dVh=12 dB=13 dD=14 dL=15 dpK16
    %pX=17 W=18 C=19 Fd=20 Fb=21
    %dpX=22 dW=23 dC=24 dFd=25 dFb=26
    %pXN=27 WN=28 CN=29 FdN=30 FbN=31

    k=6;
    MP0=[MP0 M(:,k)./M0(:,k)];
    MP=[MP M(:,k)];
    TX=[TX M(end,12)];

end

%Valor da variavel selecionada pelo k.
%Normaliza-se pelo valor inicial.
%Representa diretamente a taxa acumulada.
MP=MP./Ini(k);
MP=[t MP];
MP=MP.' %transposta

%Valor da variavel selecionada pelo k
%Normaliza-se pela trajetória original
%A comparação é da trajetória nova em relação a anterior
MP0=[t MP0];
MP0=MP0.'
(M0(:,k)./Ini(k)).'

%Taxas de crscimento do equilíbrio final
TX=TX.'

%Matrix completa com todas as variáveis
%Normaliza-se pelo valor inicial
%Representa diretamente a taxa acumulada.
%Deve se fixar um valor de q.
MM=[];
for j=1:6
    MM=[MM; M(j,:)./Ini];
end
MM.'

```