

Regime cambial e vulnerabilidade externa: uma análise para a economia brasileira no passado recente utilizando a metodologia de dinâmica de sistemas

*Newton Paulo Bueno*¹
*Gustavo Madureira Cardoso*²

Resumo

Sistemas complexos são aqueles que apresentam não apenas um grande número de subsistemas constituintes, mas uma intrincada malha de inter-relações entre esses subsistemas. Nessas condições, o comportamento sistêmico global não pode ser compreendido por meio de relações causais diretas entre quaisquer de suas partes tomadas isoladamente. Mostraremos que a técnica de dinâmica de sistemas é uma metodologia valiosa para identificar as relações causais relevantes em um sistema complexo. Uma das características mais importantes de modelos sistêmicos é que, neles, a dimensão endógena assume um papel mais relevante do que em outras abordagens. Nesse sentido, argumenta-se que a adoção da âncora cambial, como um ingrediente do Plano Real, teria aumentado o grau de fragilidade financeira da economia, tornando-a mais vulnerável às flutuações (exógenas) da conjuntura internacional a partir do final da década de 1990.

Palavras-chave: Dinâmica de sistemas; Instabilidade financeira; Modelos pós-keynesianos.

Abstract

Complex systems are those that present both a great number of constituent parts and very large and complicated chains of interrelations among them. In those conditions, the global behavior of those systems cannot be understood through direct causal relationships among any of their parts taken separately. We will show that systems dynamics is a valuable methodology for identifying the most important causal relationships in a complex system. One of the most important characteristics of systemic models is that, in them, the endogenous dimension assumes a more important role than in other approaches. In that sense, it is argued that the adoption of the exchange anchor, as an ingredient of the Real Stabilization Plan, has increased the degree of financial fragility of the economy, turning it more vulnerable to the exogenous shocks generated by international economy from the end of the decade of 1990 on.

Key words: Dynamic systems analysis; Financial instability; Post-Keynesian models.

JEL O0160.

Introdução

O desenvolvimento recente de *softwares* para usuários não especializados em computação tem disseminado o interesse pela abordagem sistêmica em vários campos do conhecimento, inclusive nas ciências sociais, em que o grau de

(1) Professor Adjunto-Doutor do Departamento de Economia/Programa de Pós-Graduação em Extensão Rural da Universidade Federal de Viçosa (UFV). E-mail: <npueno@mail.ufv.br>.

(2) Economista. E-mail: <gmadureira@yahoo.com>.

complexidade sistêmico, devido ao fenômeno da interação social e à possibilidade de aprendizagem por parte dos agentes, é, em geral, maior.³ Sistemas complexos são os que apresentam não apenas um grande número de subsistemas constituintes, mas uma intrincada malha de inter-relações entre esses subsistemas. Nessas condições, o comportamento sistêmico global não pode em geral ser compreendido por meio de relações causais diretas entre quaisquer de suas partes tomadas isoladamente. Assim, por exemplo, se se desejar compreender a trajetória do investimento na economia brasileira nos últimos anos, pela ótica da dinâmica de sistemas complexos, é necessário considerar, além das relações macroeconômicas diretas preconizadas pelos livros-texto de macroeconomia, como a relação inversa entre esta variável e a taxa de juros ou o princípio da aceleração, diversas outras relações que influenciam o investimento às vezes de maneira muito indireta e pouco intuitiva.

O objetivo deste trabalho é interpretar a evolução recente da economia brasileira de um ponto de vista sistêmico, enfatizando as determinações financeiras do investimento. Procurar-se-á mostrar, especificamente, que a técnica de dinâmica de sistemas é uma metodologia valiosa para rastrear as relações causais relevantes em um sistema complexo e assim gerar *insights* sobre sua dinâmica difíceis de conseguir por outros meios. Argumentar-se-á que, mais do que uma técnica de previsão, a dinâmica de sistemas é um método de compartilhamento de informações e de construção de modelos mentais comuns, capazes de tornar mutuamente consistentes opiniões especializadas que, muitas vezes, divergem por falta de um fio condutor comum.

O trabalho está organizado da seguinte forma. Na próxima seção, enuncia-se a hipótese de fragilidade financeira de Minsky, em que o modelo sistêmico de simulação, apresentado na seção 2, se baseia. Na seção 3, apresentam-se os resultados mais importantes da simulação bem como as análises de sensibilidade. Em seguida a conclusão do trabalho e, em anexo, descrevem-se as equações básicas do modelo de simulação.

1 A hipótese de fragilidade financeira e a evolução da economia brasileira no passado recente

Uma hipótese fundamental dos modelos de orientação keynesiana é a de que a moeda importa, no sentido de que variações da oferta monetária produzem profundos impactos sobre as variáveis reais da economia e não apenas nos preços. A teoria de Minsky aprofunda essa discussão mostrando que, além disso, nas economias modernas, a oferta de moeda é endógena na medida em que sua

(3) Ver, entre outros, Senge (2002), Ford (1999), Clark et al. (1995) e, para o trabalho pioneiro em temas econômicos sob a abordagem sistêmica, Forrester (1961).

disponibilidade não é dada arbitrariamente pela autoridade monetária, mas regulada pelo funcionamento do sistema econômico em conjunto. Essa endogeneidade decorre da própria evolução do sistema financeiro, que introduz progressivamente inovações financeiras através de um processo de realimentação positiva com o restante dos agentes econômicos. Segundo Minsky (1982, p. 66):

“Innovations in financial practices are a feature of our economy, especially when things go well. New institutions, such as Real Estate Investment Trusts (REITs), and new instruments, such as negotiable Certificates of Deposits, are developed and old instruments, such as commercial paper, increase in volume and find new uses. But each new instrument and expanded use of old instruments increases the amount of financing that is available and which can be used for financing activity and taking positions in inherited assets. Increased availability of finance bids up the prices of assets relative to the prices of current output, and this leads to increases in investment. The quantity of relevant moneys in a economy in which money conforms to Keynes’s definition, is endogenously determined.”

Em fases de expansão cíclica, o processo cumulativo acima induz um aumento da proporção dos investimentos especulativos, isto é, daqueles cujos fluxos de caixa esperados não são suficientes para saldar os financiamentos correspondentes, relativamente aos financiamentos de *hedge*, ou seja, aqueles cujo fluxo de caixa esperado é suficiente para saldar os compromissos assumidos não exigindo financiamento adicional posterior, na medida em que o volume destes encontra-se limitado pelo funcionamento dos mercados de fatores e de produtos, enquanto os primeiros dependem apenas da ampliação da disponibilidade de crédito.

O aumento da proporção dos investimentos especulativos sobre os investimentos garantidos aumenta a vulnerabilidade da economia a crises porque, nessas condições, uma inflexão no ritmo de expansão monetária por parte do sistema financeiro, por exemplo respondendo a uma mudança da política monetária governamental, tende a produzir um movimento cumulativo descendente. Isso acontece porque as unidades mais engajadas em investimentos especulativos dependem do prosseguimento da política anterior para saldar seus compromissos. Quando o sistema financeiro reduz o ritmo de expansão monetária e essas unidades mostram-se incapazes de fechar suas posições, ocorre uma reavaliação geral dos níveis aceitáveis de endividamento e da estrutura temporal dos passivos das unidades de financiamento (o aumento da proporção dos investimentos especulativos eleva o prazo médio de retorno dos ativos empresariais e reduz o dos passivos), reiniciando o ciclo de realimentação positiva, agora no sentido descendente.

A hipótese de Minsky, portanto, é que, em razão da própria evolução do sistema financeiro, os agentes relevantes são induzidos a uma posição de fragilidade financeira, assumindo uma estrutura de débito mais curta,

temporalmente, que a estrutura de ativos. Uma pequena alteração do ritmo de produção endógena de moeda, nessas condições, é capaz de inverter o processo cumulativo que anteriormente contribuía para a expansão econômica. O aumento da importância do sistema financeiro, ao induzir os agentes a frequentemente aceitarem uma posição de fragilidade financeira, torna as economias modernas mais instáveis. Segundo Minsky (1986, p. 19):

“Our economy is unstable because of capitalist finance. If a particular mix of hedge and speculative finance of positions and of internal and external financing of investment rules for a while, then there are, internal to the economy, incentives to change the mix. Any transitory tranquility is transformed into an expansion in which the speculative financing of positions and the external financing of investment increase. An investment boom that strips units of liquidity and increases the debt-equity ratios for financial institutions follows. Margins of safety are eroded even as success leads to a belief that the prior – and even the present – margins are too large.

A break in the boom occurs whenever short and long-term interest rates rise enough so that attenuations and reversals in present-value relations take place. Often this occurs after the increase in demand financed by speculative has raised interest rates, wages of labor, and prices of material so that profit margins and thus the ability to validate the past are eroded.

Whether the break in the boom leads to a financial crisis, debt deflation, and deep depression or to a nontraumatic recession depends upon the overall liquidity of the economy, the relative size of the government sector, and the lender-of-last-resort action by the Federal Reserve. Thus the outcome of a contraction is determined by structural characteristics and by policy.”

A teoria de instabilidade de Minsky, baseada na hipótese de fragilidade financeira, em suma, explica a ocorrência de bolhas especulativas⁴ geradas essencialmente por uma liberalidade excessiva (produzida por fatores sistêmicos) quanto à oferta de moeda. Essas bolhas constituem-se na maior parte das vezes em fenômenos basicamente financeiros que tendem a esgotar-se por si próprios, embora o próprio fato de uma economia estar sujeita à ocorrência frequente dessas bolhas a torne essencialmente instável.⁵ Para colocar de outro modo, o importante não é o fato de ocorrerem bolhas especulativas; elas sempre existiram. O problema é que o sistema capitalista torna-se cada vez mais susceptível a apresentar essas bolhas, e portanto mais instável, com a evolução das instituições financeiras.

(4) Cohen (1997, p. 4-5) define bolhas especulativas da seguinte forma: “A speculative excess called a ‘mania’ implies an underlying insanity or irrationality is gripping investors, while the term ‘bubble’ forewarns of the inevitable bursting. It describes the entire event: the rush to an unsustainable peak, followed by the equally dramatic collapse. A bubble implies the price of an asset, or an entire market, is no longer in balance consistent with the underlying fundamental values”.

(5) Sobre o efeito final das bolhas especulativas, diz Cohen (1997, p. 14): “... [in an] intriguing way most examples retrace around 80 to 99% of their previous rise, with a minimum 75% retracement as the norm. This persistent effect has given rise to the ‘bubble’ term... Although there is an old market adage that the boom precedes the crash, it might not seem clear as to why the mass hysteria of a boom should often end in a 70-99 per cent retracement to create the bubble profile”.

Na próxima seção, apresenta-se um modelo de simulação, baseado na hipótese da fragilidade financeira de Minsky, para a economia brasileira atual.

2 Um modelo sistêmico de simulação

O modelo abaixo, elaborado com o software VENSIM Versão Standard, procura captar a dinâmica da economia brasileira esboçada na seção anterior. Observe-se que, por se tratar de um modelo ultra-simplificado em razão da natureza do trabalho, delinear-se o que se julgou serem as relações mais essenciais, deixando-se de lado determinações que em trabalhos mais detalhados certamente teriam de ser incluídas. Não há espaço para descrever detalhadamente esse tipo de metodologia (para uma descrição didática, ver Kirkwood, 1998), mas cabe uma exposição simplificada dos princípios básicos da abordagem sistêmica, antes de entrar na descrição do modelo propriamente dito.

2.1 Aspectos básicos da abordagem sistêmica

A adoção da abordagem sistêmica permite, em essência, reduzir o conjunto de circunstâncias que se consideram dadas na análise não sistêmica. Um sistema resume um conjunto de interações, especificado por equações, entre agentes ou elementos operando sob restrições. Alterações nessas restrições, que são os parâmetros das equações, ou choques exógenos, que são os *inputs* do sistema, provocam reações em cadeia por todo o sistema. Essas reações são de dois tipos: *loops* de reforço (ou *loops de feedback* positivo) e *loops* de equilíbrio (ou *loops de feedback* negativo). O primeiro tipo ocorre quando as alterações nos *inputs* são amplificadas pelo sistema e o segundo, quando tais alterações são amortecidas. Devido à presença de *loops* de reforço, o comportamento de sistemas onde as inter-relações entre as partes constituintes são numerosas e intensas (isto é, em sistemas complexos) é frequentemente não-linear, no sentido de que as relações entre *inputs* e *outputs* do sistema se modificam dependendo dos patamares fixados para os *inputs*; devido à não-linearidade entre *inputs* e *outputs*, o sistema exhibe propriedades e comportamentos distintos dos apresentados pelos seus elementos componentes tomados isoladamente. Esse é exatamente o caso dos sistemas sociais, em que o comportamento dos agentes é influenciado pelas expectativas do que os outros irão fazer, sabendo que esse comportamento, por sua vez, também é influenciado pelas expectativas dos demais agentes sobre o comportamento de cada agente isolado. Isso evoca, por exemplo, o processo de formação do julgamento convencional keynesiano e é exatamente disso que se trata. Pequenas variações nos elementos constitutivos dessa base de avaliação

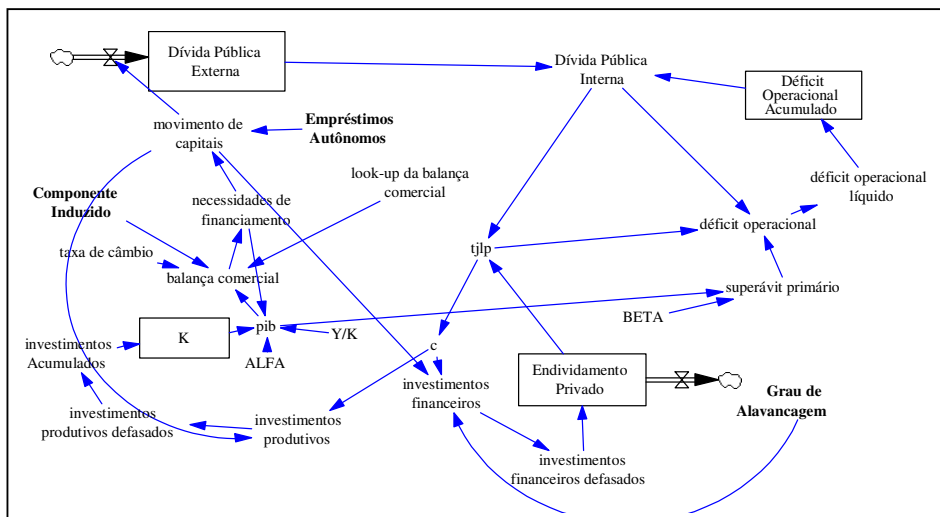
podem ter efeitos desproporcionais sobre o estado geral de expectativas e sobre o investimento, na medida em que desencadeiam movimentos cumulativos (*loops* de reforço) os quais, muitas vezes, dão origem às chamadas profecias realizáveis. Em um modelo sistêmico, portanto, procura-se identificar os possíveis *loops* que dão origem aos movimentos cumulativos que tornam o raciocínio não sistêmico, baseado na identificação de relações de causa e efeito unilineares, inadequado para compreender processos onde os elementos constitutivos encontram-se conectados em uma malha de relações não identificáveis de forma intuitiva.⁶ A única forma de apreender tais relações é utilizando técnicas, geralmente computacionais, que permitam tratar os elementos de um sistema de forma integrada; a técnica de dinâmica de sistemas, para a qual diversos *softwares* têm sido desenvolvidos, é a mais poderosa atualmente conhecida.

No uso do VENSIM, o *software* utilizado neste trabalho, os usuários desenvolvem um modelo como um fluxograma, utilizando um *kit* de ferramentas que permite delinear as relações básicas entre as variáveis que se julgam relevantes para a dinâmica do sistema estudado. As relações são definidas para variáveis de nível (ou de estoque), variáveis auxiliares e parâmetros. Uma variável auxiliar serve para a entrada de dados de um determinado fluxo ou para introduzir o valor de uma constante, que é usada em outro lugar do modelo (as variáveis auxiliares, por convenção, são escritas em letras minúsculas e os parâmetros, em maiúsculas). A ferramenta em forma de flecha é um vínculo. Ela é usada para representar as trajetórias dos dados entre diferentes elementos do sistema. Essa linha de fluxo é o elemento que define o sentido em que as variáveis do sistema deslocam-se. As variáveis de nível acumulam os valores das variáveis de fluxo e os parâmetros (definidos como constantes) definem as condições iniciais para a simulação. As variáveis do tipo *look-up*, uma ferramenta extremamente valiosa para estudos empíricos, permitem estabelecer relações entre variáveis por meio de gráficos (séries de observações). A seta com uma nuvem na extremidade, finalmente, significa que não estamos modelando outras relações que afetam a dívida externa não especificadas no sistema.

(6) Embora nem sempre, é claro, o sistema econômico apresente movimentos cumulativos; na maior parte das situações, aliás, ele é bastante estável, refletindo o efeito dos *loops* estabilizadores. A abordagem sistêmica, entretanto, é indispensável para compreender exatamente os processos decisivos na evolução econômica, que são aqueles onde os *loops* de reforço estão presentes; esse ponto de vista vem ganhando força nos últimos anos dentro da própria economia *mainstream*; para trabalhos importantes, enfatizando as não-linearidades do processo econômico, ver, por exemplo, o clássico Kindleberger (2000), principalmente o apêndice A, e, para citar uma literatura não tão conhecida fora do campo dos especialistas, Krugman (1994; 1996) e Brian Arthur (1994).

2.2 O modelo básico de simulação para a economia brasileira

Figura 1
Modelo sistêmico para a economia brasileira



A forma mais conveniente de descrever o modelo talvez seja relacionando-o diretamente com a conjuntura que ele pretende descrever: a economia brasileira a partir da implantação do Plano Real. Iniciando pelo lado esquerdo do diagrama, representa-se o fato de que a taxa de câmbio apreciada, a principal âncora do plano, gera saldos negativos permanentes na balança comercial, surgindo daí a necessidade de financiamentos externos para compensar os déficits em transações correntes correspondentes. Esses financiamentos são facilitados não apenas pela concessão de crédito diretamente para esse fim, como pela entrada de capitais autônomos (incluindo recursos para privatizações). A entrada de recursos externos aumenta o grau de endividamento externo e também o interno (variáveis de nível), devido à necessidade de esterilizar o impacto da expansão monetária interna correspondente. O aumento da dívida interna força elevações na taxa de juros (Selic), o que gera déficits operacionais. A necessidade de financiar esses déficits aumenta (endogenamente) a taxa de juros, elevando ainda mais o déficit operacional e requerendo uma elevação do nível de superávit primário (observar o *loop* no canto superior direito do diagrama). Com o aumento da taxa de juros, há um deslocamento de capital dos investimentos produtivos (que no modelo representam os investimentos de *hedge*), supondo a relação inversa tradicional entre investimentos e taxa de juros, para os investimentos financeiros (que no modelo representam os investimentos especulativos); a variável *c* define a proporção dos recursos externos que se dirige para um ou para outro tipo de investimento. O endividamento privado, então, aumenta mais do que

proporcionalmente aos investimentos financiados por recursos externos devido à alavancagem que estes permitem.

O capital empregado em atividades produtivas, por outro lado, aumenta o estoque de capital da economia (K) e, conseqüentemente, o nível de produto potencial (PIB). Isso significa que quanto maior a parcela das entradas de capital que se dirige para o mercado financeiro, maior o aumento do endividamento e menor o crescimento do PIB e, portanto, das vendas das empresas; isso aumenta o grau de fragilidade financeira das empresas, medido pelo desequilíbrio entre sua estrutura de ativos e de passivos. Desse modo, mesmo que não haja nenhuma crise financeira internacional, parece claro que mudanças no estado de avaliação convencional das perspectivas futuras do mercado são muito mais disruptivas quando a economia apresenta um grau de fragilidade financeira superior; em particular, observe-se que a estagnação do fluxo de receitas operacionais das firmas torna-as mais dependentes das receitas financeiras para honrar seus compromissos. Qualquer interrupção neste último fluxo, portanto, torna crítica a situação de financiamento.

Resultados

Do exposto na seção anterior segue que a dinâmica que se deseja reproduzir através da simulação, em termos de fatos estilizados, é a seguinte: ao recorrer à âncora cambial (câmbio apreciado), o Plano Real provocou uma deterioração das contas externas, o que induziu entrada de capitais, em parte para equilibrar o déficit em transações correntes e, em parte, aumentando as reservas internacionais (visando a aproveitar as altas taxas de juros internas). Parte progressivamente maior desse capital dirige-se para investimentos especulativos (investimentos financeiros no modelo de simulação), o que implica um crescimento reduzido do PIB. O afluxo de investimentos financeiros, por outro lado, permite que as empresas aumentem seu grau de alavancagem financeira, o que implica um aumento do endividamento privado. Em termos do modelo teórico de Minsky, portanto, a manutenção da âncora cambial aumentou o grau de fragilidade financeira das empresas, na medida em que o fluxo de caixa torna-se cada vez mais dependente de receitas financeiras; nessas condições, uma redução da oferta de crédito, como a gerada após a desvalorização de 1999, tem o potencial de gerar uma crise de grandes proporções.

É importante observar, entretanto, que o modelo de simulação não visa apenas a reproduzir fatos já ocorridos. O objetivo principal ao se usar essa técnica é tentar captar uma suposta continuidade lógica entre os fatos conhecidos e seus desdobramentos; assim, ao especificar-se o modelo, é muitas vezes mais conveniente utilizar condições iniciais correspondentes a observações de anos diferentes, de modo a captar uma conjuntura em transformação, em vez de dados de um único ano.

O modelo de simulação, feitas essas observações, foi calibrado a partir de dados aproximados para a economia brasileira em US\$ bilhões de 1998 (quando esses dados estavam disponíveis) de modo a não gerar comportamentos explosivos. Os valores iniciais correspondem em geral aos registrados para a economia brasileira em 1998 e são explicitados nas equações apresentadas em anexo, mas as seguintes observações se fazem necessárias: i) a taxa de juros adotada corresponde aproximadamente ao conceito de taxa de juros de longo prazo anual, fluuando em torno de dois patamares: 10% e 20%, dependendo do grau de endividamento do setor público e do setor privado; ii) embora para o ano de 1998 esses percentuais fossem menores, os valores da dívida pública externa e da dívida pública interna, em razão da suposta dinâmica conjunta dessas variáveis, foram fixados inicialmente no mesmo nível de 50% do PIB. Esse procedimento foi adotado pelo fato de a desvalorização cambial promovida no início de 1999 haver elevado abruptamente os níveis de endividamento, os quais supostamente tenderão a permanecer nesses patamares nos próximos anos; iii) o superávit total primário para o período de simulação foi fixado em 2% do PIB (um pouco mais que metade das metas atuais); assumiu-se a entrada de capitais autônomos de US\$ 10 bilhões anuais entre o segundo e o quarto período de simulação (como de fato ocorreu nos anos de 1995, 1996 e 1997); o parâmetro c é definido de modo a reorientar os investimentos produtivos para investimentos financeiros a partir de níveis determinados da taxa de juros; nas simulações realizadas, estabeleceu-se que taxas de juros superiores a 10% induzem a que três quartos dos novos investimentos sejam feitos no setor financeiro em vez de no setor produtivo.

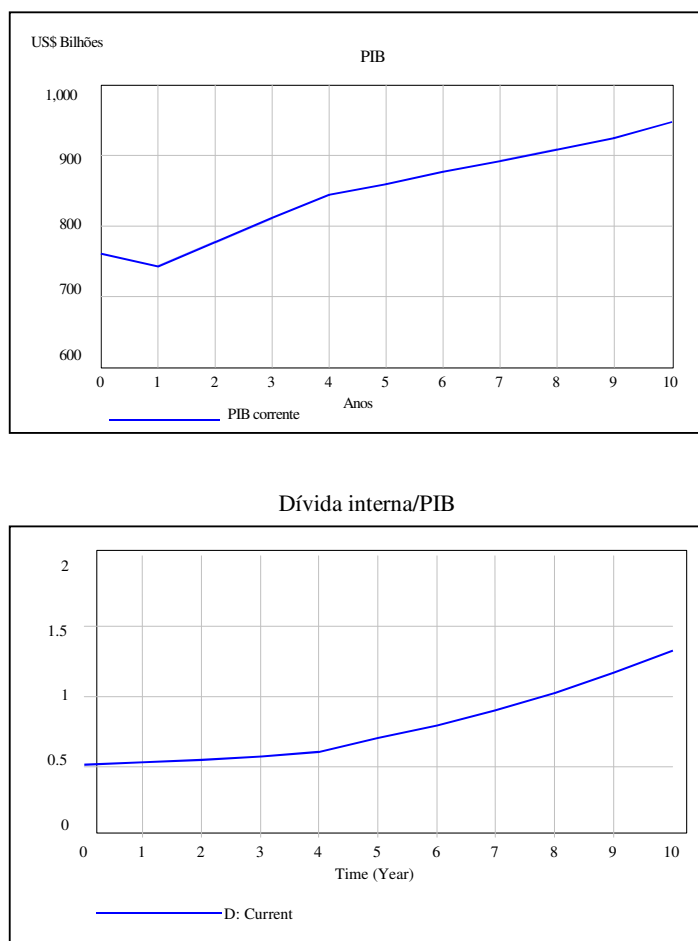
As Figuras 2 e 3 reproduzem os resultados da simulação do modelo realizada para taxas de câmbio de R\$ 0,80 e R\$ 3,00/US\$, para um período de dez anos, retratando os seguintes cenários.

A manutenção de uma taxa de câmbio desvalorizada (aqui mantida no nível de R\$ 3,00/US\$) produziria um cenário virtuoso em termos de maior solidez financeira do governo (relativamente à situação de câmbio apreciado) e do setor privado, assim como um cenário mais favorável em termos de crescimento econômico: observe-se, especificamente, que a taxa anual de crescimento do PIB, nesse cenário, é de cerca de 3% e o endividamento privado, como proporção do PIB, cai. Já a taxa de câmbio valorizada, que prevaleceu durante quase toda a segunda parte dos anos 90, gera um cenário de fragilidade financeira, que parece ajudar a compreender as dificuldades atuais por que passa a economia brasileira: o PIB aumenta em aproximadamente 24% e o endividamento privado, em 156%, durante o período simulado. A questão é: por que então o câmbio valorizado foi mantido durante tanto tempo? A resposta é que havia a preocupação com outra variável fundamental que não foi considerada no modelo: a taxa de inflação. O problema é que, certamente, há uma relação direta entre câmbio e taxa de inflação,

a qual não será discutida neste trabalho, mas que certamente influenciou na decisão por manter o câmbio fixo.

Parece indiscutível, entretanto, que um regime de câmbio apreciado tende a produzir um cenário vicioso como o acima em termos de fragilidade financeira. A Figura 4 apresenta a análise de sensibilidade⁷ para dois regimes cambiais: o de câmbio flexível, mas em geral apreciado, com taxas variando no período entre R\$ 1,00 e R\$ 2,00/US\$ e o de câmbio depreciado, com taxas de câmbio entre R\$ 2,00 e R\$ 3,00/US\$).

Figura 2
Simulações para taxa de câmbio = R\$ 0,80/US\$



(7) O VENSIM realiza análises de sensibilidade variando aleatoriamente os parâmetros especificados, no caso a taxa de câmbio, no interior do intervalo determinado, executando 200 simulações do modelo, pelo procedimento Montecarlo. Cada solução é representada por uma linha.

Endividamento privado/PIB

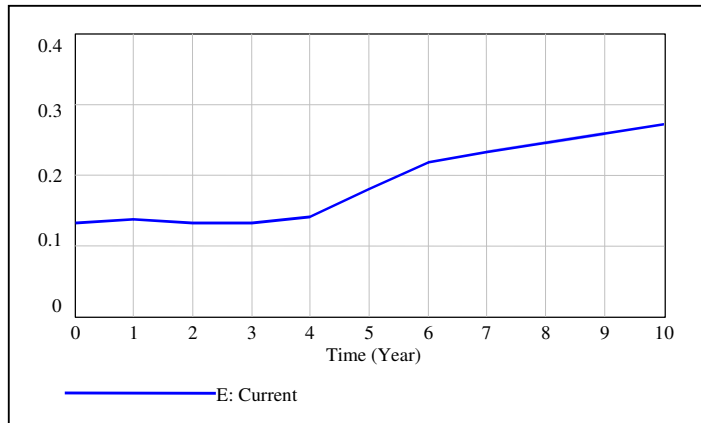
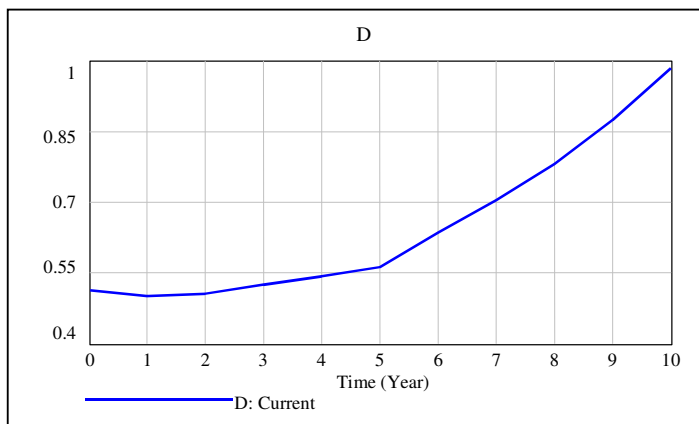
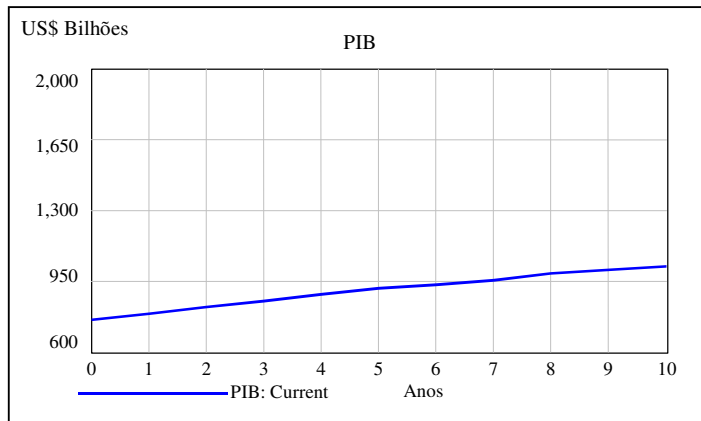


Figura 3
Simulações para taxa de câmbio = R\$ 3,00/US\$



Endividamento privado/PIB

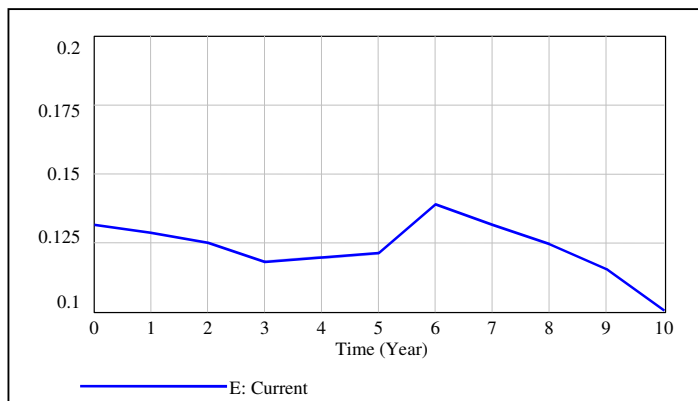
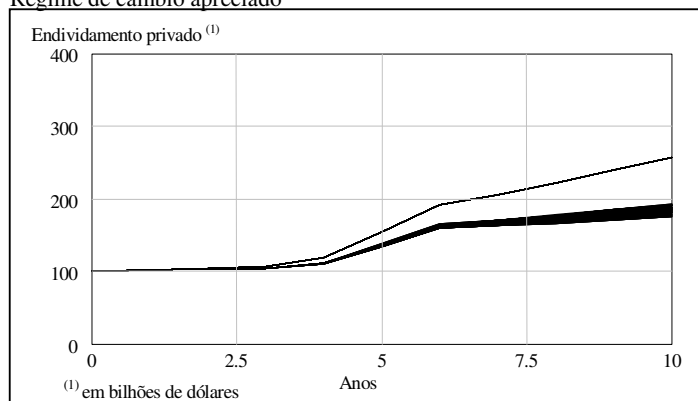
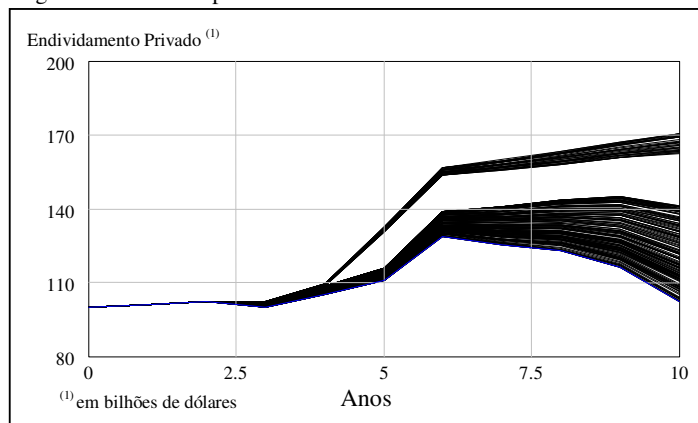


Figura 4
Análise de sensibilidade

Regime de câmbio apreciado



Regime de câmbio depreciado



Observe-se que parte das soluções para o regime de câmbio apreciado (cada trajetória do endividamento, correspondente a uma taxa de câmbio específica, é dada por uma linha) converge para um valor de U\$ 250 bilhões e outra parte, para valores um pouco inferiores a U\$ 200 bilhões. No regime de câmbio depreciado, a maior parte das soluções encontra-se abaixo do nível de endividamento privado de U\$ 140 bilhões. A análise de sensibilidade confirma, portanto, os resultados apresentados nas Figuras 2 e 3: se o câmbio for flexível, mas mantido em um nível geral apreciado, o endividamento privado e, portanto, o grau de fragilidade financeira, tende a ser significativamente maior.

Conclusão

A dinâmica de sistemas é uma metodologia que possibilita estudar processos de uma perspectiva integrada e multidisciplinar. Argumentou-se que esse é, aliás, um de seus aspectos mais valiosos, pois possibilita a construção de modelos mentais comuns a partir da visão de especialistas, cuja comunicação é facilitada por uma linguagem ao mesmo tempo formalmente rigorosa (desde que obviamente os modelos sejam adequadamente formulados e especificados) e simples de dominar. Neste trabalho, mais do que tentar produzir uma interpretação original sobre a dinâmica da economia brasileira, buscou-se mostrar como utilizar a metodologia para formular um modelo desse tipo. A justificativa para o trabalho é que as relações essenciais que ele incorpora, especificamente as associadas à relação entre taxa de câmbio (apreciada) e aumento da vulnerabilidade externa do país, parecem ser hoje quase consensuais entre os economistas.

Quando se estuda um problema pela ótica da dinâmica de sistemas, as determinações endógenas assumem normalmente uma dimensão mais relevante, na medida em que, em geral, a forma como os choques exógenos se transmitem por um sistema é mais importante para compreender sua dinâmica do que os próprios choques em si.

Espera-se haver demonstrado, ainda que de maneira preliminar, que esse parece ter sido o caso das implicações de médio prazo da adoção da chamada âncora cambial em condições de instabilidade financeira global. A adoção da âncora cambial, em suma, teria aumentando o grau de fragilidade financeira da economia, tornando-a mais vulnerável às flutuações (exógenas) da conjuntura internacional a partir do final da década de 1990.

Referências bibliográficas

BRIAN ARTHUR, W. Inductive reasoning and bounded rationality. *The American Economic Review*, v. 84, n. 2, May 1994.

- CLARK, Norman, PEREZ-TREJO, Francisco, ALLEN, Peter. *Evolutionary dynamics and sustainable development – A systems approach*. Great Britain: University Press, Cambridge, 1995.
- COHEN, B. *The edge of chaos*. England: John Wiley & Sons, 1997.
- FORD, A. *Modeling the environment – An introduction to system dynamics models of environmental systems*. Washington: Island Press, 1999.
- FORRESTER, J. *Industrial dynamics*. Cambridge: MIT Press, 1961.
- KINDLEBERGER, C. P. *Manias, pânico e crashes*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2000.
- KIRKWOOD, C. W. *System dynamics methods: A quick introduction*. Arizona State University: College of Business, 1998. (Disponível na Internet).
- KRUGMAN, P. Complex landscapes in economic geography. *The American Economic Review*, v. 84, n. 2, May 1994.
- _____. *Development, geography, and economic theory*. Cambridge, Mass.: The MIT Press, 1996.
- MINSKY, Hyman. *Can “IT” happen again? Essays on instability & finance*. Armonk/New York: M. E. Sharpe, 1982.
- _____. *Stabilizing an unstable economy*. New Haven: Yale University Press, 1986.
- SENGE, P. *A quinta disciplina*. São Paulo: Abril Cultural, 2002.
- VENTANA SYSTEMS Inc. *VENSIM standard version 5.0*.

Anexo

As equações do modelo de simulação:

```
ALFA = alfaconst
Balança Comercial = "look-up da balança comercial" (PIB) + IF THEN ELSE (taxa de câmbio
  >= 1.5, Componente Induzido *(taxa de câmbio), 0)
BETA= betaconst
c=IF THEN ELSE (<=0.1, 0.25, 0.75)
Componente Induzido = 3
déficit operacional = Dívida Pública Interna* - Superávit primário
déficit operacional acumulado = INTEG (Déficit Operacional Líquido, 0)
déficit operacional líquido = DELAY FIXED (Déficit Operacional, 1, 2)
Dívida Pública Externa = INTEG (Movimento de Capitais, 390)
Dívida Pública Interna = Dívida Pública Externa + Déficit Operacional Acumulado
EMPRÉSTIMOS AUTÔNOMOS = 10*PULSE (2, 3)
Endividamento Privado = INTEG (Investimentos Financeiros Defasados, 100)
FINAL TIME = 10
GRAU DE ALAVANCAGEM = 3
INITIAL TIME = 0
investimentos acumulados = DELAY FIXED (investimentos Produtivos defasados, 1, 2)
investimentos financeiros = ((c*movimento de capitais))*grau de alavancagem + IF THEN
  ELSE (c>=0.75, 50, 0)
investimentos financeiros defasados = DELAY FIXED (investimentos financeiros, 1, 1)
investimentos produtivos = (1-c)*(movimento de capitais) + IF THEN ELSE (c<=0.5, 100,
  50)
investimentos produtivos defasados = IF THEN ELSE (investimentos produtivos>0,
  investimentos produtivos, 0)
K= INTEG (Investimentos Acumulados, 2.334)
"look-up da balança comercial" [(0,-10) - (1000,10)], (778, - 5.7) , (871, -7.4), (913, -
  7.9), (960, -2.3))
movimento de capitais = necessidades de financiamento + EMPRÉSTIMOS AUTÔNOMOS
necessidades de financiamento = DELAY FIXED (-balança comercial, 1, 2)
pib = (K*"Y/K") - Alfa* necessidades de financiamento
SAVEPER = TIME STEP
tjlp=IF THEN ELSE (Dívida Pública Interna < 450 : AND : Endividamento Privado < 110,
  0.1, 0.2)
superávit primário = BETA*PIB
TAXA DE CÂMBIO = TAXA DE CÂMBIOVAR
TIME STEP = 1
"Y/K"=0.33
```