

# Crescimento econômico num modelo micro-macrodinâmico de simulação <sup>1</sup>

---

*Mario Luiz Possas* <sup>2</sup>  
*Esther Dweck* <sup>3</sup>

## Resumo

Este artigo discute as propriedades macrodinâmicas da tendência de crescimento a longo prazo e respectivos fatores determinantes, inclusive no nível microeconômico, que o modelo de simulação utilizado permite explorar. O modelo procura integrar a macrodinâmica centrada na demanda efetiva com as características estruturais e setoriais que podem gerar propriedades emergentes, com foco sobre a relação entre as trajetórias geradas e o progresso tecnológico. Os resultados de simulação apresentados indicam o comportamento da tendência de crescimento a longo prazo e seus determinantes. A tendência é em geral irregular e sem padrão predeterminado, obedecendo aos componentes autônomos de demanda agregada – investimento e consumo autônomos, gasto público e saldo das exportações –, como na tradição de modelos de crescimento baseados nas propriedades dinâmicas da demanda efetiva, e não a impulsos ou choques de oferta como nos modelos *mainstream*. Uma característica importante do modelo proposto é que a maioria desses componentes é parcial ou totalmente endogeneizada. Isso permite que cada um deles seja testado separadamente, ressaltando a influência decisiva do seu peso relativo no PIB para a trajetória de tendência deste.

**Palavras-chave:** Modelos de crescimento multisetoriais; Modelos de simulação; Crescimento liderado pela demanda.

## Abstract

### *Economic growth in a micro-macrodynamic simulation model*

This paper discusses macrodynamic properties concerning of economic growth trend and its determinants, including microeconomic factors that can be explored within the simulation model proposed. The model tries to integrate the effective demand-based macrodynamics with structural and sectoral features that may generate emergent properties, focusing on the link between macroeconomic paths and technological progress. The simulation results presented in the paper give an idea of the trend path behavior generated by the model and its determinants. The main result is an irregular long run growth trend essentially determined by the autonomous components of the aggregate demand – investment, consumption, public expenditures and net exports –, as in the tradition of growth models based on dynamic properties of effective demand, and not by some kind of supply shocks as in mainstream models. A special feature of the model is that most of these final demand components are partially or totally endogenized in the model. This allows to test each of

---

(1) Trabalho recebido em dezembro de 2008 e aprovado em novembro de 2009.

(2) Professor Titular da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil. E-mail: [mjpossas@terra.com.br](mailto:mjpossas@terra.com.br).

(3) Pesquisadora do Instituto de Economia da UFRJ / Professora Substituta da Faculdade de Economia da Universidade Federal Fluminense (UFF), Niteroi, RJ, Brasil. E-mail: [esther.dweck@gmail.com](mailto:esther.dweck@gmail.com).

these components is separately, pointing out the decisive influence of its share on the total GDP to the final the latter's trend trajectory.

**Keywords:** Multisectoral growth models; Simulation models; Demand-led economic growth.

**JEL** O41, C15.

## Introdução

A formalização sobre crescimento econômico se originou após a publicação da Teoria Geral de Keynes, a partir do modelo de Harrod (1939), que procurava explicar não apenas o ciclo econômico, como outros modelos daquele período,<sup>4</sup> mas também a tendência de crescimento. Este foi um dos primeiros modelos que exploraram a interação entre acelerador e multiplicador, destacando-se por ressaltar propriedades do crescimento.

Uma análise quanto à possibilidade de esse tipo de modelo gerar ciclo com tendência foi explorada em Kalecki (1991 [1962]). O autor procurou mostrar, a partir da combinação do multiplicador com uma equação de investimento, não explicitada em Harrod, que a taxa “garantida de Harrod” é um equilíbrio instável e que existe um outro atrator, que é uma solução de flutuação sem tendência. Portanto, ao contrário do que propunha Harrod, seu modelo não era capaz de gerar uma explicação para ambos; a sua taxa garantida era uma solução instável de seu modelo, ao passo que a flutuação cíclica em torno de uma posição estática seria mais plausível. Tal observação vai ao encontro da observação de Kaldor (1951, p. 837) sobre os modelos desenvolvidos no período do entreguerras. Segundo o autor, estes apresentavam três problemas essenciais para uma análise dinâmica: (1) uma limitação aos sistemas lineares;<sup>5</sup> (2) como representar a equação de investimento;<sup>6</sup> e (3) como explicar uma tendência de crescimento. Ainda que não fosse impossível sobrepor uma tendência a um modelo de ciclo, acreditava-se que era preciso explicar ambos a partir do mesmo conjunto de causas.

Esses modelos agregados deixavam de fora diversos fatores importantes para uma análise abrangente do crescimento econômico, tais como o progresso técnico, as restrições financeiras aos investimentos e as expectativas de longo prazo; e estavam sujeitos à mesma crítica irônica feita por Goodwin (1955) ao modelo de Hicks (1949): não se explica a tendência simplesmente inserindo um fator crescente de tendência ao modelo. Este fato ressalta a importância de uma

---

(4) Ver entre outros: Slutsky (1937 [1927]); Frisch (1933); Kalecki (1933); Harrod (1936); Schumpeter (1939) e Metzler (1941).

(5) Sistemas lineares só apresentam uma solução de flutuação regular com crescimento em condições muito específicas de valores dos parâmetros.

(6) A questão básica é a especificação do acelerador, dado que esta altera de forma significativa a dinâmica do modelo.

teoria específica para a tendência, mas não necessariamente uma teoria que explique ambos, ciclo e tendência, conjuntamente.

Com o objetivo de responder a esse problema teórico, vem sendo desenvolvido um instrumental que permite incluir mecanismos endógenos e interativos associados às decisões dos agentes, captando também a influência sobre estas de componentes setoriais específicos, assim como os efeitos dinâmicos associados à estrutura produtiva e tecnológica e aos distintos padrões de concorrência setoriais. No presente artigo são apresentados alguns dos principais resultados de simulação da versão mais recente de um modelo micro-macrodinâmico multissetorial, com foco sobre as propriedades macrodinâmicas da tendência de crescimento a longo prazo e respectivos fatores determinantes, inclusive no nível microeconômico, que o modelo permite explorar. O foco central é discutir como os principais componentes da demanda agregada afetam a tendência de crescimento, seja endógena ou exogenamente.

No que segue, a seção 1 discute sucintamente o ponto teórico central do modelo – crescimento liderado pela demanda, na tradição dos modelos neokeynesianos e de Kalecki –, que o distingue da maioria dos modelos de crescimento mais recentes, tanto ortodoxos quanto heterodoxos, que enfatizam apenas o lado da oferta. A estrutura do modelo é apresentada na seção seguinte, sem discutir as equações, já apresentadas em outros trabalhos. A mesma seção a seguir descreve alguns aspectos metodológicos e os objetivos pretendidos pelas simulações, que são discutidas na seção 3. Esta é a mais extensa e expõe com detalhes os resultados de alguns exercícios de simulação permitidos pelo modelo. Segue-se uma breve conclusão.

## 1 Crescimento e demanda efetiva

A ideia de crescimento liderado pela demanda estava presente na formulação original de Harrod. No entanto, entre as várias críticas àquele modelo, as que obtiveram mais sucesso – no campo neoclássico – foram as de Solow (1956) e Swan (1956). Com esses artigos, as explicações do ciclo permaneceram em segundo plano<sup>7</sup> e o foco da teoria passou a ser o crescimento centrado nos determinantes da oferta, empregando funções de produção agregadas. O modelo de Solow e as versões mais recentes de crescimento endógeno compartilham a

---

(7) Portanto, ao contrário do que Lucas (1977) afirma, o que relegou a questão do ciclo para segundo plano foi o modelo de crescimento neoclássico Solow/Swan e não a publicação da Teoria Geral. Como foi dito anteriormente, Harrod, o primeiro a procurar levar adiante a análise dinâmica implícita na Teoria Geral, tentou explicar ambos os efeitos. “*By the introduction of an appropriate lag the tendency of a system to oscillate can be established. (...) Moreover it is possible (...) that the trend of growth may itself generate forces making for oscillation. (...) [Therefore] the study of the operation of the forces maintaining a trend of increase and the study of lags should go together*” (Harrod, 1939, p. 14-15).

mesma ideia de que a demanda não tem qualquer impacto sobre a trajetória de longo prazo, determinada exclusivamente pela expansão dos fatores de produção e da produtividade, via progresso técnico (seja este exógeno ou endógeno).<sup>8</sup>

Em contraposição a essa corrente dominante, há uma série de contribuições,<sup>9</sup> muito influenciadas por trabalhos seminais de Kalecki e Kaldor, que partem da ideia do princípio da demanda efetiva (PDE) e retomam um fato estilizado importante acerca da tendência de longo prazo, implícito na discussão de estabilidade da taxa de crescimento garantida definida por Harrod (1939), para o qual apresentam uma explicação causal muito distinta: o crescimento do produto acompanha *grosso modo* o da capacidade produtiva, com o que o grau médio de utilização tende a ser relativamente constante a longo prazo.<sup>10</sup>

A explicação proposta com base no princípio da demanda efetiva difere inteiramente da neoclássica, para a qual a causalidade vai da capacidade produtiva para a demanda. A ideia central aqui é que a capacidade produtiva é que se ajusta à demanda efetiva – uma decorrência da suposição, baseada no PDE, de que a evolução de longo prazo da capacidade produtiva, assim como da produção corrente, é determinada pela trajetória da demanda total, cujos principais componentes são inteira ou parcialmente exógenos ao nível e às variações correntes da atividade econômica. Em síntese, a função causal dinâmica representada pela demanda efetiva pode ser expressa no conjunto de efeitos de encadeamento decorrentes da expansão da demanda sobre a produção e a capacidade produtiva, expressos tanto no conhecido efeito acelerador, estimulando o investimento, quanto no incentivo à expansão da produção e, finalmente, via gastos, à ocupação da capacidade produtiva.

Assim, são as decisões associadas aos componentes autônomos da demanda final que definem, ao longo do tempo, a trajetória de crescimento. Como ressaltou Kalecki (1991 [1968], p. 435): “*The long-run trend is but slowly changing component of a chain of short-period situations*”. A dificuldade de propor uma teoria da tendência baseada no PDE está justamente associada à heterogeneidade dos componentes autônomos de demanda final – investimento, consumo, gastos do governo e exportações –, com princípios de determinação muito distintos, o que inviabiliza uma endogeneização completa e conjunta.

---

(8) A mudança tecnológica pode ou não ser incorporada como um outro fator de produção na função de produção agregada suposta na maioria destes modelos.

(9) Para uma coletânea de artigos baseados na ideia de crescimento liderado pela demanda, ver Setterfield (2002).

(10) “*In most capitalist economies, (...), taking the long view we seem to observe, on the average, a remarkable balance between the long-run trends of productive capacity and aggregate demand*” (Serrano, 1996, p. 9).

Além disso, um instrumental teórico adequado ao tratamento da tendência deve incorporar a possibilidade de mudança dos parâmetros estruturais, dos quais alguns dos mais importantes referem-se ao progresso tecnológico. Para tanto, é necessário o conhecimento da natureza das mudanças estruturais, para cuja análise um enfoque microeconômico multissetorial pode ser essencial, permitindo incluir mecanismos endógenos e interativos que relacionam as decisões dos agentes e características setoriais a efeitos dinâmicos macroeconômicos, incluindo possíveis propriedades emergentes.

A variável tecnológica, como se sabe, foi incorporada como um dos fatores fundamentais ao crescimento desde o famoso resíduo de Solow (Solow, 1957). Mais recentemente, os modelos de crescimento endógeno alteraram o modelo original de Solow de forma a tornar endógeno o avanço tecnológico como fruto de decisões dos agentes. Isso foi obtido introduzindo mecanismos que geram retornos crescentes suficientemente fortes para compensar a tendência à anulação da fonte endógena de crescimento, decorrente dos rendimentos decrescentes do capital. A abordagem tecnológica por autores neoclássicos foi em parte contestada por autores evolucionários/neo-schumpeterianos.

Uma das principais contribuições da teoria evolucionária/neo-schumpeteriana é a utilização de uma linguagem comum para abordar, conjuntamente, “objetos” macro, como crescimento econômico e ciclos; “objetos” micro, como a mudança estrutural endógena; e a interação entre ambos. Nesta teoria, a inovação, em particular o processo de mudança tecnológica, assume o papel central na dinâmica da economia capitalista. Entretanto, assim como nos modelos de crescimento endógeno tradicionais, o mecanismo causal implícito nesses modelos para explicar o crescimento a longo prazo – em particular, como o progresso técnico pode se transformar em tendência de crescimento – é muitas vezes desnecessariamente conflitante com ou omissa em relação ao princípio da demanda efetiva.<sup>11</sup>

Há, portanto, um aspecto central que permite diferenciar os modelos que procuram explicar fenômenos macro a partir do progresso tecnológico: a presença ou não do mecanismo keynesiano de formação de renda e propagação de efeitos via demanda; mais especificamente, a aceitação ou não, ainda que implícita, do

---

(11) Alguns autores neo-schumpeterianos incorporam os mecanismos associados ao lado da demanda aos seus modelos. A versão mais atual desta linha de modelos foi apresentada em Dosi et al. (2006) e Dosi et al. (2008a, 2008b). Tais modelos consistem numa versão mais simplificada do modelo apresentado em Chiaromonte e Dosi (1993), porém exploram muito mais os resultados do modelo; na versão Dosi et al. (2008a) incluem o setor público, algo novo em relação às versões anteriores. Outros modelos que procuram fazer uma integração entre ideias schumpeterianas e keynesianas/kaldorianas são apresentados no *survey* Llerena e Lorentz (2003).

princípio da demanda efetiva. Em seu texto “*A Theorem on Technical Progress*”, Kalecki (1991[1941]) ressalta os efeitos mais importantes do progresso técnico sobre o desenvolvimento econômico<sup>12</sup> e ressalta que, sem a presença de um mecanismo concomitante pelo lado da demanda, o único efeito importante do aumento da produtividade do trabalho para o crescimento é a redução de uma possível restrição de oferta de trabalho. Nesse caso, o efeito do progresso técnico não seria aumentar a produção (demanda), mas sim reduzir o emprego. O instrumental proposto neste trabalho procura incorporar os dois elementos essenciais à abordagem do crescimento econômico – a expansão da capacidade produtiva<sup>13</sup> e o avanço tecnológico – de modo compatível com o princípio da demanda efetiva. A forma como estes elementos são abordados no modelo é explicada na próxima seção.

## 2 Estrutura do modelo

Os pressupostos teóricos e a estrutura do modelo já foram detalhadamente expostos em outros trabalhos e não serão retomados aqui.<sup>14</sup> Trata-se, em resumo, de um modelo multissetorial de simulação em computador, sem imposição de soluções analíticas de equilíbrio, no qual são explicitamente introduzidos fatores microeconômicos, tanto no nível setorial – coeficientes técnicos, relações insumo-produto, coeficientes de importação, oportunidades tecnológicas, etc. –, quanto das empresas – estratégias de produção e preços, produtividade, rentabilidade, expectativas de curto e longo prazos, investimentos e restrição financeira, estratégias inovativas e imitativas (gastos em P&D) em processos e produtos, etc. – e são obtidas propriedades dinâmicas setoriais e macroeconômicas, em particular trajetórias com componentes de flutuações e de tendência do produto e dos itens de demanda agregada, além do comportamento agregado da distribuição funcional da renda. As referências teóricas principais são evolucionárias neo-schumpeterianas (em particular no nível micro),<sup>15</sup> bem como keynesianas e kaleckianas (nos níveis micro e macroeconômicos).<sup>16</sup>

---

(12) É importante observar que ele estava se referindo apenas à inovação de processo.

(13) O que muitos autores passaram a chamar de produto potencial da economia.

(14) A versão mais desenvolvida do modelo é apresentada em Possas e Dweck (2004). O ponto de partida é o modelo dinâmico multissetorial elaborado em Possas (1983, 1984), com maior detalhamento e adequação ao uso de simulações em computador desenvolvido em Possas; Dweck e Reif (2004) e a incorporação dos microfundamentos *neo-schumpeterianos* – a estrutura competitiva dos setores e as estratégias das empresas – contidos no modelo evolucionário setorial apresentado em Possas e Koblitz et al. (2001).

(15) Entre outras, Nelson e Winter (1982); Simon (1979); Silverberg (1987) e Silverberg et al. (1988).

(16) Destacando-se Keynes (1936), Kalecki (1954) e Minsky (1975).

Não serão apresentadas aqui as equações do modelo em sua forma básica, já explicadas em detalhe em outro texto.<sup>17</sup> Mas é importante ao menos destacar suas principais etapas, bem como seus principais agentes.<sup>18</sup> Estes últimos são: (i) firmas; (ii) setores produtivos; (iii) classes de renda familiar; (iv) governo; (v) setor externo; e (vi) setor financeiro; interligados da seguinte maneira: os setores recebem encomendas das firmas, das classes de renda, do governo e do setor externo. As encomendas determinadas ao nível setorial são subdivididas entre as firmas do setor por meio de uma *replicator equation* baseada na competitividade; por outro lado, firmas demandam insumos e bens de capital dos respectivos setores produtores desses bens e do setor externo. As firmas possuem uma estrutura de passivos e ativos financeiros e, portanto, recebem e pagam juros ao setor financeiro. Seus fluxos de gastos são pagamento de salários e distribuição de lucros às classes de renda e pagamento de impostos ao governo. As classes de renda, além de receber os fluxos de rendimento dos setores, recebem salários do governo e de seu rendimento é descontado o imposto direto. Assim como as empresas, as classes também possuem uma estrutura de ativos e passivos financeiros e pagam e recebem juros do setor financeiro e demandam bens de consumo interna e externamente. Finalmente, há um fluxo financeiro entre o governo e o setor financeiro, similar ao que ocorre com as classes de renda e firmas.

A cada período de produção, ocorrem as seguintes etapas:

1. Firmas recebem novos bens de capital, no início de um período de investimento.<sup>19</sup>

2. **Produção planejada** – 1ª decisão das firmas – diferenciada entre os setores: em bens de consumo e bens intermediários, depende das vendas esperadas; em bens de capital, depende das encomendas efetivas. Este é um dos efeitos importantes do PDE e foi a forma apresentada por Keynes deste princípio: a decisão de produzir depende, dada a estrutura de custos e da expectativa de demanda por parte dos empresários.

3. **Produção efetiva** – dada produção planejada, a produção efetiva depende da capacidade produtiva e do estoque de insumos; para firmas do setor de bens intermediários há um ajuste às encomendas recebidas.

---

(17) Ver Possas e Dweck (2004), disponível em: [http://www.anpec.org.br/revista/vol5/vol5n3p1\\_43.pdf](http://www.anpec.org.br/revista/vol5/vol5n3p1_43.pdf)

(18) Agentes são as partes do sistema para as quais são definidos os dados iniciais e as regras de comportamento, podendo ser compostos por outros e formando estruturas hierárquicas.

(19) Por simplificação, foi assumido o mesmo período de investimento para todos os setores. Entretanto, as decisões de investir pelas firmas não são em princípio coincidentes. Cada período de investimento é composto por seis períodos de produção (período de tempo básico do modelo) e corresponde ao período necessário para que os novos bens de capital sejam produzidos, instalados e entrem em operação.

4. **Decisão de preço** – 2ª decisão das firmas: média ponderada entre preço desejado e preço médio do mercado; preço desejado é determinado pelo *mark-up* desejado sobre os custos variáveis.<sup>20</sup>

#### 5. Encomendas recebidas pelos setores

- *Bens de consumo* – decisão de consumo das classes de renda, consumo do governo e exportações.

- *Bens de capital* – decisão de investir das firmas e governo, definidas em períodos anteriores.

- *Bens intermediários* – 3ª decisão das firmas: encomendas de bens intermediários para a produção no próximo período.

- *Setor externo* – importações: decisão de consumo das classes de renda, decisão de investimento das firmas e demanda de insumos. Exportações: dependem de um coeficiente fixo, do nível de renda externa, da taxa de câmbio real e da elasticidade-renda das exportações na renda mundial e da elasticidade preço das exportações.

6. **Encomendas recebidas pelas firmas** – a distribuição das encomendas totais de cada setor entre as firmas é feita por uma *replicator equation* baseada na competitividade relativa das firmas. Os principais componentes são o preço e a qualidade do produto (este último, nas simulações, apenas para os setores que fazem inovação de produto).

7. **Vendas** – determinadas pelas encomendas, sujeitas à restrição da quantidade de produtos disponíveis, definidas pela produção corrente e pelos estoques de produtos acabados.

#### 8. Determinação da renda

- *Distribuição funcional*

- *Salários* – determinados pela produção total e salários do governo;

- *Lucros* – determinados pelas vendas; uma parte é distribuída e o restante é retido para reinvestimento ou aplicação financeira.

- *Distribuição pessoal*

- *Salários e lucros* são redistribuídos entre as classes de renda.

---

(20) As características desta equação foram apresentadas de forma exaustiva em Possas; Koblitz et al. (2001) e não serão retomadas aqui. Entretanto, cabe ressaltar que esta equação é uma versão discreta da apresentada em Silverberg (1987) adaptada à especificação da *replicator equation*, idêntica à equação utilizada por Kalecki (1954, cap. 1) em sua análise de grau de monopólio sob concorrência imperfeita. Sendo assim, esta equação embute as características do ambiente de concorrência, em particular, o grau de *apropriabilidade* (Dosi, 1988) do progresso tecnológico referente aos setores. Mudanças no peso dado ao preço desejado e ao coeficiente de repasse para o *mark-up* desejado de ganhos de produtividade pelas firmas líderes alteram o grau de apropriabilidade do setor. Algo que foi testado no artigo Possas; Koblitz et al. (2001).



9. **Decisão de investimento** – 4ª decisão das firmas: ao final do período de produção, se este for período de investimento; depende de uma restrição financeira:

- *Investimento em expansão de capacidade* – depende das vendas esperadas e do grau de utilização desejado;

- *Investimento em reposição física* – depreciação física dos bens de capital;

- *Investimento em reposição por obsolescência técnica e para ajustes da capacidade produtiva* – depende de sucesso nas inovações de processo e produto, respectivamente.

10. **Sucesso inovativo e gastos em P&D** – os processos pelos quais as firmas tornam-se aptas a adquirir um bem de capital com nível de produtividade maior, por inovação ou imitação, são processos estocásticos em dois estágios, como em Nelson e Winter (1982, cap. 12). A probabilidade de sucesso depende do grau de oportunidade tecnológica do setor e dos gastos em P&D específicos das firmas. Estes últimos são definidos inicialmente como uma proporção fixa das receitas das firmas, podendo ser diferenciados por tipo estratégico de firma – inovadora forte, inovadora fraca e imitadora.

11. **Saída e entrada de firmas** – o processo de saída é totalmente endógeno e só há entrada de uma nova firma quando ocorre a saída de outra.

A combinação de pressupostos evolucionários, em que agentes adotam comportamento criativo e adaptativo, com mudança estrutural endógena, gerando dinâmica fora do equilíbrio e trajetórias em aberto (não ergodicidade de processos), permite caracterizar a economia capitalista como um sistema complexo evolucionário (Allen, 1998). Nesse contexto, em que não linearidades são relevantes e equilíbrios estáveis uma exceção, o uso de simulações em computador (cálculo numérico) em lugar de soluções analíticas pode ser mais que útil, até recomendável do ponto de vista metodológico.<sup>21</sup>

Simulações permitem gerar trajetórias que dependem de condições iniciais e de valores específicos dos parâmetros, testando-as de forma sistemática para diferentes valores daquelas e destes. No entanto, tais características, em geral valorizadas por economistas não ortodoxos que trabalham com modelagem, têm muito pouco apelo para economistas do *mainstream*. O *trade off* óbvio, reconhecido amplamente por adeptos e opositores do método de simulação, entre simplicidade e realismo – ou, pela ótica inversa, entre tratabilidade e relevância – não tem uma solução ótima que independa da teoria ou dos pressupostos com que se caracteriza o objeto de análise. Assim, entre aqueles que trabalham com

---

(21) Uma análise mais aprofundada encontra-se em Valente (1999).

modelos, a preferência habitual de economistas do *mainstream* por modelos com soluções analíticas correlaciona-se fortemente com sua predileção pelo método de equilíbrio, ao passo que a opção dos heterodoxos de orientação evolucionária (especialmente neo-schumpeterianos) por simulações está associada à baixa confiança depositada em posições de equilíbrio como estados representativos de processos dinâmicos em aberto (não ergódicos e, portanto, imprevisíveis).

Na perspectiva aqui adotada, simulações são instrumentos, potencialmente poderosos, para produzir ou aprofundar teorias sobre sistemas complexos, como a economia capitalista. O principal objetivo de uma simulação é testar teoria(s) sobre processos complexos, mais especificamente analisando a dinâmica que emerge das hipóteses e parâmetros introduzidos no modelo, e não replicar fenômenos reais.<sup>22</sup> Isso envolve não só a comprovação – e a identificação das condições em que esta se dá – de determinados resultados esperados, mas também a descoberta de novas propriedades. A importância da simulação para este último objetivo é que frequentemente tais propriedades (“emergentes”) não só não são intuitivas, em função da própria complexidade dos processos envolvidos, mas muitas vezes não podem ser diretamente obtidas por soluções matemáticas sem que se introduzam simplificações potencialmente danosas para a segurança do resultado ou de sua interpretação.

### 3 Principais resultados das simulações<sup>23</sup>

Os efeitos dos fatores de ciclo e tendência não são tão facilmente distinguíveis na análise empírica e tampouco em um modelo não linear e complexo como o proposto aqui. Há, em geral, uma interação entre os efeitos de tendência e ciclo que impede uma distinção teórica (causal) clara dos efeitos de cada fator isoladamente. Assim, no que segue ciclo e tendência terão o significado habitual da análise empírica e estatística. Sempre que necessário será utilizado um filtro<sup>24</sup> que permite decompor as séries em três componentes: flutuações irregulares, flutuações cíclicas e tendência.

---

(22) Nesse sentido afastando-se da corrente de modelos “*history-friendly*”.

(23) O modelo foi desenvolvido e os exercícios de simulação foram rodados utilizando o *software Laboratory for Simulation Development*, desenvolvido em Valente (1999). Para baixar o programa e os manuais, acesse: <http://www.business.aau.dk/~my/Lsd/Lsd.html>. Existem outros pacotes para simulações em ciências sociais. Para uma lista extensa, ver <http://www.econ.iastate.edu/tesfatsi/acecode.htm>.

(24) O filtro utilizado é o “*band-pass filter*” (BPF) proposto por Baxter e King (1995), baseado na teoria de análise espectral dos dados de séries temporais. Para uma aplicação deste filtro, ver Stock e Watson (1998). Zarnowitz e Ozyildirim (2002) comparam diversos tipos de filtros com o método de “*phase average trend*” (PAT). Ao final, concluem: “*The band-pass filter works quite well for wide frequency ranges (much worse for narrow ranges) and produces very smooth growth cycles very similar to those of PAT. In general, it is reassuring that the results of PAT for the United States show great similarity to the results obtained with the more modern H-P and bandpass filtering methods, but in matters of detail PAT is often superior*” (Zarnowitz; Ozyildirim, 2002, p. 32).

Na análise inicial deste modelo (Possas; Dweck, 2004), dois pontos teóricos foram ressaltados. Primeiro, o conhecido fenômeno – evidenciado nos tradicionais modelos nekeynesianos e de Kalecki – de que o movimento cíclico principal de uma economia capitalista se explica pelo efeito dual defasado dos investimentos, impulsionando a curto prazo a demanda agregada e acrescentando capacidade produtiva com defasagem, cuja utilização pode exceder o nível desejado ou ficar abaixo dele, propagando o efeito original. Outro ponto importante é a relativa estabilidade do ciclo obtido, que se deve, em grande parte, à introdução de não linearidades nas decisões de investimento, tais como a influência do grau de utilização da capacidade e uma restrição financeira efetiva. Ou seja, a função investimento não é um acelerador comum, pois incorpora previsão de demanda e ajuste de capacidade, bem como a restrição financeira de forma não linear – como propôs Minsky (1957).

Nas simulações que seguem, o foco é posto sobre a ligação entre as trajetórias macroeconômicas e, em especial, as inovações. O ponto central é explicar o mecanismo causal implícito no modelo que determina o crescimento econômico a longo prazo. Procura-se explicar como a mudança tecnológica e inovativa em geral, ao lado dos demais componentes de demanda agregada, influencia a tendência de crescimento, destacando o papel de cada um dos componentes de demanda, em particular dos determinantes do investimento, e da atuação sobre estes de uma restrição financeira.

De acordo com a tradição kaleckiana e com o PDE, a tendência de crescimento está associada aos gastos autônomos. Em particular, aos efeitos sobre a demanda agregada de mudanças autônomas: (i) no investimento bruto, particularmente aquelas relacionadas à inovação; (ii) no consumo, especialmente (mas não apenas) as relativas às inovações, mais especificamente a inovações de produto; (iii) nas exportações, devido ao crescimento da economia mundial, ou aos ganhos de competitividade associados a inovações; e (iv) nos gastos do governo. Nas próximas seções, cada um desses itens será analisado separadamente.<sup>25</sup>

### 3.1 Simulação-padrão

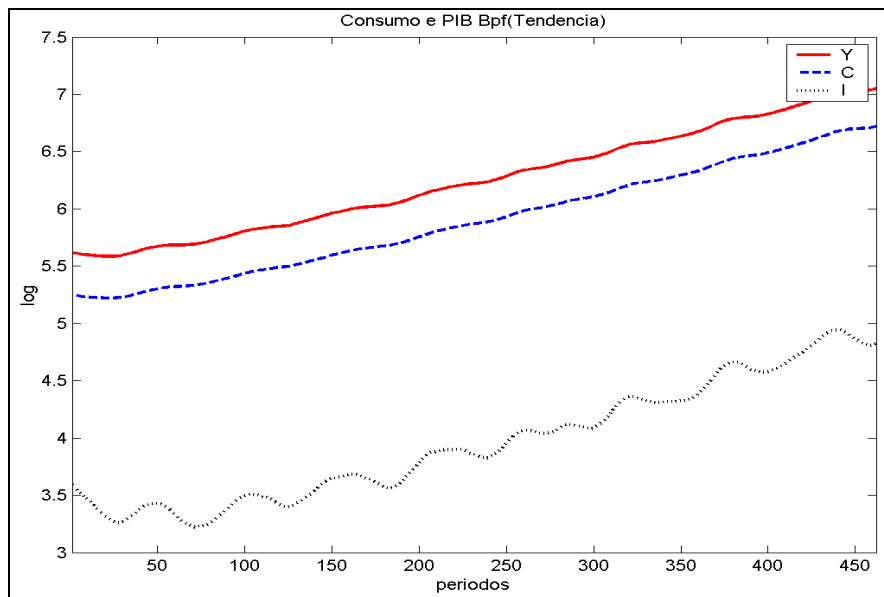
Dentre as condições iniciais supostas na simulação-padrão, cabe destacar as seguintes, que serão alteradas caso a caso em simulações específicas, no item final. As firmas são supostas inicialmente iguais em cada setor, inclusive quanto às estratégias tecnológicas – inovação (ou imitação) de processo e produto – e de

---

(25) Cabe ressaltar que, nesta versão do modelo, as fontes de inflação são basicamente de custos, via aumento dos preços dos insumos importados. Porém, há também uma pequena fonte de inflação de demanda, que pode ocorrer quando os gastos totais (demanda total) superam a oferta total, pois se supõe que ocorrerá uma importação extra com ágio de 10%. Em todo caso, nesta versão, o comportamento da inflação não é um dos focos do trabalho.

preços. Portanto, as diferenças entre firmas que emergem decorrem da combinação de efeitos aleatórios e cumulativos presentes no modelo. Supõe-se um crescimento constante da renda externa e consequentemente das exportações. O montante total dos gastos do governo é dado por uma meta de superávit fixada inicialmente, com um limite inferior destinado ao pagamento de salários, que cresce vegetativamente. Para a imposição de restrição financeira ao investimento das firmas, parte-se de recursos líquidos disponíveis determinados inicialmente, dados os valores iniciais do grau de endividamento e do estoque de capital fixo, de forma que o fluxo líquido inicial de pagamento e recebimento de juros seja nulo. Finalmente, quanto ao valor dos outros parâmetros que foram objeto de simulação para a sua determinação, o de expectativas extrapolativas (projeção da variação das vendas) é de 0,3 para todas as firmas; o período de investimento é composto por seis períodos de produção (cada um deles equivalente a um “trimestre” estilizado). Além disso, os ganhos de produtividade e a inflação são repassados integralmente aos salários a cada quatro períodos de produção, como um reajuste “anual”; obviamente, esses parâmetros não são rígidos e podem ser objeto de simulação futura.

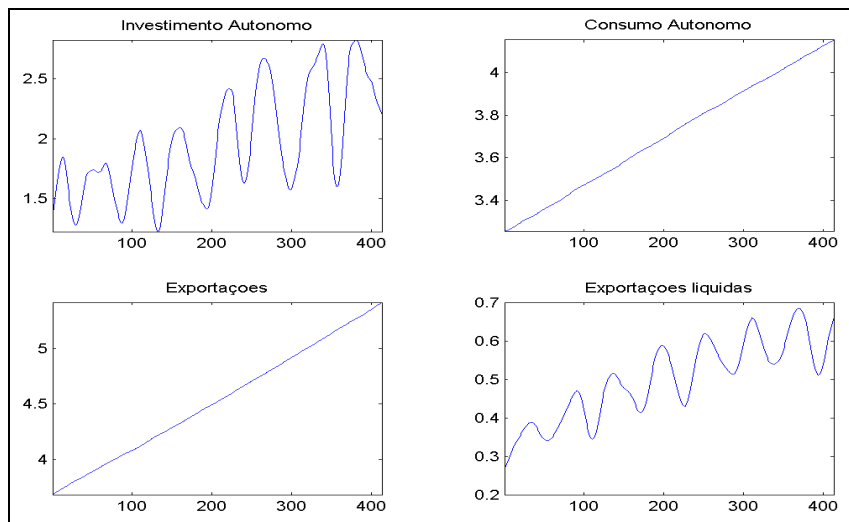
Figura 1  
Componentes de tendência do PIB, do consumo e do investimento



Como pode ser visto nas Figuras 1 e 2, todos os componentes de tendência descritos acima, como esperado, apresentam crescimento. Dados os parâmetros que determinam o multiplicador, pode-se mostrar que a taxa de crescimento do componente autônomo do PIB será uma média ponderada da taxa de crescimento

dos gastos autônomos: consumo, investimento, gasto público e exportações. Nesse caso, os gastos do governo não foram incluídos, pois a hipótese adotada de meta de superávit constante os torna pró-cíclicos e incapazes de gerar tendência a longo prazo. Obviamente, o fato de crescerem à mesma taxa que o PIB contribui para evitar uma tendência declinante.

Figura 2  
Componente de tendência dos gastos autônomos



Obs.: Os gráficos acima correspondem ao componente de tendência do logaritmo natural das séries reais.

Como pode ser observado, ainda que todos esses gastos autônomos apresentem uma tendência crescente, o grau de sua volatilidade é variável. Tanto o consumo autônomo como as exportações apresentam uma tendência estável devido à forma como foram introduzidos. As exportações crescem de acordo com a renda externa, determinada exogenamente. O consumo autônomo, apesar de endógeno, segue a tendência gerada pelo crescimento da “qualidade média” dos bens de consumo, que na prática significa uma taxa de crescimento aproximadamente constante.<sup>26</sup> O investimento autônomo é o mais volátil: ao contrário dos demais, não cresce a uma taxa aproximadamente constante. Ainda assim, sua proporção em relação ao investimento total e à capacidade produtiva – apesar de flutuantes – não apresenta nenhuma tendência significativa.

É importante ressaltar nesse contexto um ponto que distingue este modelo de outros modelos evolucionários/neo-schumpeterianos: a influência das inovações tecnológicas sobre a tendência de crescimento se dá pelo lado da

(26) Para mais detalhes, ver Dweck (2006).

demanda, e não da oferta. Para gerar crescimento econômico a longo prazo, a partir de um modelo keynesiano/kaleckiano como o presente, as inovações devem necessariamente influenciar algum(ns) dos componentes de demanda, particularmente investimento e consumo autônomos.

Para aprofundar esses pontos e avaliar a influência de cada um dos componentes separadamente, nas seções seguintes serão abordados as inovações de processo e produto, os gastos do governo e o comércio exterior. Busca-se isolar o efeito de cada um mediante a alteração de parâmetros e condições iniciais de cada bloco respectivo. O objetivo é explicitar as relações causais e apresentar alguns testes que o modelo permite.

### **3.2 Inovação tecnológica**

A ênfase dos modelos de crescimento endógeno, evolucionários ou neoclássicos, no progresso técnico deixa de lado um aspecto central: quais os componentes de demanda que efetivamente explicam como o progresso técnico pode afetar a tendência da economia, como destacado por Kalecki (1962). Por outro lado, não se pode ignorar que as inovações têm papel relevante em alguns dos gastos autônomos, todos os quais podem ter, em princípio, um peso significativo, ainda que variável entre economias distintas e ao longo do tempo.

A introdução, neste modelo, de inovações de processo e produto procura incorporar explícita e endogenamente seus efeitos dinâmicos sobre a economia. Para isso é indispensável uma abordagem micro-macro, dada a complexidade de fatores envolvidos nas decisões de investir em inovações relativos à estrutura microeconômica, que obviamente não podem ser analisados de modo mais completo e rigoroso em forma agregada.

Condições financeiras afetam o investimento em inovações de forma semelhante ao investimento sem mudança tecnológica. O que os diferencia é que essas condições, assim como o investimento induzido, variam com o nível de atividade, enquanto o investimento autônomo associado à mudança técnica não está diretamente relacionado com o nível de atividade – ao contrário, é um dos componentes de tendência, isto é, com potencial de gerar variação positiva (ou negativa) a longo prazo do nível de atividade. Para que possa desempenhar esse papel, portanto, é preciso que as condições financeiras sejam favoráveis e não restrinjam o potencial de expansão.

No que segue, para avaliar o impacto das inovações sobre a tendência de crescimento, as inovações de processo e produto serão tratadas separadamente.

### 3.2.1 Inovação de processo

A inovação de processo – de forma geral, a “modernização” das unidades produtivas – exerce efeito positivo sobre o investimento ao acelerar a obsolescência dos bens de capital, aumentando o investimento bruto. O prosseguimento desse estímulo depende do saldo entre os efeitos positivos da difusão da inovação e os efeitos negativos associados a perdas de mercado ou quebras de concorrentes. Esses efeitos ocorrem tanto no caso de inovação de processo quanto de produto. Com o objetivo de testar esse efeito líquido sobre a tendência, retiraram-se todos os outros efeitos positivos de gastos autônomos: o crescimento da renda externa; a inovação de produto e seus efeitos sobre o consumo autônomo; e o crescimento dos gastos do governo com salários.<sup>27</sup> É claro que, ao retirar-se o componente de crescimento dos gastos autônomos, estes passam a apenas atenuar as flutuações, não sendo capazes de gerar tendência.

O primeiro teste relativo ao investimento autônomo baseado em inovações de processo consistiu em retirar os demais componentes autônomos de tendência, mantendo a mesma taxa de crescimento da produtividade latente,<sup>28</sup> ou seja, da fronteira tecnológica dos setores (condição-padrão): 0,2% p.p. (por período) para bens de consumo; 0,35% p.p. para bens de capital; 0,25% p.p. para bens intermediários. Com essa estrutura, não se obtém uma tendência de crescimento. Um dos principais efeitos dessa alteração, além da ausência do componente de crescimento, é a ausência da tendência de crescimento da participação dos lucros na renda devido a um crescimento menos acelerado do *mark-up*, pois a concorrência se dá apenas via preços e há um repasse integral ao salário, ainda que defasado, dos ganhos de produtividade e da inflação. Há um grau de endividamento maior devido, em grande parte, à redução do crescimento. Observa-se uma menor volatilidade dos principais agregados, mas não se alteram significativamente as correlações cruzadas.

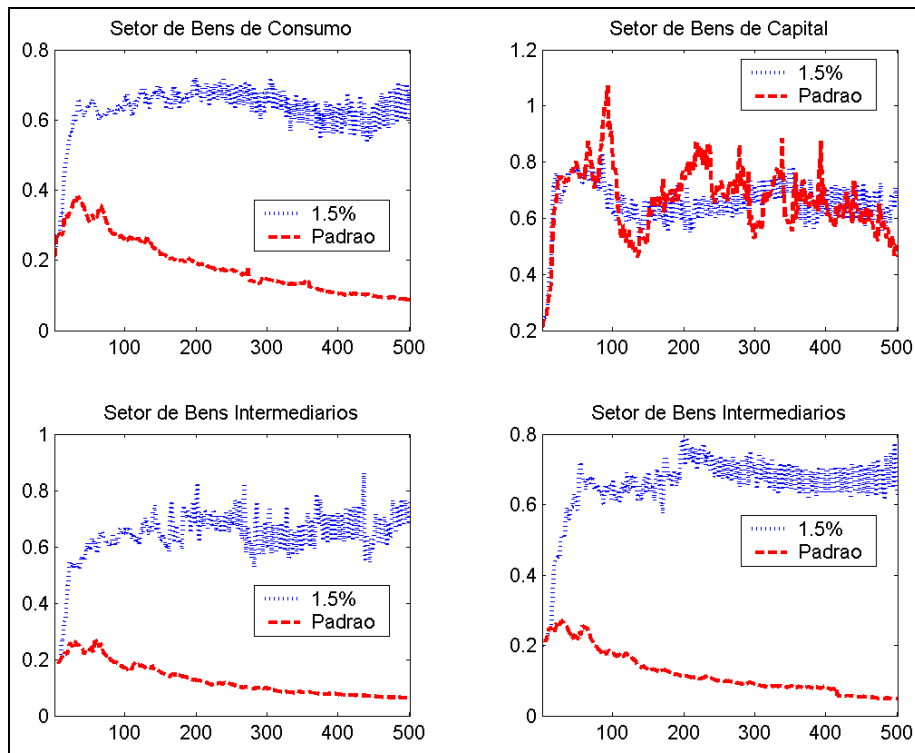
O segundo teste do efeito isolado da inovação de processo sobre o investimento autônomo foi aumentar a taxa de crescimento da produtividade latente dos setores para os seguintes valores: (i) 0,7% p.p. para todos os setores;

(27) Para evitar que o pagamento de salários se torne cada vez maior relativamente aos gastos do governo, supôs-se uma proporção fixa dos gastos do governo entre salário, investimento e consumo. O montante dos gastos do governo é determinado, como nas condições-padrão, por uma meta de superávit fixa, acompanhando, portanto, o nível de atividade.

(28) Como ressaltou e classificou Pavitt (1984), os setores se diferenciam quanto ao regime tecnológico que determina as características do processo inovativo. Por simplificação, todos os setores incluídos nesta versão do modelo são do tipo “*science based*”, isto é, são setores cuja expansão da fronteira tecnológica depende de fatores externos ao próprio setor. A expansão da fronteira tecnológica é expressa na trajetória da variável “produtividade latente”, que indica a média do processo estocástico que define a produtividade a ser obtida quando há um sucesso inovativo da firma. Cabe ressaltar que apesar do nome “*science based*”, esse tipo de regime tecnológico pode ter como fonte exógena da expansão da fronteira não apenas as descobertas da ciência, como também pode significar que a expansão ocorre fora do país.

(ii) 1,5% p.p. para todos os setores; e (iii) 0,7% p.p. para o setor de bens de consumo e 1,5% p.p. para os demais setores. A principal consequência foi uma mudança de patamar do nível do PIB e a imposição efetiva da restrição financeira em todos os setores. Como pode ser visto na Figura 3, correspondente ao caso (ii), o grau de endividamento de todos os setores flutua em torno de 60%, com um máximo próximo a 80%. É importante observar que o nível máximo desejado de endividamento foi fixado em 60%, e que firmas que se mantêm com um grau de endividamento médio acima de 100% por seis períodos, com tendência de crescimento, são eliminadas do mercado.

Figura 3  
Grau de endividamento médio dos setores



Este resultado é para uma única rodada.

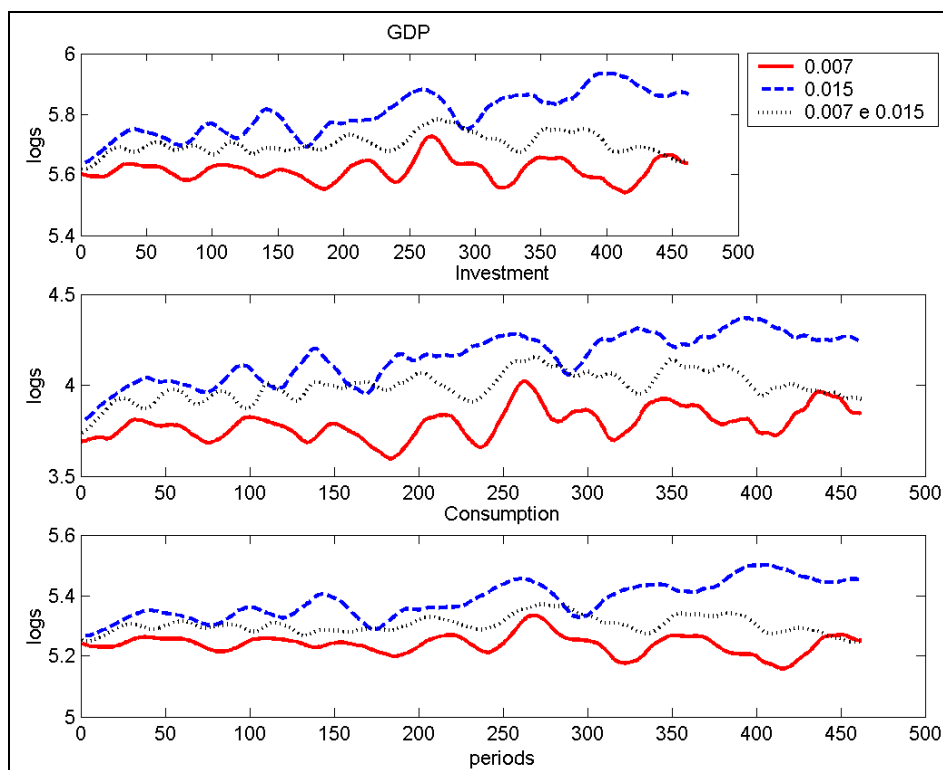
Em função desse resultado, o terceiro teste consistiu na redução da restrição financeira sobre o investimento. O meio mais simples é aumentar consideravelmente as reservas líquidas iniciais das firmas. Como pode ser visto na Figura 4, mesmo sem restrição financeira, somente para uma taxa elevada de crescimento da produtividade latente ocorre uma tendência de crescimento do PIB impulsionada pelos investimentos autônomos em inovações de processo. Tal



tendência pode ser observada para diferentes sementes aleatórias,<sup>29</sup> como apresentado em Dweck (2006, p. 162).

O modelo micro-macrodinâmico aqui trabalhado possui tanto variáveis deterministas quanto (em menor número) estocásticas; as simulações apresentadas foram todas testadas para diferentes sementes aleatórias. No entanto, não foi feita uma análise extensa e sistemática como a de Montecarlo, tendo-se optado por uma análise mais simples a partir da replicação da mesma configuração do modelo por um número limitado de vezes, a fim de detectar a variabilidade estocástica, algo que não se demonstrou relevante. Vale observar que o componente estocástico do modelo está praticamente restrito ao sucesso tecnológico das firmas, de forma que as alterações nas condições iniciais e nos parâmetros permanecem as mais relevantes.

Figura 4  
Componentes de tendência para diferentes taxas de crescimento da produtividade latente



(29) Uma semente aleatória é um número ou um vetor de números utilizados para inicializar um algoritmo que gera uma sequência de números com propriedades similares aos números aleatórios que é conhecido como gerador de números pseudo-aleatórios. Estes números são pseudo-aleatórios pois, na prática, são totalmente determinados por um pequeno conjunto de valores iniciais associados a cada semente aleatória.

O investimento autônomo, dado o seu comportamento mais volátil – por ter sido gerado endogenamente –, não cresce a uma taxa relativamente fixa, como foi suposto para consumo e exportações, cuja tendência é basicamente exógena no modelo. Assim, quando o investimento autônomo é o único componente de tendência, a taxa de crescimento do PIB será uma média ponderada com peso muito grande para componentes cuja taxa de crescimento é zero, compensado por outro cuja taxa é muito flutuante, mas com peso muito pequeno. Logo, será mais difícil manter um ritmo de crescimento estável a longo prazo, com um grau de utilização da capacidade suficientemente alto para gerar um efeito induzido que se some ao investimento autônomo.

Cabe ressaltar nesse ponto a diferença entre a fonte do progresso técnico e a forma como este afeta o crescimento econômico neste modelo. A fonte do progresso técnico é totalmente determinada pela expansão da fronteira tecnológica dada pela taxa de crescimento da produtividade latente, denominada na literatura de *technology push*, em contraposição a um processo *demand pull*, no qual a demanda, ou o mercado, sinaliza a direção do processo inovativo.<sup>30</sup> Por outro lado, a implementação efetiva do progresso técnico depende da decisão das firmas de adquirir novos bens de capital. Se essa decisão decorre do cálculo econômico sobre a obsolescência tecnológica do estoque de capital existente, a firma realiza um investimento autônomo. Essa é a forma como o progresso técnico afeta o crescimento econômico em um modelo baseado no PDE, uma vez que aumenta a demanda total da economia além do que seria necessário pela simples depreciação física do capital.

Podem-se destacar alguns efeitos dessa combinação de aumento da taxa de crescimento da produtividade latente com uma restrição financeira mais frouxa. O nível de crescimento não é suficiente para compensar o aumento de produtividade, havendo desemprego tecnológico. Como ressaltado acima, há maior concentração do mercado: quanto maior a taxa de crescimento da produtividade latente, maior a tendência à concentração. Outro efeito importante é sobre o ciclo: a maior volatilidade do investimento acarreta alteração da periodicidade do ciclo. Essa maior volatilidade está associada, em parte, ao aumento na proporção entre o investimento autônomo e o investimento total, que produz a já comentada redução do efeito acelerador, ou seja, o investimento induzido para um dado nível de investimento bruto total.

Do ponto de vista teórico, não há dúvida de que um modelo dinâmico de investimento ou produto que obedeça a uma equação a diferenças linear permite,

---

(30) Estas são duas visões extremas: nenhum autor defendeu totalmente uma ou outra destas duas posições. No caso do *demand pull*, a tecnologia não é totalmente induzida pela demanda, mas supõe-se haver sinais de mercado claros quanto à possibilidade de sucesso de uma inovação. Algumas referências sobre esse tradicional debate são: Dosi (1984); Coombs et al. (1987); Mowery e Rosenberg (1979).

em condições muito razoáveis, obter uma trajetória de crescimento impulsionada pelo investimento autônomo baseado no progresso técnico (*e.g.* inovações de processo e de produto).<sup>31</sup> Como proposto por Kalecki (1954, p. 186):

Um fluxo constante de invenções provoca acréscimos de investimento a um ponto acima do nível resultante de nossos determinantes básicos. As invenções, portanto, transformam o sistema estático em outro, sujeito a uma tendência ascendente. Deve-se acrescentar que se pode supor *ceteris paribus* que o efeito das inovações sobre o nível de investimento será tanto mais forte quanto maior for o nível dos equipamentos.

Entretanto, dada a natureza desses gastos, é provável que esse tipo de crescimento apresente flutuações, tanto pelo ritmo do progresso técnico quanto pela restrição financeira, quando o primeiro é intenso. Portanto, em períodos de contração ou estagnação é preciso que outros gastos autônomos, inclusive gastos do governo, como sugeriu Keynes, compensem ou reforcem o investimento autônomo privado. A proposta inicial de Kalecki para resolver a questão da tendência foi introduzir, na equação de investimento, um componente autônomo associado às inovações tecnológicas.<sup>32</sup> É interessante observar que Kalecki optou por apresentar seu modelo com base na equação de investimento e não da renda, como os outros autores. Por isso, acabou por enfatizar a questão do investimento autônomo mais do que de outros gastos autônomos, embora tenha também tratado destes na explicação mais detalhada da tendência de longo prazo, ou seja, do que chamou de “desenvolvimento” (Kalecki, 1954, cap. 14-15).

Há outro aspecto importante que se refere à interação micro-macro, ou especificamente à agregação de efeitos micro: um dado efeito líquido agregado sobre o investimento autônomo requer uma particular combinação de efeitos individuais, positivos e negativos,<sup>33</sup> que garanta esse resultado; ao passo que, num modelo construído diretamente no agregado (ou baseado numa suposta “firma representativa”), qualquer efeito sobre o investimento autônomo por hipótese já terá o impacto agregado pretendido. Uma ilustração desse fato é que o efeito maior do investimento autônomo das firmas sobre o resultado agregado ocorre quando há uma maior concentração do mercado, e, conseqüentemente, um aumento da influência de pequeno número de agentes sobre o resultado agregado.

---

(31) Ao analisar o modelo proposto por Kalecki, Possas (1987, p. 156) ressalta que haverá uma tendência de crescimento do investimento líquido (*i.e.* acumulação de capital) “se e só se o termo independente da equação de investimento líquido for positivo, o que pressupõe que o termo independente da equação do investimento bruto em capital fixo seja maior que apenas uma certa fração da depreciação do capital fixo”.

(32) “*It can be concluded that semi-exogenous factors, such as innovations, enable the capitalist system to break the impasse of stationary state and to expand at a rate dependent on the importance of these factors, e.g. on the intensity of innovations*” (Kalecki, 1962 [CWMK, v. II], p. 430).

(33) Como ressaltado acima, há efeitos positivos da difusão da inovação e efeitos negativos associados a perdas de mercado ou quebra de concorrentes.

Assim, ainda que matematicamente possível, a obtenção de uma tendência significativamente crescente do investimento autônomo via inovações de processo pode ser economicamente improvável. Isso demonstra a limitação de um instrumental analítico formalizado, mas excessivamente agregado e simplificado (como o de Kalecki e, mais ainda, os neokeynesianos), que deixe de lado elementos essenciais do sistema econômico, tais como uma restrição financeira ao investimento, um ritmo de crescimento do progresso tecnológico economicamente plausível e a combinação de agentes heterogêneos tomando decisões possivelmente conflitantes. Somente um modelo mais desagregado, descritivo e economicamente realista, como o proposto aqui, torna possível superar essa limitação.

Uma última observação, que ficará mais clara na seção sobre o setor externo, é que falta ao modelo uma interação importante que tende a ampliar o efeito do progresso técnico sobre o crescimento econômico: a relação entre inovação de processo e competitividade internacional. Quando incluída, a inovação de processo afetará um outro componente importante da demanda que é o saldo da balança comercial. Um ganho relativo de inovação de processo diante dos demais competidores internacionais tende a aumentar as exportações e a reduzir as importações, contribuindo para o crescimento da demanda agregada na economia.

### 3.2.2 Inovação de produto

No item anterior, para analisar o efeito da inovação de processo sobre a tendência foram retirados os demais componentes de gasto autônomo e o resultado inicial, sem alterar a taxa de crescimento da produtividade latente, foi a ausência de um componente de tendência. Como um primeiro teste da inovação de produto, foi incorporada a esta simulação sem tendência a inovação de produto com efeito sobre o consumo autônomo. Como esperado, o resultado principal é a presença de um componente de tendência importante ligado ao crescimento do consumo autônomo, como pode ser observado na Figura 5 – embora menor do que seria se houvesse também um crescimento da renda internacional. Entretanto, assim como no caso do investimento autônomo, na ausência de crescimento dos outros gastos autônomos, a taxa de crescimento do PIB torna-se menor do que a do consumo autônomo.

A forma como o consumo autônomo é determinado no modelo – proporcional ao indicador médio de inovação de produto do setor – torna o crescimento destes gastos dependente do crescimento exógeno da “qualidade latente”.<sup>34</sup> Quanto maior essa taxa exógena de crescimento, maior o crescimento

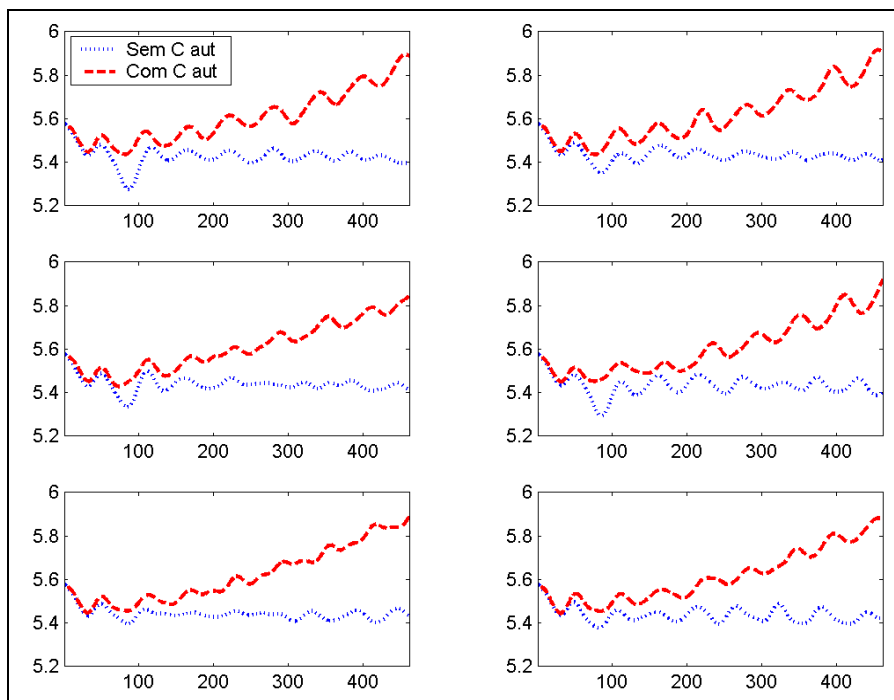
---

(34) A forma como a inovação de produto foi introduzida é análoga à inovação de processo, daí o termo “qualidade latente”, equivalente ao termo “produtividade latente” explicado na nota 30.

do PIB. Uma das consequências importantes deste aumento se dá sobre o índice de preços, decorrente de um aumento do *mark-up* desejado e seus efeitos distributivos. Por outro lado, há um efeito positivo sobre o nível de emprego, ainda que insuficiente para compensar o desemprego tecnológico, causado pelo crescimento da produtividade do trabalho.

Figura 5

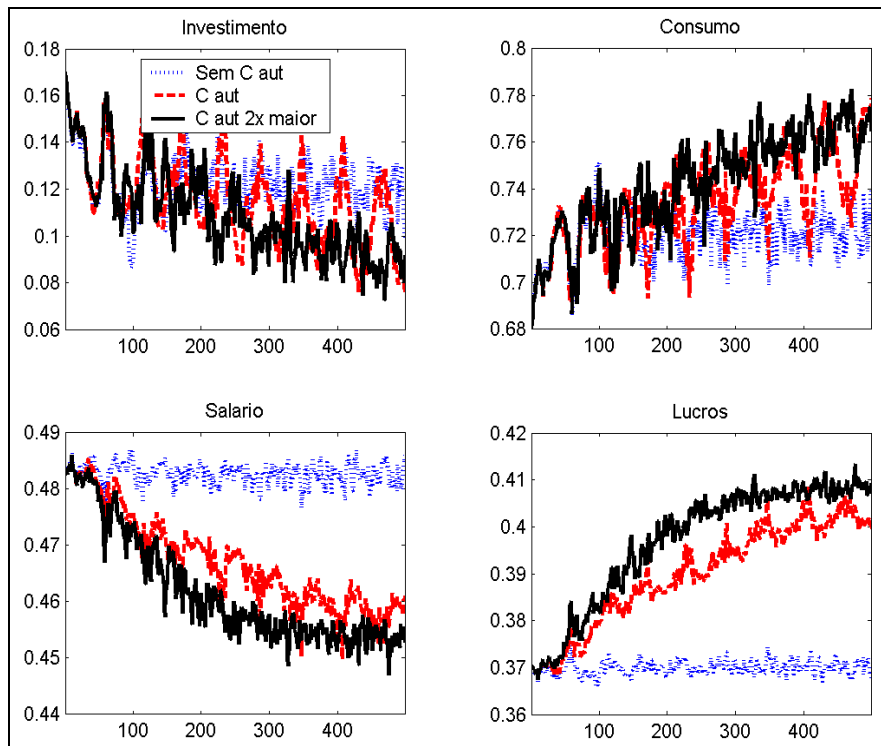
Tendência do PIB – efeito do consumo autônomo para diferentes sementes aleatórias



Outro resultado importante é o efeito distributivo decorrente da combinação de ambos os tipos de inovação. Conforme Kalecki (1954, cap. 2), dois fatores estruturais afetam a distribuição funcional da renda – o *mark-up* efetivo e a relação entre o custo das matérias-primas e o de salários; quanto maiores esses parâmetros, maior a participação dos lucros na renda. O primeiro fator é o principal responsável por esse efeito, dada a formação de preços das firmas. Esta afeta o nível e a margem de lucros e, portanto, a distribuição entre lucros e salários. O segundo elemento é menos efetivo, embora seja importante para captar efeitos intersetoriais, pois o índice de preços dos setores de bens intermediários tende a subir menos do que os dos outros setores, o que implica uma variação menor do que a inflação. Como se supõe que a inflação é integralmente repassada aos salários, essa proporção tende a variar em favor dos salários.

O efeito distributivo líquido tende a gerar uma redução da participação dos salários e, conseqüentemente, uma redução da média da propensão marginal a consumir. Por outro lado, como observam Cesaratto et al. (2006, p. 15), a introdução contínua de produtos novos e diferenciados pode ter um efeito sobre o consumo autônomo e conseqüentemente sobre a propensão média a consumir, podendo inclusive aumentá-la. Como pode ser visto na Figura 6, há de fato uma redução da participação dos salários no PIB, mas há também um aumento da participação do consumo, decorrente do aumento do consumo autônomo. Cabe lembrar que não foi introduzida nestas simulações uma restrição financeira ao consumo autônomo, embora seja possível argumentar que é a classe de renda mais alta – supostamente menos sensível a tal restrição – a responsável por um maior nível de consumo autônomo. Além disso, também não foi incluído um possível efeito negativo<sup>35</sup> sobre a produtividade associado à inovação de produto, muitas vezes descrito na literatura de ciclos de produto.

Figura 6  
Participação no PIB para diferentes taxas de crescimento da “qualidade latente”



(35) No entanto, este efeito poderia ser facilmente introduzido no modelo a partir da curva de aprendizado associada a cada inovação de produto. Uma inovação de produto poderia estar associada a uma nova curva de aprendizado, de forma que no início de sua implementação a firma poderia estar em um ponto de baixo aprendizado e alto custo.

Esse resultado se mantém quando são introduzidos outros componentes de tendência, como o crescimento da renda externa. Mesmo com a introdução dos outros componentes, observa-se que a tendência de redução dos salários e o efeito sobre a participação do consumo se mantêm, ainda que com menor intensidade, devido ao aumento de outros componentes da demanda agregada.

### 3.3 Gastos do governo

A importância dos gastos autônomos do governo está associada tanto ao peso relativo desses gastos quanto à sua natureza. Nas simulações apresentadas até aqui os gastos totais do governo foram determinados a partir de uma meta de superávit fixa. Como explicado, essa hipótese torna os gastos do governo pró-cíclicos e incapazes de gerar tendência de longo prazo. A determinação dos gastos do governo foi o único instrumento de política econômica, dentre aqueles supostos neste modelo, a ser testado nas simulações discutidas aqui. Ela não pode ser explicada sem levar em consideração fatores históricos e políticos, específicos a cada economia; mas é possível sustentar em geral que tanto a forma de determinação do montante quanto a sua composição afetam a dinâmica cíclica e a tendência.

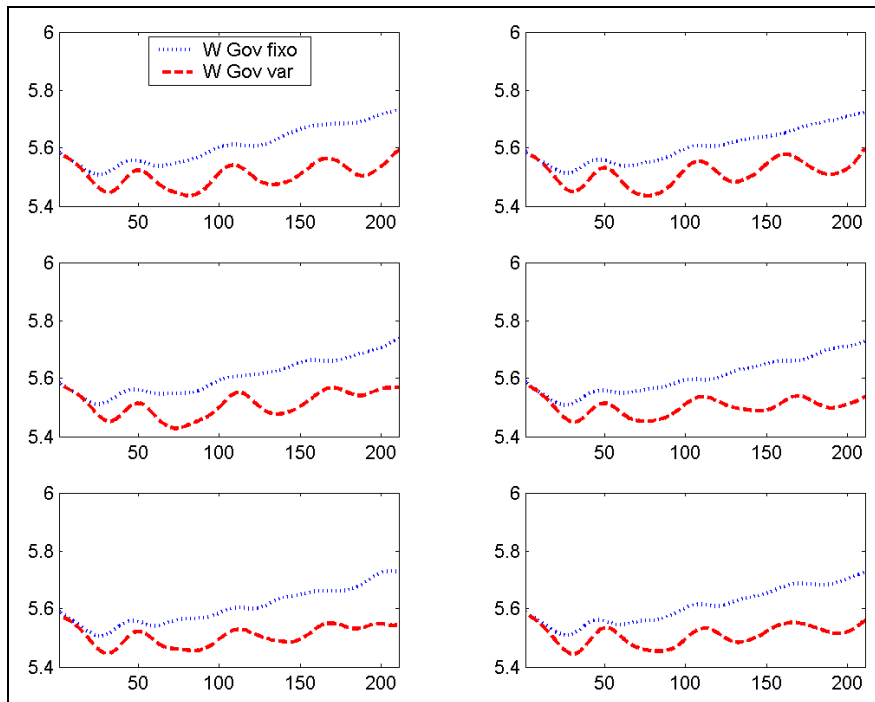
O governo, nesse modelo, define o volume de seus gastos em função da meta de superávit primário em relação ao PIB; o total de que o governo dispõe para gastar é calculado a cada período pela diferença entre a receita esperada de impostos e o superávit-alvo. Os impostos esperados são definidos a partir dos impostos do período passado, sobre os quais se aplica uma projeção de crescimento baseada na variação do produto. O superávit-alvo do governo é determinado pela meta de superávit multiplicada pelo PIB do período anterior.

Os gastos do governo podem ser divididos em salários, consumo e investimento. A divisão inicial desses gastos no modelo estabelece que 80% sejam destinados ao pagamento de salários e 20% distribuídos igualmente entre consumo e investimento. Como os salários estão sujeitos a uma taxa de crescimento exógena, segue-se que a proporção destes em relação aos gastos totais do governo varia de acordo com a taxa de crescimento do PIB e com variações na meta de superávit, sendo os gastos com investimento e consumo alterados residualmente. Com o objetivo de avaliar o impacto dos gastos do governo na tendência, dois tipos de testes são apresentados: (i) retoma-se a forma de divisão dos gastos do governo com um piso determinado pelo pagamento de salários; (ii) altera-se a forma como a meta de superávit primário é determinada.

No primeiro caso, como é possível observar na Figura 7, há um crescimento do PIB em decorrência do aumento autônomo dos salários do governo. A comparação é com os resultados apresentados anteriormente, em que os únicos componentes de tendência presentes são o investimento e o consumo

autônomos, ambos com parâmetros relativos à simulação-padrão.<sup>36</sup> Para compreender a causa dessa tendência é importante analisar conjuntamente a dinâmica dos gastos do governo e dos componentes de tendência dos gastos autônomos. Os gastos do governo são limitados inferiormente pelos salários, e os principais componentes de tendência nesse caso são o crescimento dos salários do governo e o consumo autônomo. A combinação de ambos gera a tendência observada na Figura 7 (com diferentes sementes aleatórias).

Figura 7  
Tendência do PIB com alteração na composição dos gastos do governo



Obs.: “W gov fixo” – refere-se a uma taxa fixa de crescimento dos salários do governo; “W gov var” – salários são determinados como uma proporção fixa dos gastos do governo e, portanto, flutuam com o PIB.

No segundo teste, o governo define o volume de seus gastos em função da meta de superávit primário, que é recalculada a cada quatro períodos, tendo em vista a relação entre a dívida pública e o PIB. Supõe-se que o único objetivo do governo é manter essa relação sob controle, tal que um mecanismo anticíclico só será adotado quando esta razão for inferior a 50%. A regra prática adotada é a seguinte: dentro de um intervalo possível de valores para a meta de superávit, se a

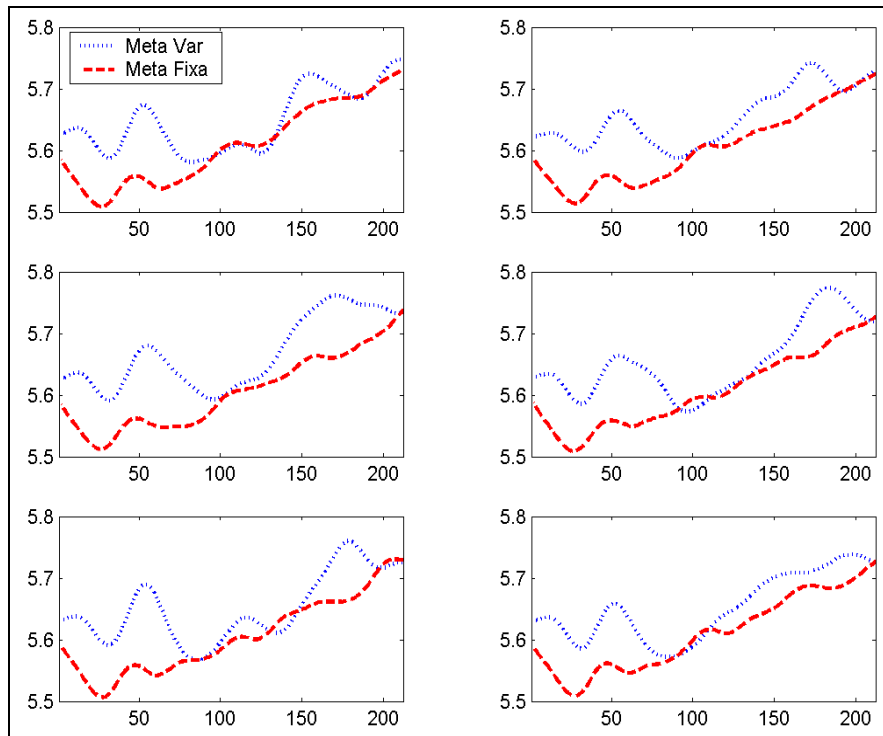
(36) É comparável aos resultados apresentados na Figura 5 com a legenda “Com C aut”. É importante observar que na Figura 7 são apresentados os resultados de somente 220 períodos, por isso não gerando uma tendência tão acentuada como a do consumo autônomo da figura anterior.



razão dívida/PIB for menor que 30%, a meta de superávit passada será reduzida num percentual preestabelecido,  $\zeta$ . O mesmo ocorre se essa razão estiver entre 30% e 50% e a dívida estiver crescendo a uma taxa menor que o PIB dos últimos quatro períodos; se o crescimento da dívida for maior, a meta permanecerá inalterada. No caso de a razão dívida/PIB ser superior a 50%, a meta de superávit será acrescida de  $\zeta$ . Nos resultados que seguem, observa-se que mais importante do que a variação da meta é o próprio limite imposto à meta: se esta for limitada em um intervalo positivo, não há uma alteração significativa na tendência.

Como é possível observar na Figura 8 (com várias sementes aleatórias), supondo um limite inferior equivalente a um déficit primário de 2%, a alteração na meta afeta o crescimento, mas a ausência de outros gastos autônomos impede que a tendência gerada em momentos mais expansivos se mantenha de forma prolongada, evitando um aumento da razão dívida/PIB. O que ocorre é que, para essas condições iniciais, sempre que a meta de superávit for positiva e os gastos do governo se tornarem mais pró-cíclicos, estes serão limitados pelos salários do governo, um dos dois principais componentes de tendência nessas simulações. Portanto, para que os gastos do governo gerem tendência, a forma de determinação dos mesmos não pode estar atrelada a componentes cíclicos, como uma meta de superávit, mesmo que esta seja revista com o foco centrado na dívida pública.

Figura 8  
Tendência do PIB com determinação da meta de superávit

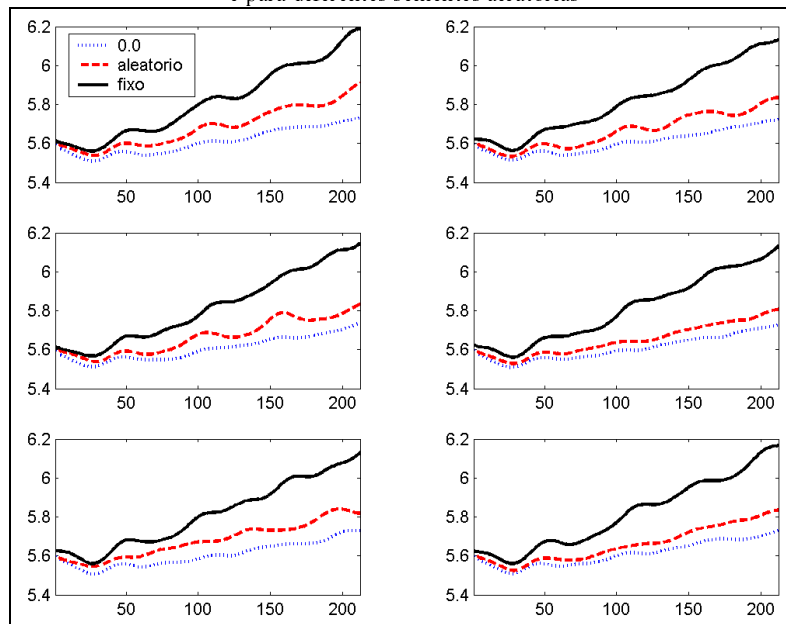


### 3.4 Setor externo

O nível de exportações de cada setor, outro importante componente dos gastos autônomos, foi definido como um coeficiente fixo da renda externa, dada a elasticidade-renda das exportações na renda mundial, multiplicada pela razão entre preço interno e externo, dada também a elasticidade-preço das exportações. Essa forma simplificada visa a captar o crescimento da economia mundial e as condições específicas de competitividade de cada setor, expressas no coeficiente de exportação e nas elasticidades.

Nas simulações anteriores que supunham uma taxa de crescimento nula para a renda externa, as exportações desempenhavam um papel de apenas atenuar as flutuações, garantindo um piso para a demanda, mas sem ser capaz de gerar tendência. Para testar a influência desse componente sobre a trajetória de longo prazo, supõem-se a seguir dois tipos de crescimento da renda externa: (i) fixo e igual a 0,5% p.p.; e (ii) aleatório, determinado por um valor fixo igual a 0,5% p.p. multiplicado por uma variável aleatória contínua com distribuição uniforme no intervalo (-0,5, 1,5).<sup>37</sup> Os resultados para diferentes sementes aleatórias das simulações são apresentados na Figura 9. Como esperado, quanto maior a taxa média de crescimento da renda externa, somando-se aos demais componentes de gastos autônomos, maior o crescimento do PIB.

Figura 9  
Tendência do PIB para diferentes taxas de crescimento da renda externa e para diferentes sementes aleatórias



(37) Este intervalo significa que há uma probabilidade de 25% de a taxa ser maior do que 0,5%; 25% de ser negativa, com um valor mínimo de -0,25%; e 50% de chances de ser positiva, mas menor do que 0,5%.

Um dos efeitos de se supor uma taxa de crescimento aleatória da renda externa é o possível impacto sobre o componente cíclico. Em uma das simulações obteve-se um resultado em que o componente cíclico das exportações é levemente pró-cíclico, mais próximo ao que corresponderia a um fato estilizado. O fato de este resultado não ser observado em todas as simulações indica que a taxa de crescimento da renda externa deve realmente ser ainda mais cíclica do que o suposto aqui.

Um ponto importante a ser analisado em trabalhos futuros é a influência de fatores ligados à competitividade internacional, tais como a elasticidade-renda das exportações e importações, mudanças no coeficiente de importação de bens de capital e bens intermediários, mudanças dos preços relativos internos e externos e impacto de variações do câmbio.

### **Conclusões**

Os resultados macrodinâmicos das simulações aqui apresentadas confirmam amplamente as previsões gerais dos modelos teóricos neokeynesianos e de Kalecki, construídos sobre arcabouço mais simples, agregado e sem elaboração de microfundamentos. Por outro lado, a estrutura bem mais complexa, com interação micro-macrodinâmica, do presente modelo permitiu obter alguns resultados mais específicos – dentre muitos outros ainda por explorar –, testar hipóteses usualmente desconsideradas e, em particular, investigar os efeitos macrodinâmicos de processos e decisões que ocorrem no nível das empresas e dos setores individuais.

As propriedades macrodinâmicas replicadas nestas e em outras simulações com base no mesmo modelo acompanham as teorias e os modelos centrados no PDE, merecendo destaque: (i) a ocorrência de flutuações que, embora irregulares, não têm amplitude significativamente explosiva nem amortecida; e (ii) a existência de tendência positiva de crescimento a longo prazo, também muito irregular e sem padrão definido, que obedece aos componentes autônomos de demanda agregada – investimento e consumo autônomos, gasto público e o saldo das exportações, e sob influência decisiva do seu peso relativo no PIB, mas não a impulsos ou choques de oferta como nos modelos *mainstream*.

O efeito do investimento autônomo sobre a tendência do PIB, em particular o associado às inovações de processo, só se manifesta, ainda assim em pequena intensidade, sob condições de forte dinamismo tecnológico (alto ritmo de inovação e de crescimento da produtividade) e sem imposição de restrição financeira significativa ao investimento. O consumo autônomo, como resultado de inovações de produto, apresenta, por outro lado, um efeito mais expressivo, tanto maior quanto mais intenso o ritmo de inovação. Entretanto, à medida que a

competição em preços torna-se menos relevante perante a estratégia de diferenciação do produto, ocorre um significativo aumento de *mark-ups*, preços e distribuição de renda a favor dos lucros.

O efeito do gasto público está associado, principalmente, a um suposto crescimento vegetativo da folha de salário. Na presença de metas móveis anticíclicas de superávit primário (metas fixas são pró-cíclicas), a influência será maior se o limite inferior da meta for um déficit primário. Ainda assim, o efeito é limitado, pois a meta móvel de superávit foi combinada a uma meta para a razão dívida/PIB, o que torna os gastos do governo pró-cíclicos em períodos de alto endividamento público. Já o saldo das exportações tem um efeito crescente com a taxa de crescimento da renda externa. Se esta for aleatória, poderá ter algum efeito (pró-cíclico) sobre o componente cíclico do PIB.

No que se refere a alguns efeitos microdinâmicos da simulação-padrão, cabe mencionar em particular o efeito de concentração de mercado ao lado do aumento de preços, *mark-ups* e concentração de renda em direção aos lucros nos setores que centraram sua estratégia competitiva em inovação de produtos e evitaram competição em preços.

Finalmente, cabe ressaltar que esses resultados refletem um primeiro estágio de exploração das propriedades do modelo. Primeiro, porque impactos macrodinâmicos de muitos outros parâmetros e estratégias micro e setoriais precisam ser investigados. Segundo, porque alguns blocos responsáveis pelos componentes de tendência – em última análise, pelo crescimento a longo prazo da economia –, como governo e setor externo, foram apenas tangenciados nesta versão do modelo e deverão ser aprofundados.<sup>38</sup>

De qualquer forma, por esse último aspecto, os resultados aqui expostos já apontam claramente para as diferenças fundamentais de enfoque sobre crescimento econômico a longo prazo, e de respectivas políticas, que decorrem de um modelo cuja causalidade é centrada na demanda efetiva, como na tradição keynesiana-kaleckiana, e não na autossuficiência do *supply-side*, como no senso comum da análise macroeconômica *mainstream* atual.

### **Bibliografia**

ALLEN, P. Modelling complex economic evolution. In: SCHWEITZER, F.; SILVERBERG, G. (Ed.). *Evolution and self-organization in economics*. Berlin: Dunker & Humboldt, 1998.

BAXTER, M.; KING, R. *Measuring business cycles: approximate bandpass filters for economic time series*. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research, 1995. (NBER Working Papers, n. 5022).

---

(38) No que se refere ao setor externo, boa parte desse esforço já foi feito por Reif (2006).

- CESARATTO, S.; SERRANO, F.; STIRATI, A. *Effective demand, technical change and employment*. [s.n.t.] 2006. Mimeografado.
- CHIAROMONTE, F.; DOSI, G. *Heterogeneity, competition and macroeconomic dynamics*. *Structural Change and Economic Dynamics*, v. 4, n. 1, Jun. 1993.
- COMBS, R.; SAVIOTTI, P.; WALSH, V. Patterns of innovation. In: *ECONOMICS and technological change*. London: Macmillan, 1987.
- DOSI, G. *Technical change and industrial transformation*. London: Macmillan, 1984.
- \_\_\_\_\_. Sources, procedures and microeconomic effects of innovation. *Journal of Economic Literature*, v. 26, n. 3, Sept. 1988.
- DOSI, G.; FAGIOLO, G.; ROVENTINI, A. An evolutionary model of endogenous business cycles. *Computational Economics*, 27, 2006.
- \_\_\_\_\_. *Schumpeter meeting Keynes: a policy friendly model of endogenous growth and business cycles*. 2008a. (Working Paper LEM, 2008/21). Disponível: <http://www.lem.sssup.it/WPLem/files/2008-21.pdf>.
- \_\_\_\_\_. The microfoundations of business cycles: an evolutionary, multi-agent model. *Journal of Evolutionary Economics*, v. 18, n. 3-4, 2008b.
- DWECK, E. *Uma análise da interação micro-macro com base em um modelo dinâmico multissetorial de simulação*. Tese (Doutorado)–Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.
- FRISCH, R. Propagation problems and impulse problems in dynamic economics. In: *ECONOMIC essays in honour of Gustav Cassel*. London: George Allen & Unwin, 1933.
- GOODWIN, R. M. A model of cyclical growth. In: LUNDBERG, E. (Ed.). *The business cycle in the post war world*. London: Macmillan, 1955.
- HARROD, R. F. *The trade cycle*. Oxford: Oxford University Press, 1936.
- \_\_\_\_\_. An essay in dynamic theory. *The Economic Journal*, 49, 1939.
- HICKS, J. (1949). Mr. Harrod's dynamic theory. Reimpresso em Gordon, R.; Klein, L. (Ed.). *Readings in business cycles*. London: Allen & Union, 1966.
- KALDOR, N. Mr. Hicks on the trade cycle. *The Economic Journal*, v. 61, n. 244, Dec. 1951.
- KALECKI, M. (1954). *Theory of economic dynamics*. London: Allen & Unwin, 1978. (Trad. port. Teoria da dinâmica econômica. São Paulo: Abril Cultural. Col. Os Pensadores).
- \_\_\_\_\_. (1933). Essay on the business cycle theory. In: OSIATYNSKI, J. *Collected works of Michal Kalecki*. Oxford; New York: Clarendon Press, 1991. v. I: Business cycles and full employment.
- \_\_\_\_\_. (1962). Observations on the theory of growth. In: OSIATYNSKI, J. *Collected works of Michal Kalecki*. Oxford; New York: Clarendon Press, 1991. v. II: Capitalism: economic dynamics.

KALECKI, M. (1941). A theorem on technical progress. In: OSIATYNSKI, J. *Collected works of Michal Kalecki*. Oxford; New York: Clarendon Press, 1991. v. II: *Capitalism: economic dynamics*.

\_\_\_\_\_ (1968). Trend and business cycle. In: OSIATYNSKI, J. *Collected works of Michal Kalecki*. Oxford; New York: Clarendon Press, 1991. v. I: *Business cycles and full employment*.

KEYNES, J. M. *The general theory of employment, interest and money*. London: Macmillan, 1936.

LLERENA, P.; LORENTZ, A. *Alternative theories on economic growth and the co-evolution of macro-dynamics and technological change: a survey*. Pisa, Italy: Laboratory of Economics and Management, 2003. (LEM/SSSUP Working Papers, 27). Disponível em: <http://www.lem.sssup.it/WPLem/files/2003-27.pdf>.

LUCAS JR., R. E. (1977). Understanding business cycles. In: \_\_\_\_\_. *Studies in business cycle theory*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1987.

METZLER, L. The nature and stability of inventory cycles. *Review of Economics and Statistics*, v. 23, 1941.

MINSKY, H. Monetary systems and accelerator models. *American Economic Review*, v. 47, n. 6, Dec. 1957.

\_\_\_\_\_. *John Maynard Keynes*. New York: Columbia University Press, 1975.

MOWERY, D. C.; ROSENBERG, N. The influence of market demand upon innovation: a critical review of some recent empirical studies. *Research Policy*, v. 8, n. 2, Apr. 1979.

NELSON, R.; WINTER, S. *An evolutionary theory of economic change*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1982.

PAVITT, K. Sectoral patterns of technological change: toward a taxonomy and a theory. *Research Policy*, v. 13, n. 6, Dec. 1984.

POSSAS, M. L. *Dinâmica e ciclo econômico em oligopólio*. Tese (Doutorado)–DEPE, Unicamp, 1983.

\_\_\_\_\_. Um modelo dinâmico multissetorial. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, v. 14, n. 2, 1984.

\_\_\_\_\_. *A dinâmica da economia capitalista: uma abordagem teórica*. São Paulo: Brasiliense, 1987.

\_\_\_\_\_. Demanda efetiva, investimento e dinâmica: a atualidade de Kalecki para a teoria macroeconômica. *Revista de Economia Contemporânea*, v. 3, n. 2, 1999.

\_\_\_\_\_. Elementos para uma integração micro-macrodinâmica na teoria do desenvolvimento econômico. *Revista Brasileira de Inovação*, v. 1, n. 1, 2002.

\_\_\_\_\_; DWECK, E. A multissetorial micro-macrodinamic model. *Economia*, Anpec, v. 5, n. 3. *Selecta* do XXXII Encontro Nacional de Economia, João Pessoa, PB, dez. 2004.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. REIF, A. C. *Um modelo macrodinâmico multissetorial*. Rio de Janeiro: Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), 2004. (Texto para Discussão, 003/2004).

- POSSAS, M., KOBLITZ, A. et al. Um modelo evolucionário setorial. *Revista Brasileira de Economia*, v. 55, n. 3, 2001.
- REIF, A. C. *Restrição do balanço de pagamentos ao crescimento: um modelo multissetorial aberto*. Tese (Doutorado)–Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, 2006.
- SCHUMPETER, J. A. *Business cycles – A theoretical, historical and statistical analysis of the capitalist process*. New York: MacGraw-Hill, 1939.
- SERRANO, F. L. P. (1996). *The Sraffian supermultiplier*. PhD (Dissertation)–Setterfield, 2002.
- SETTERFIELD, M. (Org.). *The economics of demand led-growth*. Aldershot: Edward Elgar, 2002.
- SILVERBERG, G. Technical progress, capital accumulation and effective demand: a self-organization model. In: BATTEN, D.; CASTI, J.; JOHANSSON, B. (Ed.). *Economic evolution and structural adjustment*. Berlin: Springer Verlag, 1987.
- \_\_\_\_\_; DOSI, G.; ORSENIGO, L. Innovation, diversity and diffusion: a self-organization model. *The Economic Journal*, 98, 1988.
- SIMON, H. From substantive to procedural rationality. In: HAHN, F., HOLLIS, M. (Ed.). *Philosophy and economic theory*. Oxford: Oxford University Press, 1979.
- SLUTSKY, E. (1927). The summation of random causes as the source of cyclical processes. *Econometrica*, v. 4, p.105-146, 1937.
- SOLOW, R. M. A contribution to the theory of economic growth. *Quarterly Journal of Economics*, v. 70, n. 1, 1956.
- \_\_\_\_\_. Technical change and the aggregate production function. *Review of Economics and Statistics*, v. 39, n. 3, Aug. 1957,
- STOCK, J.; WATSON, M. *Business cycle fluctuations in US macroeconomic time series*. Cambridge, Mass.: National Bureau of Economic Research, Apr. 1998. (NBER Working Paper, n. 6.528).
- SWAN, T. W. Economic growth and capital accumulation. *Economic Record*, v. 32, n. 2, 1956.
- VALENTE, M. Evolutionary economics and computer simulation: a model for the evolution of markets. PhD (Dissertation in Economics)–University of Aalborg, 1999.
- ZARNOWITZ, V.; OZYILDIRIM, A. *Time series decomposition and measurement of business cycles, trends, and growth cycles*. Cambridge, Mass.: National Bureau of Economic Research, 2002. (NBER Working Paper, n. 8.736).