

## Ciclo e Tendência num Modelo Micro-Macrodinâmico de Simulação

Mario L. Possas<sup>(\*)</sup> e Esther Dweck<sup>(\*\*)</sup>

### 1. Introdução

Este artigo tem o objetivo de apresentar alguns dos principais resultados de simulação da versão mais recente do modelo micro-macrodinâmico multissetorial que vem sendo desenvolvido pelos autores<sup>1</sup>, com foco sobre as propriedades macrodinâmicas das flutuações e da tendência de crescimento a longo prazo e respectivos fatores determinantes, inclusive no nível microeconômico, que o modelo permite explorar.

Os pressupostos teóricos e a estrutura do modelo já foram detalhadamente expostos em Possas e Dweck (2004) e em Dweck (2006) e não serão retomados aqui. 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 ao 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>2</sup>, bem como keynesianas e kaleckianas (nos níveis micro e macroeconômicos)<sup>3</sup>.

No que segue, a seção 2 discute sucintamente alguns aspectos metodológicos e os objetivos pretendidos pelas simulações selecionadas para este texto. A seção 3, mais extensa, expõe e comenta cada uma das simulações apresentadas. Segue-se breve conclusão.

### 2. O modelo micro-macrodinâmico de simulação

---

(\*) Professor do IE/UFRJ.

(\*\*) Professora da Faculdade de Economia da UFF e pesquisadora do IE/UFRJ.

<sup>1</sup> No Grupo de Estudos sobre Dinâmica Econômica Evolucionária do IE/UFRJ. A primeira versão deste modelo micro-macrodinâmico foi publicada em Possas e Dweck (2004). A presente versão é a exposta em Dweck (2006, tese de doutorado), inclusive as simulações. A primeira versão da parte setorial (microdinâmica) do modelo foi publicada em Possas, Koblitz *et alii* (2001) e a macrodinâmica multissetorial em Possas, Dweck e Reif (2004) e aprofundado em Reif (2006). O modelo dinâmico multissetorial de referência foi desenvolvido originalmente em Possas (1983, 1984) e o arcabouço teórico do modelo micro-macrodinâmico apresentado em Possas (2002). Uma abordagem com vários pontos em comum é a de Verspagen (2002).

<sup>2</sup> Entre outras, Nelson e Winter (1982), Simon (1979), Silverberg (1987), Silverberg *et alii* (1988).

<sup>3</sup> Destacando-se Keynes (1936), Kalecki (1954), Minsky (1975).

## 2.1. Aspectos metodológicos e objetivos das simulações

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>4</sup>

Simulações permitem gerar trajetórias que dependem de condições iniciais e de valores específicos dos parâmetros, testando-as de forma mais ou menos 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 ortodoxos. 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 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>5</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 freqüentemente tais propriedades (“emergentes”) não só não são intuitivas, em função da própria complexidade dos processos envolvidos, mas muitas vezes não podem ser

---

<sup>4</sup> Ver a respeito Dweck (2006), III.1 a III.3 (pp. 129-138). Uma análise mais aprofundada encontra-se em Valente (1999).

<sup>5</sup> Nesse sentido afastando-se da corrente de modelos “*history-friendly*”.

diretamente obtidas por soluções matemáticas sem que se introduzam simplificações potencialmente danosas para a segurança do resultado ou de sua interpretação.

Na medida em que o modelo micro-macrodinâmico aqui trabalhado possui tanto variáveis deterministas quanto (em menor número) estocásticas, as simulações apresentadas adiante possuirão três fatores principais geradores de variedade: além de mudanças nas condições iniciais e nos parâmetros, como é usual, também nas sementes aleatórias utilizadas. 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. Embora o número de replicações não seja estatisticamente alto, 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.

Finalmente, cabe o registro de que, sendo a finalidade dessas simulações essencialmente teórica, no sentido de testar a plausibilidade de hipóteses e identificar propriedades dinâmicas das trajetórias e suas regularidades, não se pretende utilizar o modelo para predição ou para formular previsões de resultados que possam ser testados empiricamente.

## **2.2. Método de calibração indireta**

As condições iniciais representam a situação que a economia teria herdado do passado. Se elas afetam a trajetória, então o modelo é *history-dependent* (Dosi, Orsenigo, 1994, p. 98). Antes de passar à análise dos resultados, portanto, é importante indicar como foram estabelecidas as condições iniciais.

O método adotado aqui pode ser definido como um exercício de calibração indireta: uma adaptação do método proposto em alguns modelos do tipo “*agent based*”. O método consiste basicamente em quatro etapas: (1) a identificação de fatos estilizados que se quer reproduzir ou explicar com o modelo; (2) a utilização de toda a informação disponível sobre parâmetros que possuem um significado econômico direto e sobre condições iniciais de forma a reduzir o espaço paramétrico que será efetivamente testado; (3) se o modelo for não-ergódico, o espaço paramétrico é novamente reduzido a valores que estão de acordo com os fatos estilizados propostos; e o mais importante, (4) ampliação do conhecimento dos mecanismos causais que geram os fatos estilizados estudados e exploração das possíveis propriedades emergentes não previstas. O ponto (2) aponta para modelos mais descritivos – quanto mais descritivo, maior o número de parâmetros com significado econômico direto, para os quais há um intervalo limitado de valores possíveis. Em outras palavras, modelos mais descritivos, apesar de um maior grau de liberdade aparente, podem ter um espaço paramétrico mais reduzido.

Este método é muito distinto do método de calibração proposto pelos autores “novos-clássicos” de Real Business Cycles, RBC (Kydlund e Prescott, 1982). Ainda que ambos utilizem dados empíricos para determinar o valor de parâmetros, os procedimentos básicos são muito diferentes. O método de calibração novo-clássico enfatiza a replicação quantitativa de certos resultados empíricos, estimando os parâmetros não no contexto do próprio modelo, mas a partir de uma base empírica independente ou escolhidos de forma a garantir que o modelo replique características dos dados. A validação do modelo se dá com relação às previsões de variância e co-variância de diversas séries geradas pelo modelo com as dos dados reais. Assim, o foco é colocado sobre replicação quantitativa e previsão, ou seja, em direção oposta à apresentada acima.

Os parâmetros e condições iniciais do presente modelo podem ser divididos em três grupos<sup>6</sup>: (i) parâmetros e variáveis para os quais há um “*educated guess*” baseado em dados empíricos ou em condições de consistência econômica que limitam os valores possíveis<sup>7</sup>; (ii) parâmetros para os quais não há qualquer fonte estimativa ou cujo intervalo de valores possíveis é muito amplo e por isso tiveram seus valores testados de acordo com a anterior etapa (3) de calibração indireta; e (iii) valores determinados endogenamente de forma a evitar qualquer tendência inicial do modelo<sup>8</sup>.

As variáveis e parâmetros que pertencem ao *primeiro grupo* são: coeficientes técnicos domésticos e importados; relação incremental capital/capacidade produtiva; proporção do consumo e investimento no PIB; o valor do PIB; coeficiente de salário; alíquotas de impostos diretos e indiretos; proporção desejada de estoques; coeficiente de importação e exportação; propensão marginal a consumir por classes de renda; grau de endividamento inicial das firmas; gastos do governo; meta de superávit; taxa de depreciação; parâmetros distributivos referentes à passagem da distribuição funcional para a distribuição pessoal da renda.

As variáveis e parâmetros que pertencem ao *segundo grupo* são: número de firmas em cada setor; parâmetro de expectativas; parâmetros distributivos referentes ao repasse aos salários dos ganhos de produtividade e inflação; grau desejado de utilização da capacidade; grau desejado de liquidez; grau desejado de endividamento máximo; parâmetros tecnológicos; taxa de distribuição dos lucros; taxa de crescimento das exportações; taxa de crescimento dos salários nominais; período de *payback*; taxas de juros; taxa de crescimento dos preços externos.

---

<sup>6</sup> Uma lista completa encontra-se no Apêndice I de Dweck (2006).

<sup>7</sup> Dados brasileiros, particularmente do IBGE, foram amplamente utilizados neste caso.

<sup>8</sup> Para determinar estes valores foi criado um arquivo em separado para as condições iniciais do modelo.

As variáveis e parâmetros que pertencem ao *terceiro grupo* são: demanda para os setores produtores de bens intermediários; renda das classes de renda; excedente líquido; *mark up* inicial; capacidade produtiva inicial; impostos totais; *market share* inicial; dívida e aplicação financeira de classes e firmas; valor inicial do consumo autônomo<sup>9</sup> e do investimento autônomo<sup>10</sup>; data de aquisição do estoque de bens de capital.

Por fim, as etapas principais deste modelo de simulação foram: (1) implementação do código de programação; (2) análise de uma única rodada; (3) análise estatística de múltiplas rodadas; (4) exploração de parâmetros; (5) controle da especificação do modelo; (6) apresentação dos resultados. Sem dúvida há uma grande interação entre os pontos 1 a 4. As variáveis foram apresentadas detalhadamente em Dweck (2006), cap. II, de forma a deixar transparente o código de programação; obviamente os detalhes técnicos não foram apresentados, mas podem ser conferidos em arquivo eletrônico<sup>11</sup>.

### 3. Principais resultados das simulações

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>12</sup> que permite decompor as séries em três componentes: flutuações irregulares, flutuações cíclicas e tendência.

#### 3.1. Simulação padrão

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

---

<sup>9</sup> Definido de forma a manter uma determinada propensão média a consumir inicial.

<sup>10</sup> Foi atribuído um valor inicial positivo para evitar tendência inicial de crescimento. Ao longo dos primeiros 50 períodos este valor é reduzido e passa a ser substituído pelo investimento autônomo e induzido. Exatamente por isto, em muitos resultados o intervalo transiente dos 50 primeiros períodos é omitido.

<sup>11</sup> <http://www.ie.ufrj.br/gedee/artigos.htm>. Os fatos estilizados relevantes estão detalhados em Dweck (2006), seção III.5, pp. 140 ss.

<sup>12</sup> 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 e Ozyildirim, *op. cit.*, p. 32).

da combinação de efeitos aleatórios e cumulativos presentes no modelo: por exemplo, supõe-se um crescimento constante da renda externa e conseqüentemente 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 serão objeto de simulação, o de expectativas extrapolativas (projeção da variação das vendas) é de 0,3 para todas as firmas; o período de investimento é composto por 6 períodos de produção (equivalente a um “trimestre” estilizado); e os ganhos de produtividade e a inflação são repassados integralmente aos salários a cada quatro períodos de produção, como um reajuste “anual”.

A apresentação dos resultados neste item será dividida em duas partes – análise micro/setorial e análise das séries agregadas, que por sua vez será subdividida em componentes de ciclo e de tendência.

### **3.1.1. Variáveis micro e setoriais**

As três primeiras variáveis setoriais apresentadas na Figura 1 – preço médio, produtividade média e salário unitário – estão obviamente interligadas. O setor produtor de bens de capital – que apresenta a maior taxa de crescimento da produtividade latente<sup>13</sup>, seguido pelos setores de bens intermediários – é o que apresenta a maior produtividade média<sup>14</sup> e a maior taxa de salário unitário; entretanto, não é o setor com menor preço médio. Isto decorre das suposições sobre os parâmetros distributivos referentes ao repasse da inflação e dos ganhos de produtividade e a regra de definição do *mark up* desejado, bem como do fato de que o setor produtor de bens de capital, juntamente com o de bens de consumo, realiza inovações de produto.

A inovação de produto permite que as firmas aumentem sua competitividade sem reduzir preços, e com isso possam praticar uma política de elevação do *mark up* desejado, de forma a apropriar parte dos ganhos de competitividade (Figura 2). A apropriação destes ganhos, obtidos tanto via redução relativa de custos quanto por aumento relativo de qualidade, ocorre sempre que o *market share* desejado pelas firmas, alterado endogenamente por uma regra de

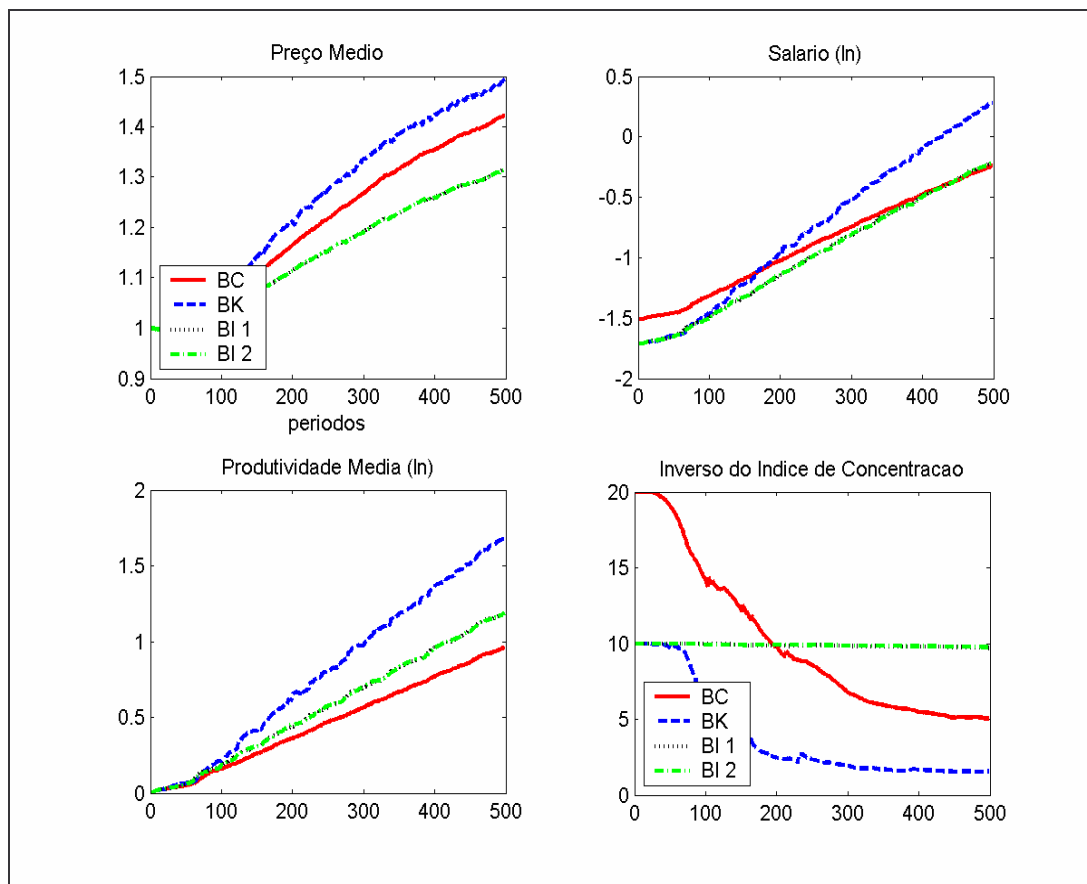
---

<sup>13</sup> Taxa de crescimento fixada exogenamente para a produtividade da tecnologia de fronteira, sob o regime tecnológico “*science based*” proposto por Nelson e Winter (1982), p. 283, e aqui adotado.

<sup>14</sup> Como cada firma utiliza diferentes safras de bens de capital, a produtividade do setor é uma média da produtividade média de cada firma, ponderada pelo seu *market share*.

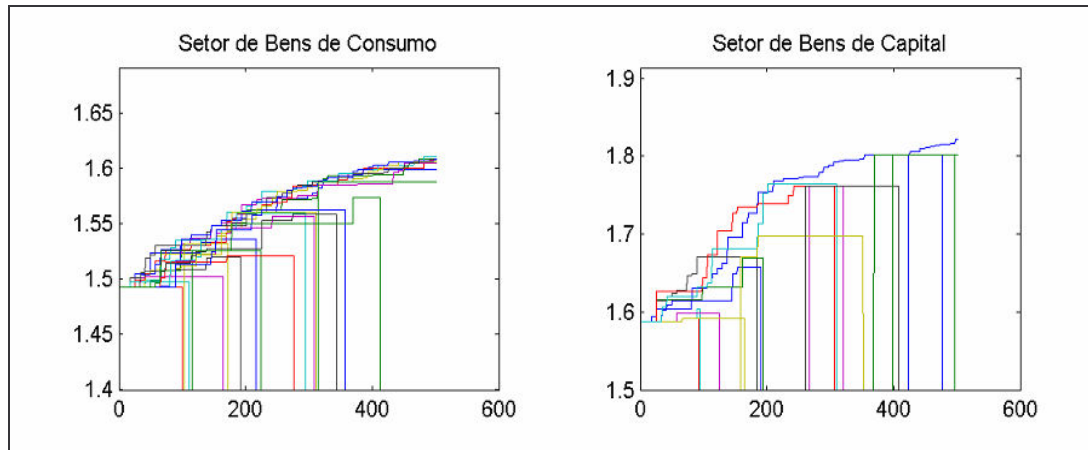
*satisficing*, esteja abaixo daquele já obtido. Esta regra implica, como será visto nas análises agregadas, uma ampliação da participação dos lucros na renda (Figura 4), ainda que os ganhos de produtividade e a inflação passada sejam por hipótese integralmente repassados aos salários unitários. Por outro lado, nos setores produtores de bens intermediários, nos quais se supôs não haver inovação de produto, os preços acompanham o aumento dos custos, tanto de salários quanto de insumos importados, determinado pelo aumento exógeno dos preços internacionais desses setores.

**Figura 1 - Variáveis setoriais**



Obs.: o preço médio equivale ao índice de preço de cada setor. As demais variáveis são o logaritmo das séries da taxa de salário, produtividade média e estoques por setor.

**Figura 2 - Mark up desejado das firmas em cada setor**

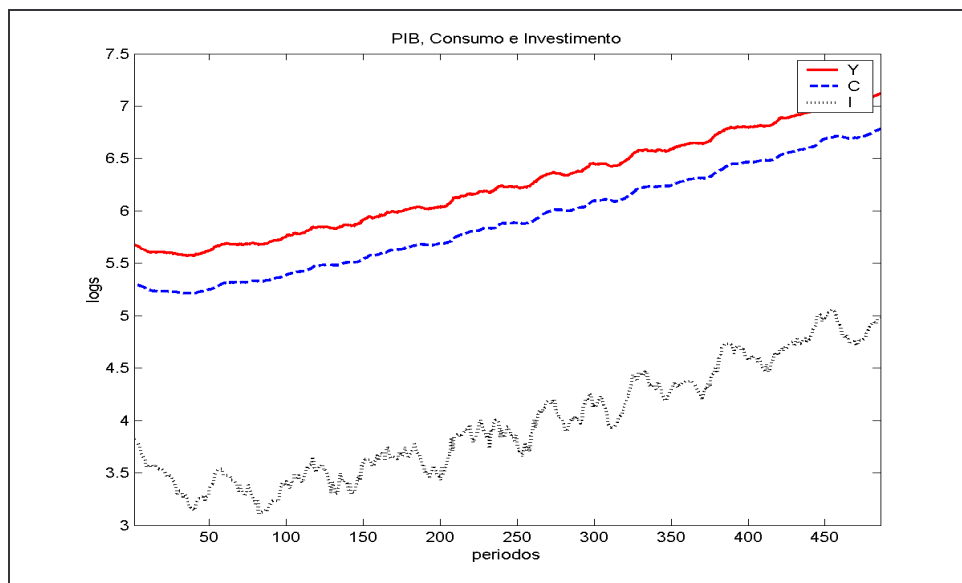


A combinação das estratégias das firmas com relação a preço e inovação com os efeitos do processo estocástico correspondente alteram endogenamente a estrutura dos setores, como pode ser visto no índice de concentração (inverso do índice de Hirschman- Herfindahl). O índice de concentração e o número inicial de firmas indicam que no setor com o maior número inicial de firmas – o de bens de consumo – a tendência à concentração é mais acelerada, assim como no setor mais intensivo em progresso técnico – o de bens de capital. Cabe lembrar que em ambos há inovação de produto.

### 3.1.2. Variáveis agregadas

O principal resultado macrodinâmico é o comportamento cíclico do PIB sobre uma tendência positiva (Figura 3).

**Figura 3 - Logaritmo do PIB, consumo e investimento**

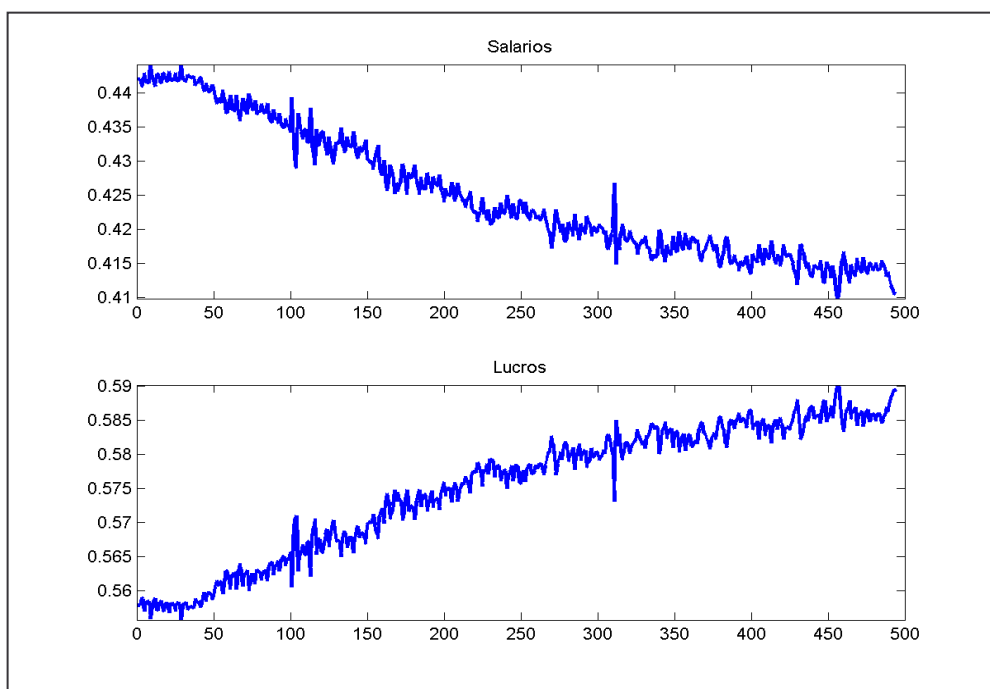


Antes de passar à discussão de ciclo e tendência separadamente, é interessante analisar as mudanças endógenas na distribuição funcional da renda, observando-se uma tendência

acentuada à redução da participação dos salários (e aumento dos lucros) no PIB. Este fato pode ser observado tanto do ponto de vista dos salários como um todo, incluindo os pagos pelo governo, quanto dos salários privados (Figura 4). Como apresentado em Possas (1987, p. 260), a determinação da participação dos salários no valor agregado é tratada aqui de forma quase idêntica à de Kalecki (1954, cap. 2), sendo a única diferença a possibilidade de produção e vendas não serem iguais.

Conforme Kalecki, *op. cit.*, dois fatores estruturais afetam a distribuição – o *mark up* efetivo e a relação entre o custo das matérias-primas e de salários; quanto maiores estes parâmetros, maior a participação dos lucros na renda. O primeiro fator é o principal responsável por este 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. Como pôde ser visto na Figura 1 acima, 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, esta proporção tende a variar em favor dos salários.

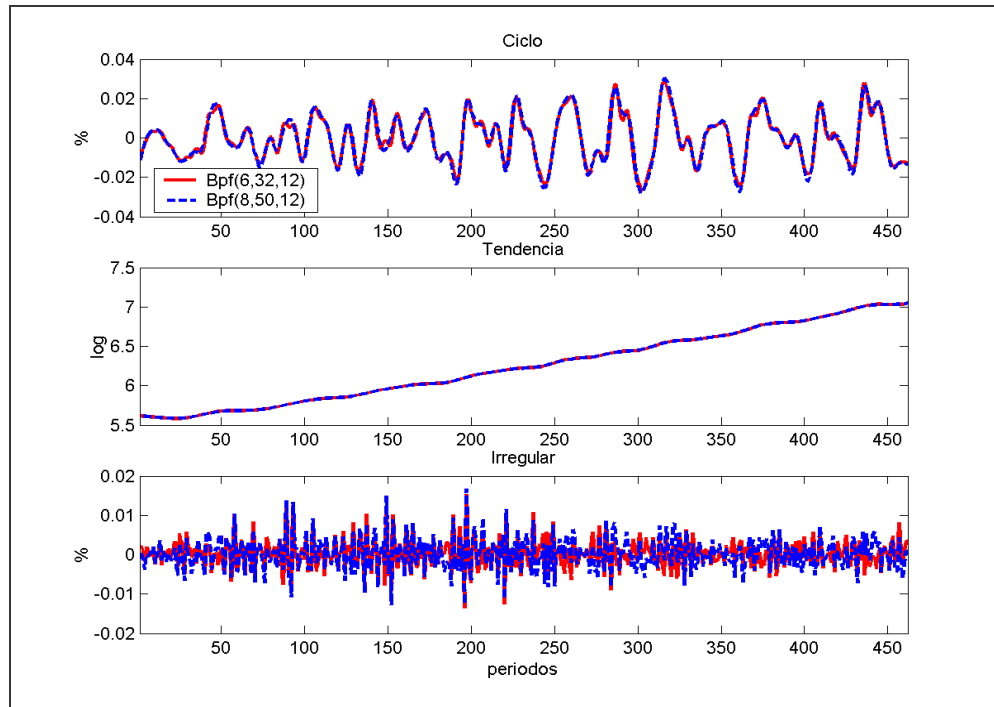
**Figura 4 – Participação de rendimentos no total do rendimento privado**



**(a) Ciclo**

Para a análise da frequência dos ciclos e comparação dos co-movimentos aplicou-se um filtro<sup>15</sup> que separa a série em três componentes, como descrito acima, na nota 12; ver Figura 5.

**Figura 5 - Decomposição da série do PIB em ciclo, tendência e flutuações irregulares**



Obs.: comparação entre duas especificações dos parâmetros do filtro.

Dois pontos teóricos podem ser ressaltados. Primeiro, o conhecido fenômeno – evidenciado nos tradicionais modelos neo-keynesianos 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 ou ficar abaixo do nível desejado, propagando o efeito original. O ajuste da capacidade produtiva pode ser ilustrado de forma desagregada pela variação da capacidade produtiva dos setores (Figura 6) e pela variação do grau de utilização agregado, ponderado pelas encomendas efetivas de cada setor (Figura 7). O segundo ponto importante é a relativa estabilidade do ciclo, que se deve, em grande parte, à introdução de não-linearidades na decisão de investimento, tais como a influência do grau de utilização da capacidade e uma restrição financeira efetiva. Em outras palavras, como no modelo de Kalecki, a função investimento não é um acelerador comum, pois incorpora previsão de demanda e capacidade planejada, bem como uma restrição financeira em forma não-linear – como propôs Minsky (1957).

<sup>15</sup> Em geral, os parâmetros utilizados no filtro são os mais usuais para análises trimestrais (6, 32, 12). Outros valores foram testados e os resultados foram semelhantes.

Figura 6 - Capacidade produtiva, encomendas e produção efetiva em cada setor

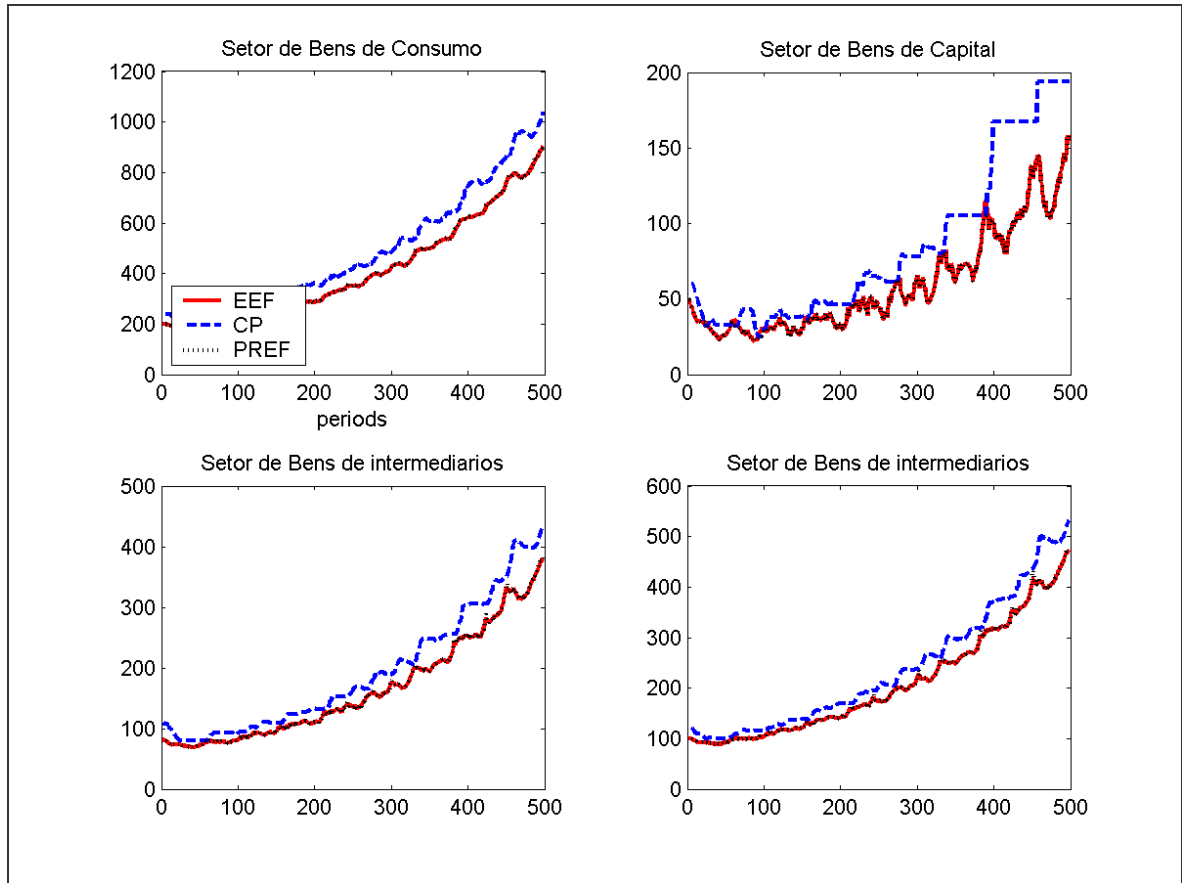
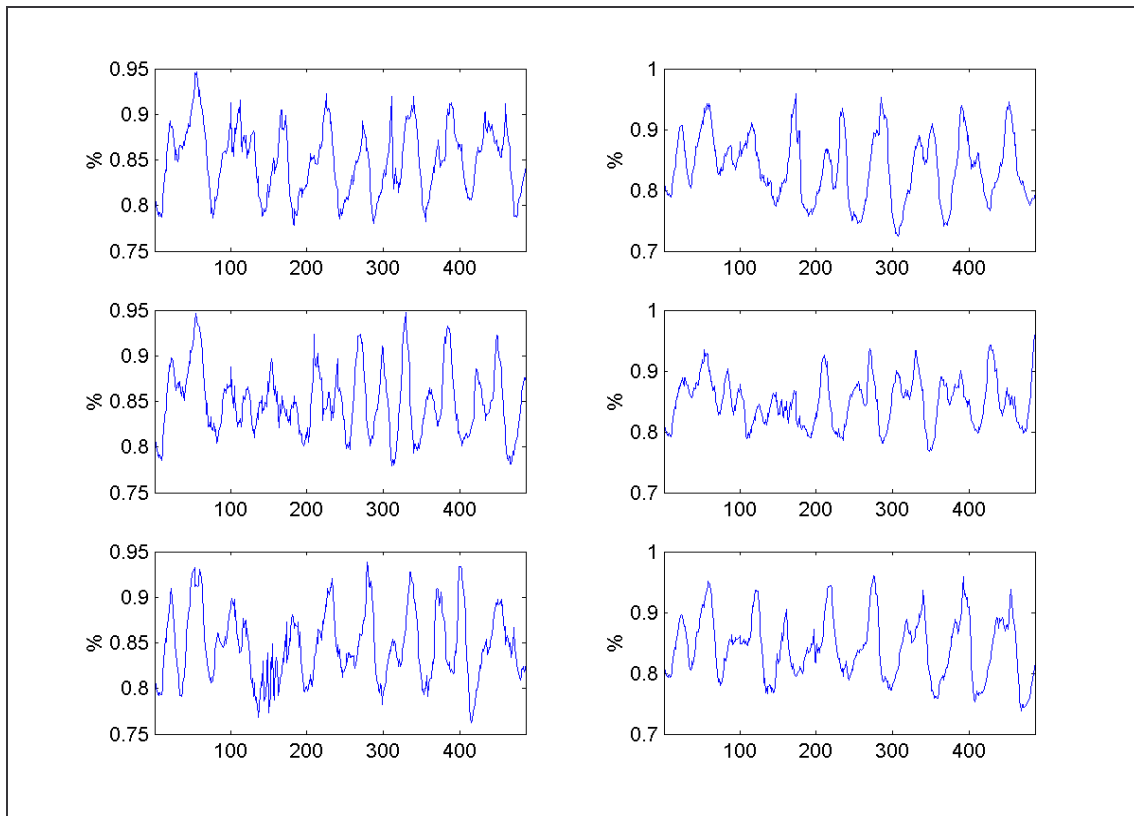


Figura 7 - Grau de utilização da capacidade produtiva para diferentes sementes aleatórias



Com relação à restrição financeira, é importante distinguir a abordagem aqui proposta. A restrição de crédito se aplica a cada firma individual e está associada ao grau de endividamento, indicador de sua fragilidade financeira. Neste modelo, como em qualquer um que respeite o princípio da demanda efetiva (PDE), a pré-condição financeira do investimento é a obtenção de crédito e não qualquer poupança prévia. Ainda que parte do investimento seja auto-financiado, não há nenhuma limitação macroeconômica devida a alguma “insuficiência de poupança”, que acarretasse aumento da taxa de juros, como suposto na visão convencional. Pela relação causal derivada do PDE, é a decisão de investir combinada com o consumo e outras fontes de gasto que determinam o nível de renda, e não o contrário. Não há *trade-off* entre consumo e investimento ou qualquer outro componente de demanda agregada, que em conjunto determinam o nível de renda (nominal e real, dado o nível de preços); este nunca é dado *ex ante*. Por outro lado, o investimento, juntamente com o déficit público e as exportações líquidas, determinam *ex post*, residualmente, a poupança agregada<sup>16</sup>.

Os movimentos cíclicos observados replicam alguns fatos estilizados importantes. A abordagem adotada aqui é semelhante à proposta por Stock e Watson (1998): análise do co-movimento das principais variáveis macroeconômicas geradas pelo modelo com base na correlação cruzada entre o componente cíclico da série e o componente cíclico de uma variável utilizada como base para representar o ciclo econômico, normalmente o PIB real. Em outras palavras, o que se analisa é o que Zarnowitz (1985) denominou de “*growth cycles*”: partindo-se dos correlogramas-cruzados, classifica-se uma variável como: (i) “pró-cíclica”, “contra-cíclica” e “acíclica”, de acordo com o sinal e formato; e (ii) “antecedente” (“*leading*”), “sucessora” (“*lagging*”) ou “coincidente”, de acordo com o período em que ocorre o pico. Como em Stock e Watson, calculou-se a correlação entre  $x_t$  e  $y_{t+k}$ , onde  $x_t$  é a série filtrada correspondente ao título dos gráficos das figuras abaixo e  $y_{t+k}$  é a série filtrada do logaritmo do PIB defasada em  $k$  períodos. Uma alta correlação cruzada positiva (ou negativa) em  $k = 0$  significa comportamento pró-cíclico (ou contra-cíclico); se a correlação máxima ocorre com  $k$  negativo (positivo) indica que o componente cíclico da série tende a se comportar com um *lag* (ou *lead*) de  $k$  períodos em relação ao ciclo do PIB.

O primeiro resultado importante verificado é o co-movimento entre PIB real, consumo e investimento. Consistente com os fatos estilizados, o último flutua mais e o primeiro menos do que o PIB, isto é, investimento é mais volátil que consumo (Figura 8). Como pode ser visto

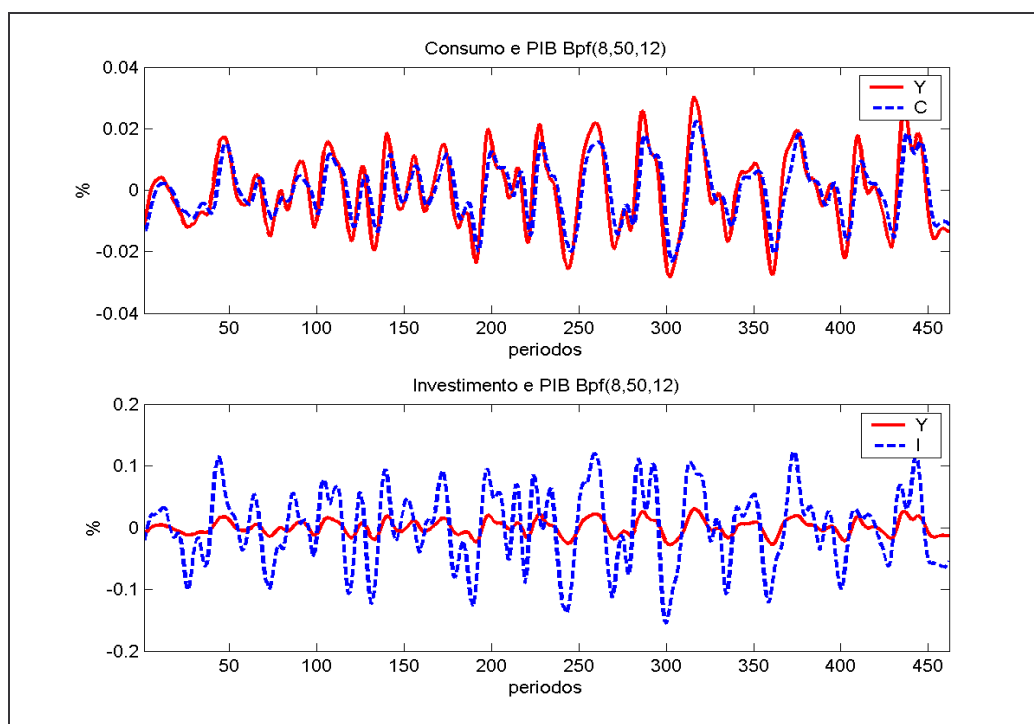
---

<sup>16</sup> Como explicitado em Keynes (1937, p. 211): “the novelty in my treatment of saving and investment consists, not in maintaining their necessary aggregate equality, but in the proposition that it is, not the rate of interest, but the level of incomes which (in conjunction with certain other factors) ensures this equality”. No mesmo sentido, para uma interpretação da poupança como resíduo em Kalecki, ver Possas (1999), pp. 25-30.

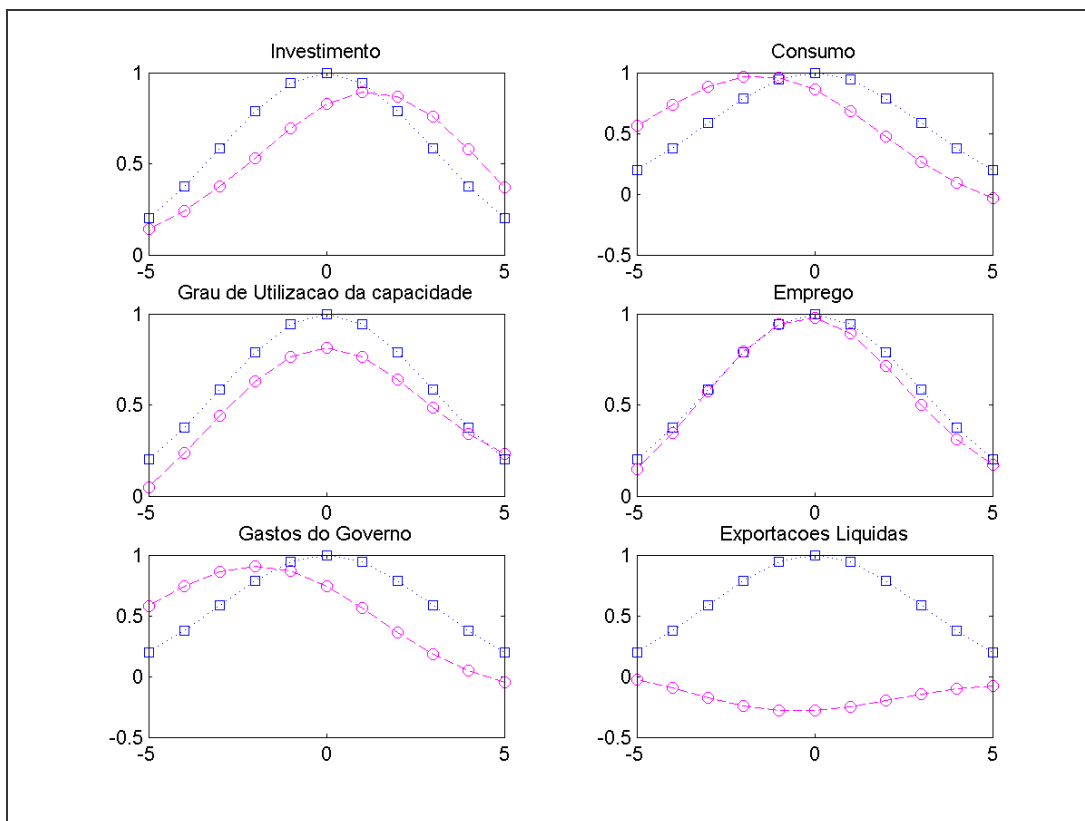
nos correlogramas cruzados (Figura 9), ainda que consumo e investimento sejam ambos pró-cíclicos, investimento é uma variável “*leading*”, enquanto consumo é “*lagging*”, como esperado em um modelo keynesiano.

Com relação às demais variáveis, pode-se observar que em grande parte estão de acordo com os fatos estilizados a esse respeito (ver Dweck, 2006, III.5). O grau de utilização da capacidade é pró-cíclico, como indicado na análise acima. Emprego é uma variável pró-cíclica e coincidente, o que é uma consequência das características do mercado de trabalho supostas: não há escassez de oferta de emprego e as firmas podem contratar e demitir trabalhadores livremente. A série de gastos do governo também é pró-cíclica e *lagging*, o que é resultado da política econômica de fixar uma meta de superávit primário, sendo qualquer possível papel contra-cíclico do gasto público deixado de lado nessas simulações. As exportações líquidas são ligeiramente anti-cíclicas. Este comportamento, como pode ser visto na Figura 10, decorre do fato de que as importações são pró-cíclicas e as exportações são acíclicas, devido à forma como foram introduzidas: coeficiente fixo de importações e renda externa crescente a uma taxa constante. Assim, o principal impacto dinâmico das exportações ocorre na tendência. Por outro lado, tanto salários como lucros distribuídos são pró-cíclicos e coincidentes, mas as proporções de salários e de lucros totais na renda, em acordo com fatos estilizados, são anticíclica e pró-cíclica, respectivamente.

**Figura 8 - Comparação entre o componente cíclico do PIB e os de consumo e investimento**

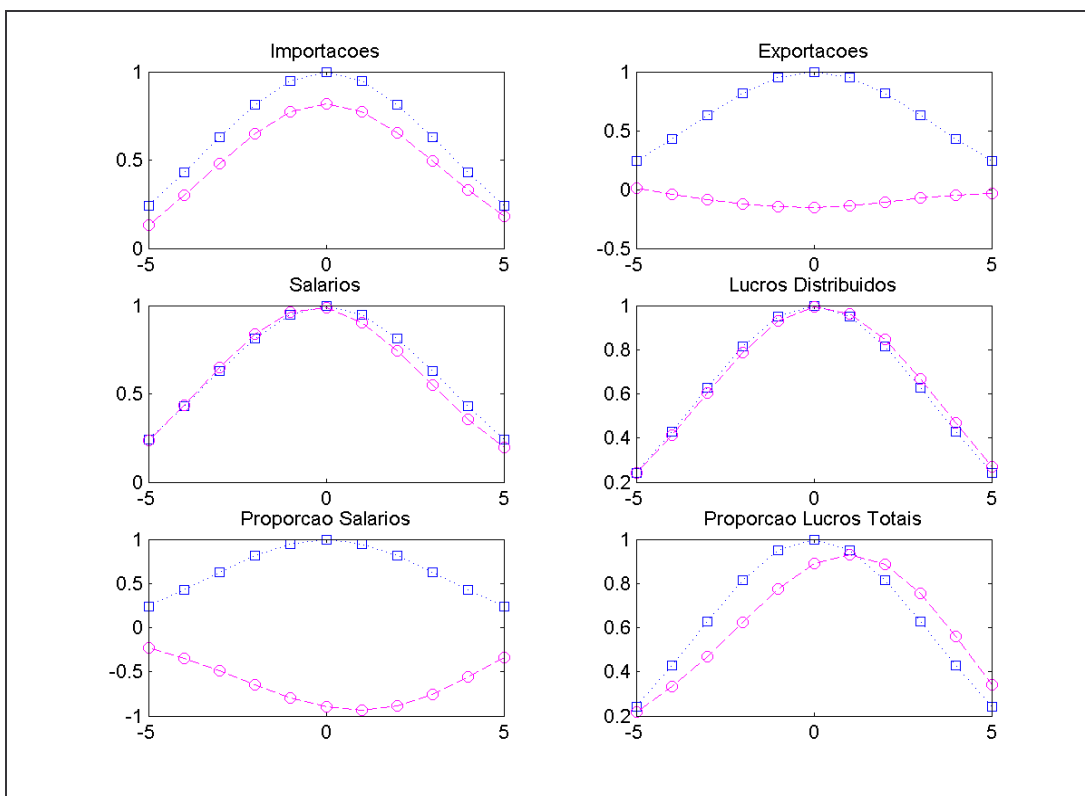


**Figura 9 - Correlogramas cruzados**



Obs.: Quadrados representam auto-correlação do PIB; círculos, correlação cruzada da série explicitada no gráfico com o PIB. Este é o resultado para uma semente aleatória. No apêndice II de Dweck (2006) foi apresentado o resultado médio de 6 rodadas diferentes.

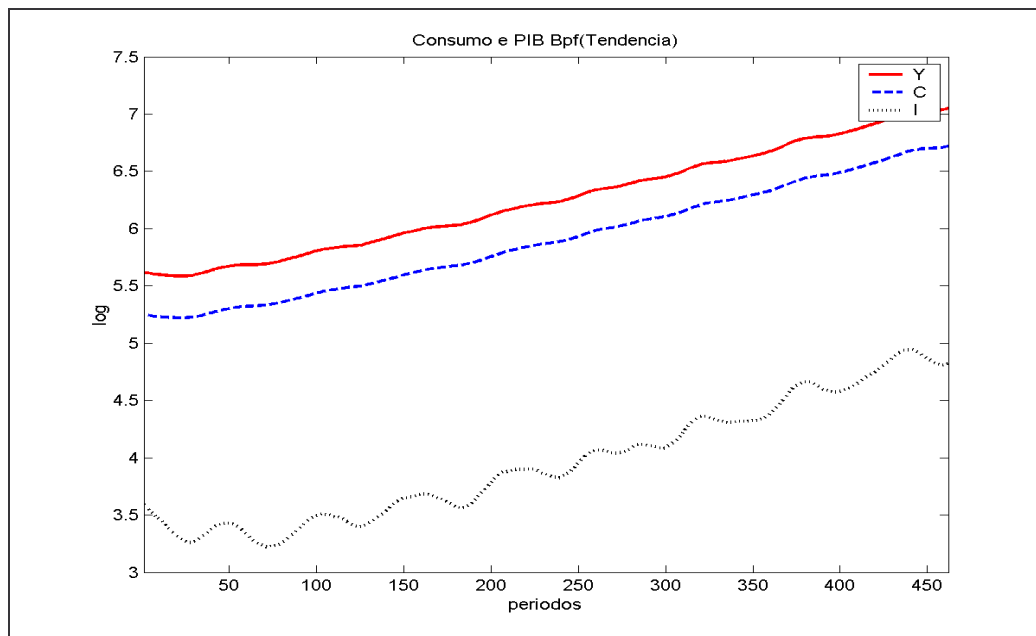
**Figura 10 - Correlogramas cruzados (cont.)**



### (a) Tendência

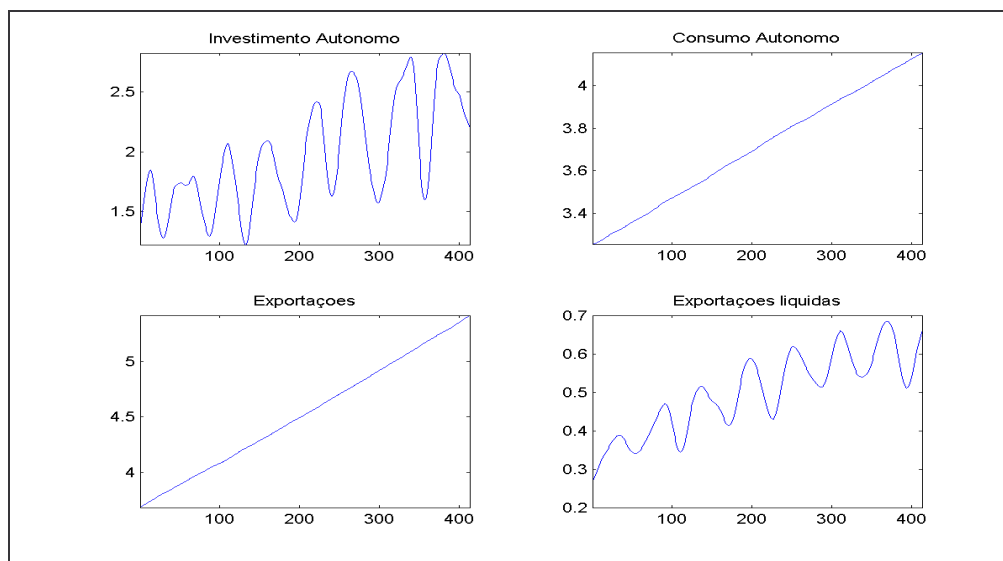
De acordo com as tradições neo-keynesiana e Kaleckiana e com o PDE, a tendência de crescimento está associada aos gastos autônomos. Em particular, decorre dos efeitos sobre a demanda agregada de mudanças autônomas: (i) no investimento bruto, particularmente aquelas relacionadas às inovações; (ii) no consumo, em particular (mas não apenas) relativas às inovações de produto; (iii) nas exportações, devido ao crescimento da economia mundial, ou aos ganhos de competitividade; e (iv) nos gastos do governo. Nas próximas seções, cada um desses itens será analisado separadamente. Antes disso, vale a pena analisar seus efeitos respectivos sob as condições iniciais da simulação padrão.

Figura 11 - Componentes de tendência do PIB, do consumo e do investimento



Como pode ser visto nas Figuras 11 e 12, 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. Neste 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 12 - 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 estes 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 o crescimento da renda externa, determinado 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. 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 apresentam 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 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 dos componentes de demanda, particularmente investimento e consumo autônomos.

Para aprofundar estes 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.

### ***(b.1) 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 isto 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 estas 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 este 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.

### ***Inovação de processo***

A inovação de processo – “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 efeitos positivos da difusão da inovação e os efeitos negativos associados a perdas de mercado ou quebras de concorrentes. Estes efeitos ocorrem tanto no caso de inovação de processo quanto de produto. Com o objetivo de testar este efeito líquido sobre a tendência, retiraram-se todos os outros efeitos positivos de gastos autônomos: crescimento da renda externa; inovação de produto e seus efeitos sobre consumo autônomo; e o crescimento dos gastos do governo com salário<sup>17</sup>. É

---

<sup>17</sup> Para evitar que o pagamento de salário 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

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.

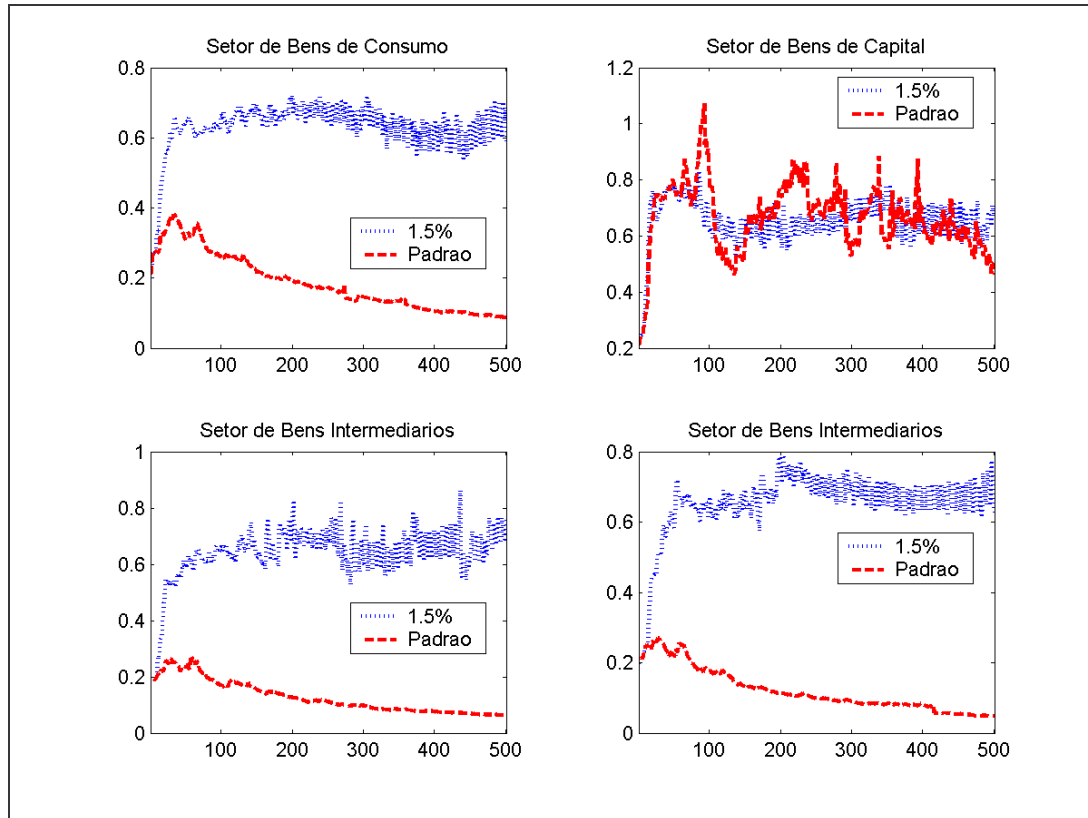
O primeiro teste relativo ao investimento autônomo baseado em inovações de processo consistiu em retirar os demais componentes autônomos de tendência, mantendo a mesma taxa de crescimento da produtividade latente (condição padrão) dos setores: 0.2% p.p. (por período) para bens de consumo, 0.35% p.p. para bens de capital; 0.25% p.p. para bens intermediários. Com esta estrutura, não se obtém uma tendência de crescimento. Um dos principais efeitos desta 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; (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 de uma restrição financeira efetiva em todos os setores. Como pode ser visto na Figura 13, 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 6 períodos, com tendência de crescimento, são eliminadas do mercado.

---

governo é determinado, como nas condições padrão, por uma meta de superávit fixa, acompanhando, portanto, o nível de atividade.

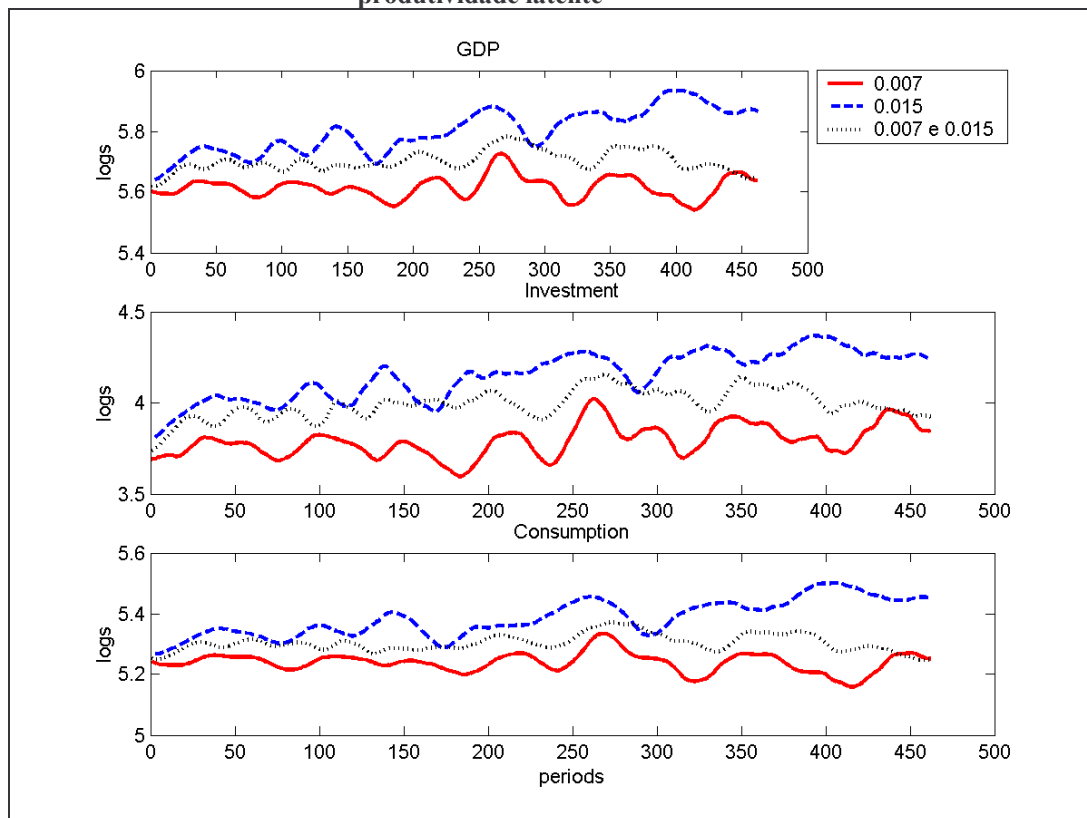
Figura 13 - Grau de endividamento médio dos setores



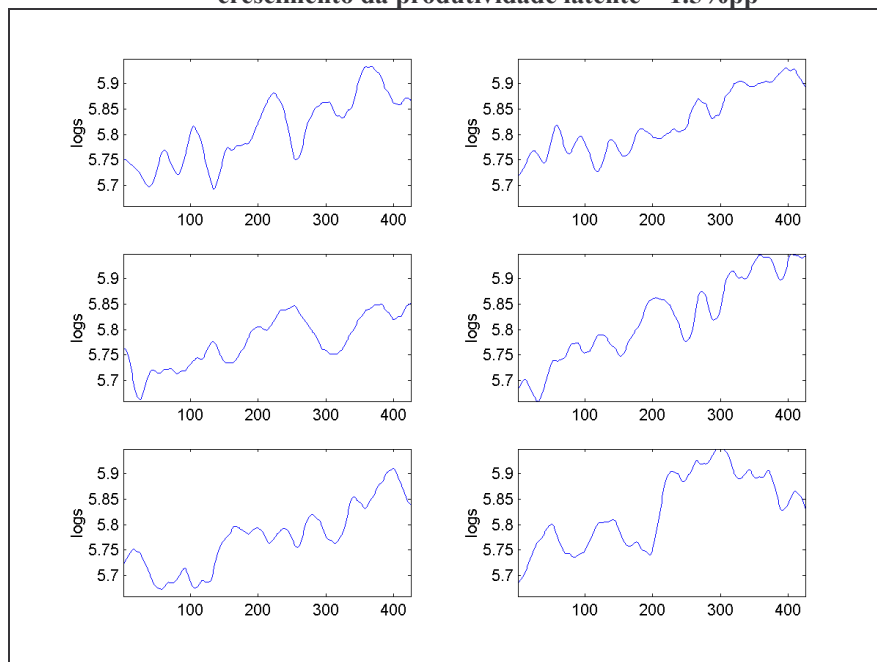
Este resultado é para uma única rodada. Em Dweck (2006), Apêndice II, Fig. V-21, apresenta-se o resultado para quatro rodadas diferentes: o grau de endividamento médio observado se mantém.

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 14, 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, conforme Figura 15, ocorre para diferentes sementes aleatórias.

**Figura 14 - Componentes de tendência para diferentes taxas de crescimento da produtividade latente**



**Figura 15 - Tendência do PIB para diferentes sementes aleatórias. Taxa de crescimento da produtividade latente = 1.5%pp**

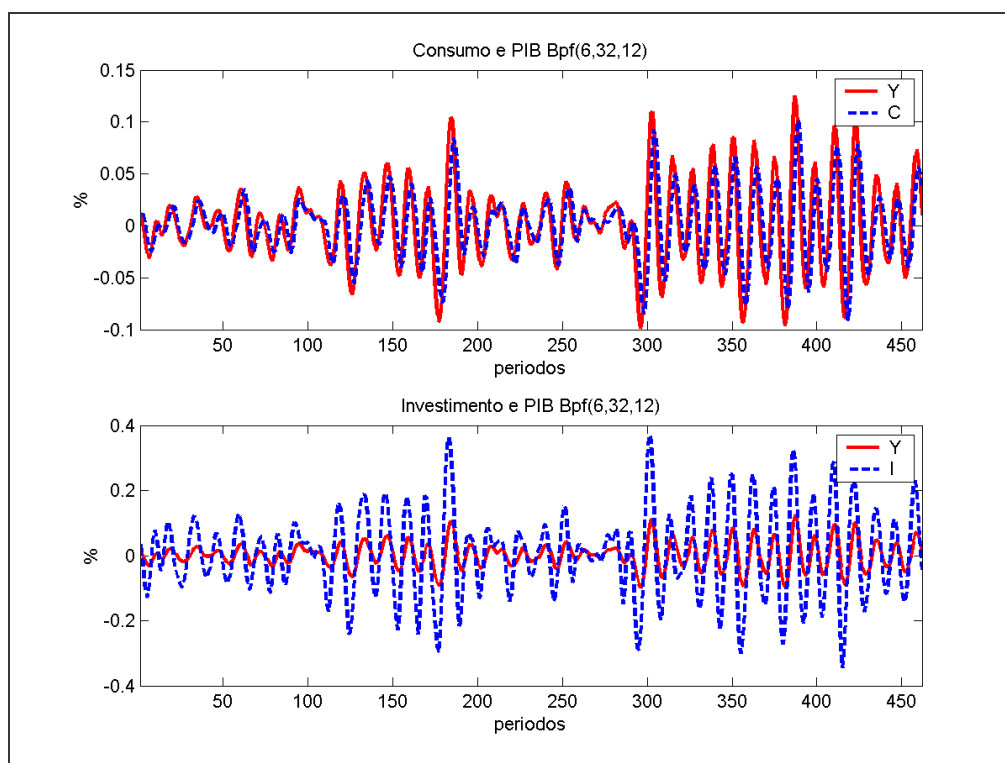


O investimento autônomo, dado o seu comportamento mais volátil – por ter sido gerado endogenamente –, não cresce a uma taxa relativamente fixa, como foi suposto para consumo e exportações, cuja tendência é basicamente exógena no modelo. Assim, quando o investimento autônomo é o único componente de tendência, 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 o 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 acelerador que se some ao investimento autônomo.

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, como pode ser visto na Figura 16. Esta 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.

**Figura 16 - Comparação entre componentes de ciclo das séries de PIB, consumo e investimento. Taxa de crescimento da produtividade latente = 1.5%**



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, 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>18</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 este 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.

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>19</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 deste 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.

Assim, ainda que matematicamente possível, tal resultado – uma tendência significativamente crescente do investimento autônomo via inovações de processo – pode ser economicamente improvável. Isto demonstra a limitação de um instrumental analítico formalizado mas excessivamente abstrato, 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.

---

<sup>18</sup> 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”.

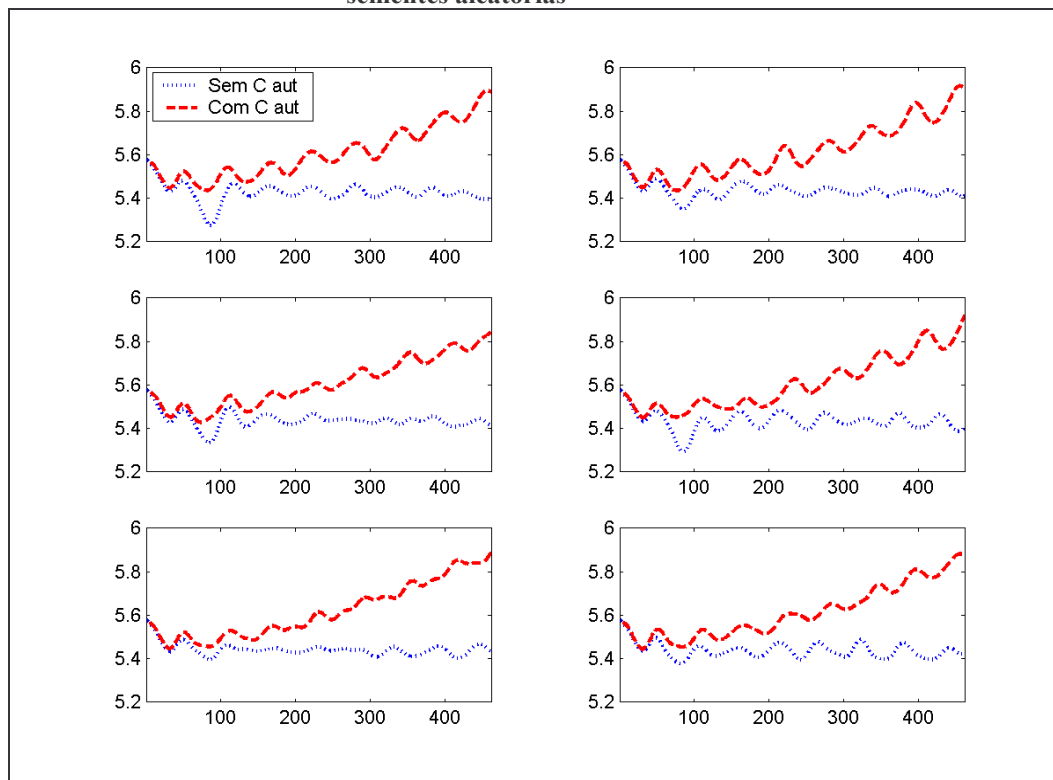
<sup>19</sup> Como ressaltado acima, há efeitos positivos da difusão da inovação e efeitos negativos associados a perdas de mercado ou quebra de concorrentes.

### ***Inovação de produto***

No item anterior, para analisar o efeito da inovação de processo sobre a tendência, foram retirados os outros componentes de gasto autônomo e o resultado inicial, sem alterar a taxa de crescimento da produtividade latente, foi a ausência do 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 17 – 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.

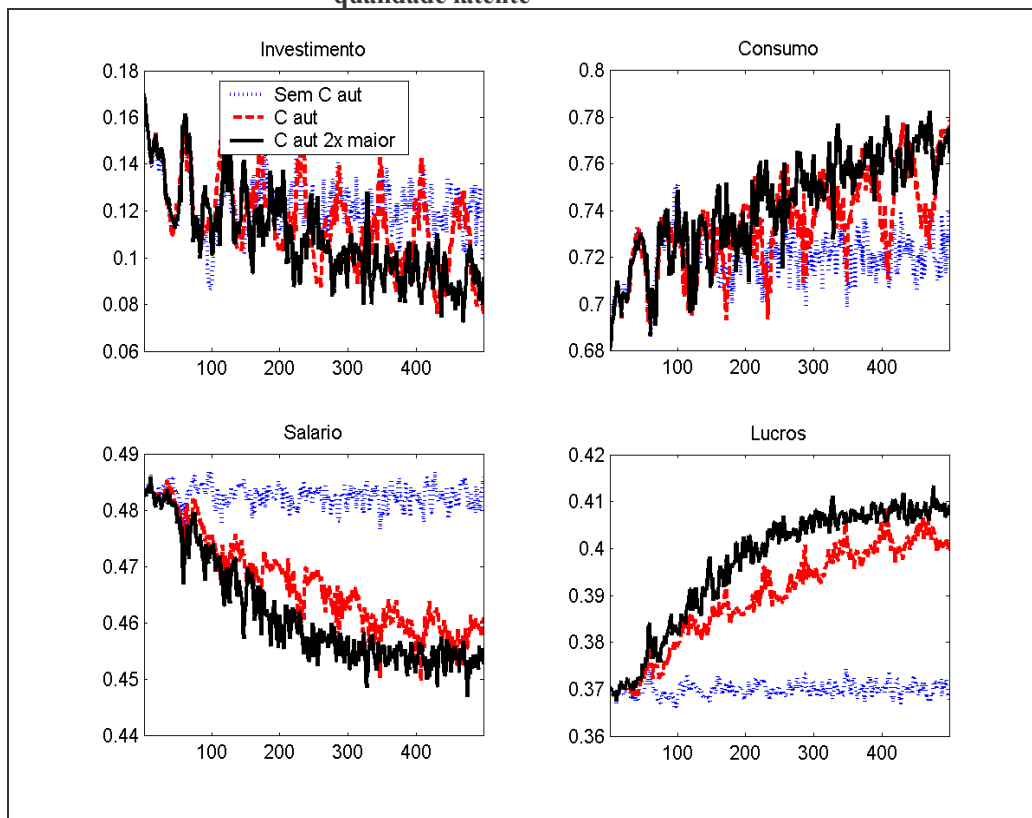
A forma como o consumo autônomo é determinado no modelo – proporcional ao indicador médio de inovação de produto do setor – torna o crescimento destes gastos dependente do crescimento exógeno da “qualidade latente”. Quanto maior esta taxa exógena de crescimento, maior o crescimento do PIB. Uma das conseqüências importantes deste aumento, já comentada, 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 17 - Tendência do PIB – efeito do consumo autônomo para diferentes sementes aleatórias**



Os efeitos distributivos mencionados acima, como visto nos resultados da simulação padrão, decorrem da combinação de ambos os tipos de inovação, gerando uma redução da participação dos salários e, conseqüentemente, uma redução da média da propensão marginal a consumir. Por outro lado, como observam Cesaratto *et alii* (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 18, 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. Este 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.

**Figura 18 - Participação no PIB para diferentes taxas de crescimento da "qualidade latente"**



### ***(b.2) Gastos do governo***

A importância dos gastos autônomos do governo está associada tanto ao peso relativo destes 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 neste modelo define o volume de seus gastos em função da meta de superávit primário; o total de que o governo dispõe para gastar é calculado a cada período pela diferença entre os impostos esperados 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.

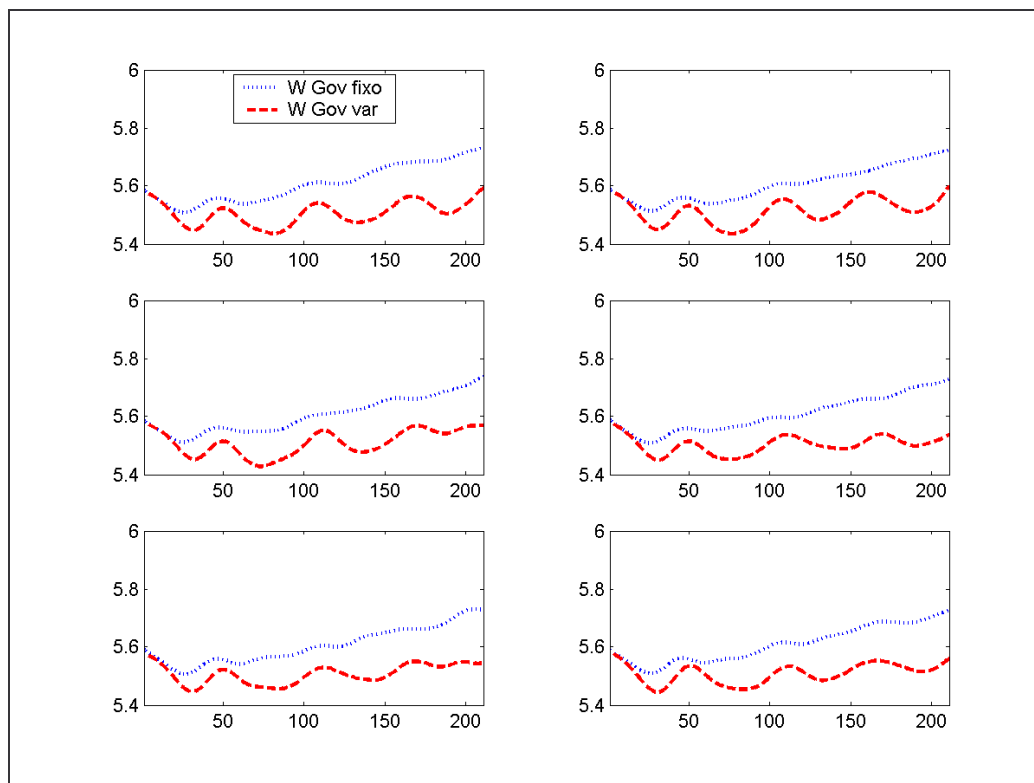
Os gastos do governo podem ser divididos em salários, consumo e investimento. A divisão inicial destes gastos no modelo estabelece que 80% sejam destinados ao pagamento de salários e 20% distribuídos igualmente entre consumo e investimento. Como os salários estão sujeitos a uma taxa de crescimento exógena, 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 19, 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>20</sup>. Para compreender a causa desta 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 19 (com diferentes sementes aleatórias).

---

<sup>20</sup> É comparável aos resultados apresentados na Figura 17 com a legenda “Com C aut”. É importante observar que na Figura 19 são apresentados os resultados de somente 220 períodos, por isso não gerando uma tendência tão acentuada como a do consumo autônomo da figura anterior.

Figura 19 – Tendência do PIB com alteração na composição dos gastos do governo



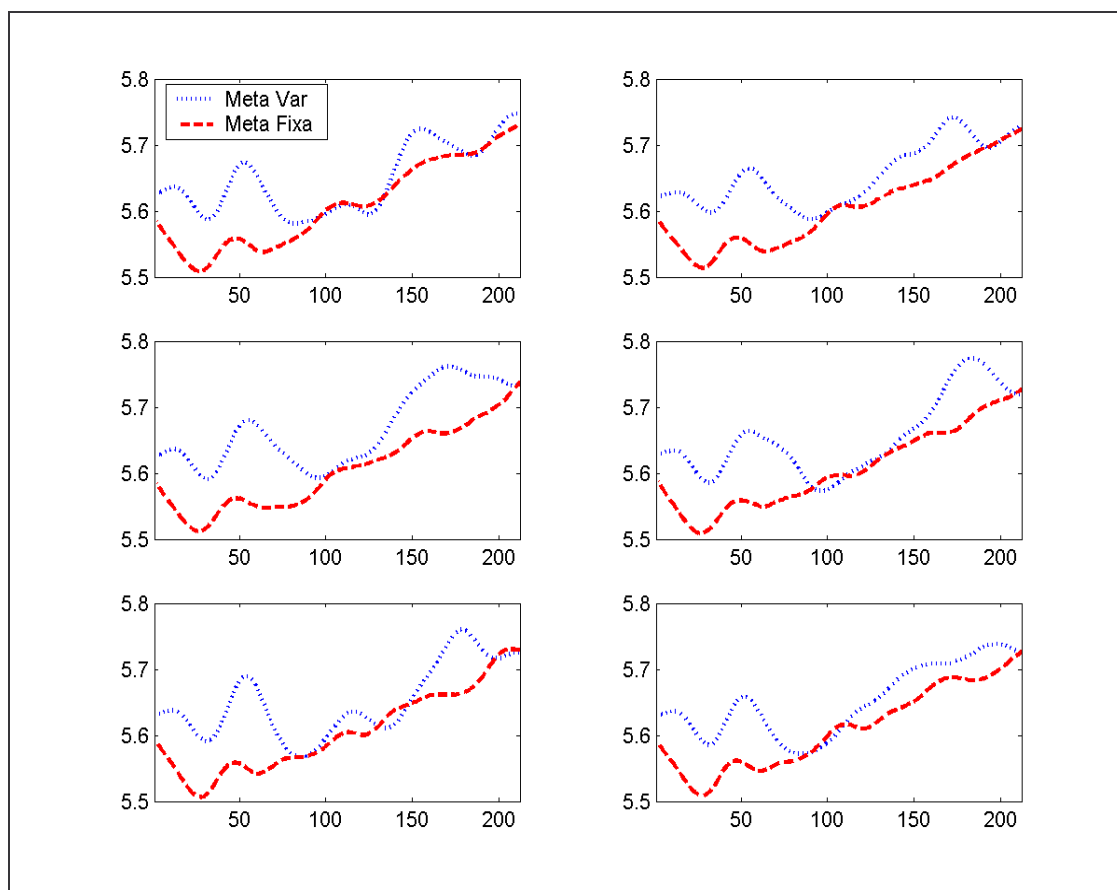
Obs.: “W gov fixo” – refere-se a uma taxa fixa de crescimento dos salários do governo; “W gov var” – salários são determinados como uma proporção fixa dos gastos do governo e portanto flutuam com o PIB.

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 esta 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 razão dívida/PIB for menor que 30%, a meta de superávit passada será reduzida num percentual pré-estabelecido,  $\zeta$ . 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. Porém, 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 20 (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 estas condições iniciais, sempre que a meta de superávit é positiva e os gastos do governo tornam-se mais pró-cíclicos, estes são limitados pelos salários do governo, um dos dois principais componentes de tendência nestas 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 central sobre a dívida pública.

**Figura 20 - Tendência do PIB com determinação da meta de superávit**



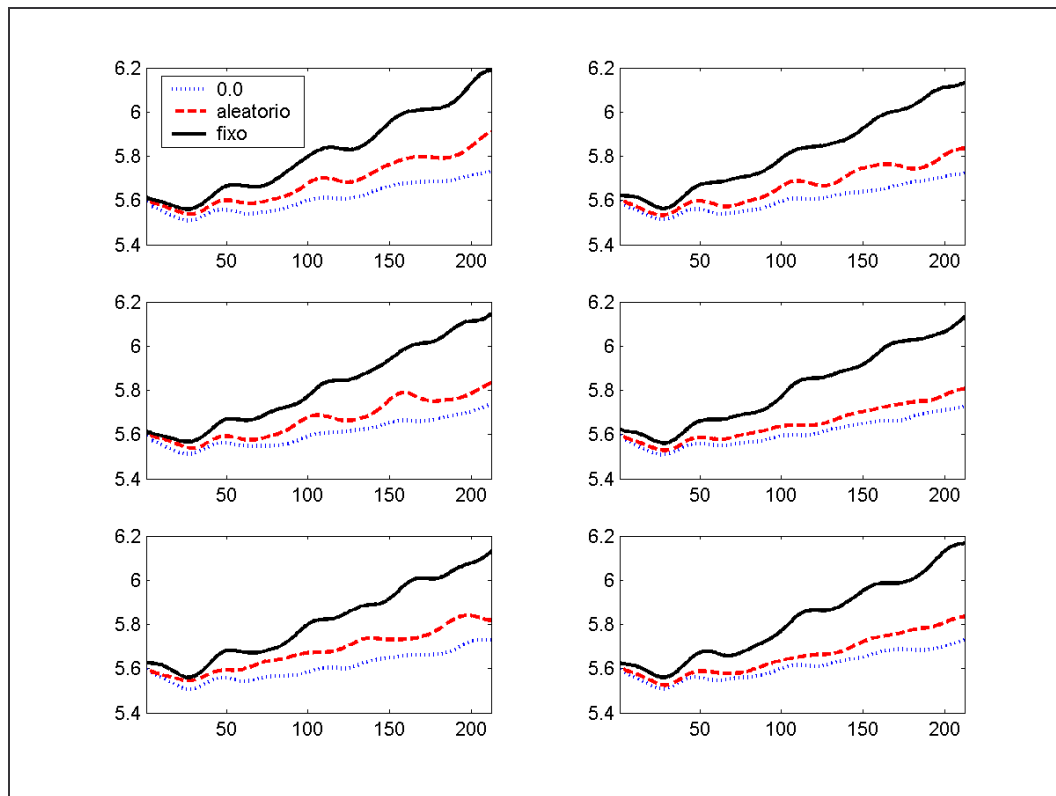
### ***(b.3) Setor externo***

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. Esta 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 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  $(-0.5, 1.5)^{21}$ . Os resultados para diferentes sementes aleatórias das simulações são apresentados na Figura 21. 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.

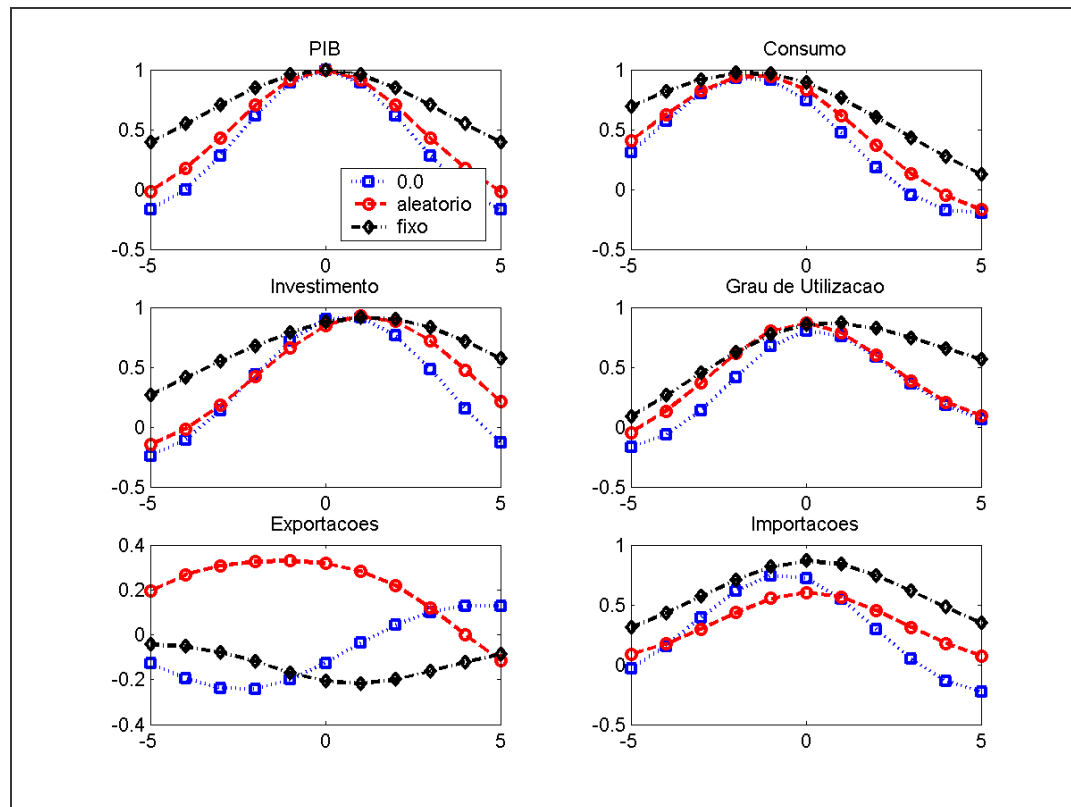
**Figura 21 - Tendência do PIB para diferentes taxas de crescimento da renda externa e para diferentes sementes aleatórias**



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, apresentada na Figura 22, 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 aleatória do que o suposto aqui.

<sup>21</sup> 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%.

Figura 22 - Correlogramas cruzados para diferentes taxas de crescimento da renda externa



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.

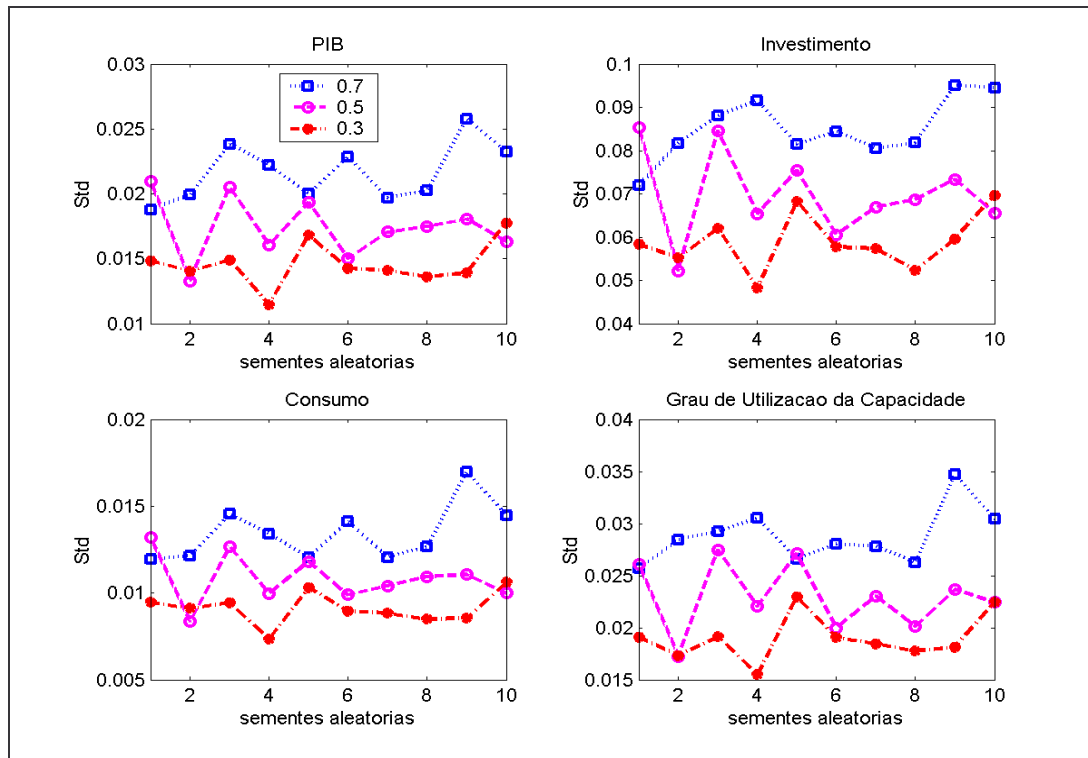
### 3.2. Simulações com outros parâmetros

O objetivo desta seção é apresentar sucintamente testes para determinar o valor de parâmetros para os quais não há qualquer fonte de “*educated guess*”, ou que possuem um intervalo de valores possíveis muito amplo, em substituição aos valores adotados na simulação padrão. Os dois parâmetros escolhidos para tanto estão diretamente ligados à decisão de investimento: (i) o parâmetro de extrapolação das expectativas; e (ii) a dimensão do período de investimento.

O teste de diferentes valores do parâmetro de extrapolação é uma primeira tentativa de explorar a formação de expectativas. Os valores testados são 0.3, utilizado em todas as outras simulações, e os valores alternativos 0.5 e 0.7. É intuitivamente óbvio que este parâmetro influencia a amplitude do ciclo, mas não a tendência, e os resultados confirmam esta expectativa. Com relação à amplitude, representada aqui pelo desvio padrão do componente de ciclo das principais séries agregadas, pode-se perceber na Figura 23 que há uma relação

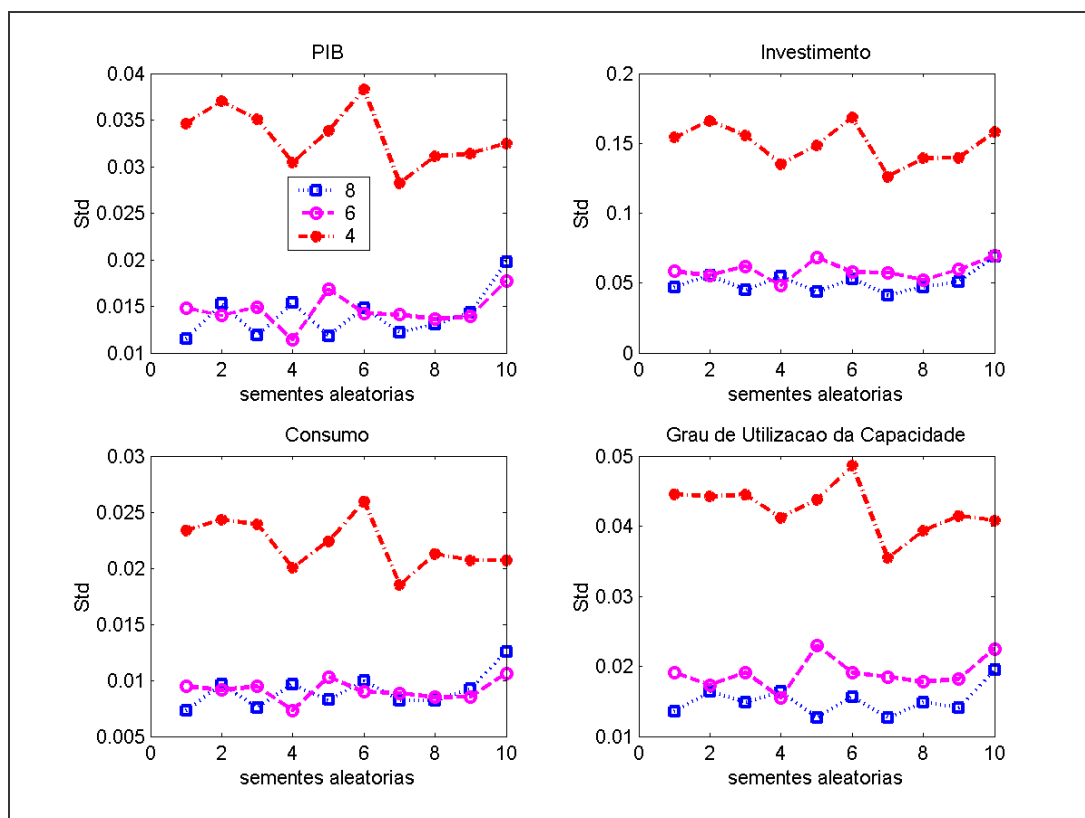
direta com o valor deste parâmetro. Entretanto, os correlogramas cruzados e a auto-correlação do PIB, assim como a taxa média de crescimento, não são afetados.

Figura 23 - Desvio padrão para diferentes valores do parâmetro de expectativas



A dimensão do período de investimento – neste caso o número de períodos de produção de que é constituído – também influencia o ciclo. Para avaliar este impacto, são apresentadas na Figura 24 as mesmas figuras acima, comparando os resultados para três valores diferentes: 4, 6 e 8. Como esperado, a alteração do período de investimento não afeta a tendência, mas afeta a amplitude do ciclo significativamente, em particular para intervalos baixos do período.

Figura 24 - Desvio padrão para diferentes dimensões do período de investimento



#### 4. Conclusões

Os resultados macrodinâmicos das simulações aqui apresentadas confirmam amplamente as previsões gerais dos modelos teóricos de ciclo econômico neo-keynesianos 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. No que segue serão ressaltadas, em primeiro lugar, as propriedades macrodinâmicas replicadas nestas simulações; em segundo, alguns efeitos microdinâmicos da simulação-padrão; e, finalmente, a influência na macrodinâmica de certos parâmetros microeconômicos.

As propriedades macrodinâmicas replicadas nestas simulações acompanham as teorias e modelos centrados no PDE, merecendo destaque: (i) a ocorrência de flutuações que, embora irregulares, não têm amplitude significativamente explosiva nem amortecida, e com periodicidade *grosso modo* em torno de 5,5 e 8 períodos de investimento, *i.e.* entre 8 e 12 “anos” estilizados (v. p. ex. Fig. 5 e 7); 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 sobre a tendência do investimento autônomo, 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 frente à estratégia de diferenciação do produto, há um efeito significativo de 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. 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, quanto à influência macrodinâmica de outros parâmetros micro, registre-se: (i) que o parâmetro de extrapolação das expectativas de curto e longo prazos afeta de forma sensível, ainda que exclusivamente, a amplitude das flutuações, que é função crescente do mesmo; e (ii) que a extensão do período de investimento também afeta, mas na direção inversa e em menor grau, a amplitude do ciclo, sem influir na tendência; mas esse efeito é mais marcante para intervalos baixos desse período.

Finalmente, cabe ressaltar que esses resultados refletem um estágio ainda muito preliminar 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>22</sup>.

De qualquer forma, sob 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 auto-suficiência do *supply-side*, como no senso comum da análise macroeconômica *mainstream* atual.

### Bibliografia

- ALLEN, P. (1998). “Modelling Complex Economic Evolution”. In: Schweitzer, F., Silverberg, G. (eds.). *Evolution and Self-Organization in Economics*. Berlim: Dunker & Humboldt.
- BAXTER M., KING, R. (1995). “Measuring Business Cycles: Approximate Bandpass Filters for Economic Time Series”, NBER W.P. 5022.
- CESARATTO, S., SERRANO, F., STIRATI, A. (2006). “Effective Demand, Technical Change and Employment” (*mimeo.*).
- DOSI, G., ORSENIGO, L. (1994). “Macrodynamics and Microfoundations: an Evolutionary Perspective”. In: Granstrand, O. (ed.). *Economics of Technology*. Amsterdam: North Holland.
- DWECK, E. (2006). *Uma Análise da Interação Micro-Macro com Base em um Modelo Dinâmico Multissetorial de Simulação*. Rio de Janeiro: IE/UFRJ, tese de doutorado.
- KALECKI, M. (1954). *Theory of Economic Dynamics*. London: Allen & Unwin; trad. port. *Teoria da Dinâmica Econômica*. S. Paulo: Abril Cultural, col. *Os Pensadores*, 1978.
- KALECKI, M. (1962). “Observations on the Theory of Growth”. In: OSIATINSKY, J. (ed.). *Collected Works of Michal Kalecki*, vol. II: *Capitalism: Economic Dynamics*. Oxford e N. York: Clarendon Press, 1991.
- KEYNES, J. M. (1936). *The General Theory of Employment, Interest and Money*. London: Macmillan.
- KEYNES, J. M. (1937). *The General Theory and After, part 2: defence and development. The Collected Writings of John Maynard Keynes*, v. XIV, 1973. London: Macmillan.
- KYDLAND, F., PRESCOTT, E. (1982). “Time to Build and Aggregate Fluctuations”. *Econometrica*, 50 (6).
- MINSKY, H. (1957). “Monetary Systems and Accelerator Models”. *American Economic Review*, 47(6).
- MINSKY, H. (1975). *John Maynard Keynes*. N. York: Columbia University Press.
- NELSON, R.; WINTER, S. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge (Mass.): Harvard University Press.
- POSSAS, M. (1983). *Dinâmica e Ciclo Econômico em Oligopólio*. Campinas: DEPE/UNICAMP, tese de doutorado.
- POSSAS, M. (1984). “Um Modelo Dinâmico Multissetorial”. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, 14(2).
- POSSAS, M. (1987). *A Dinâmica da Economia Capitalista: uma abordagem teórica*. São Paulo: Brasiliense.

---

<sup>22</sup> No que se refere ao setor externo, boa parte desse esforço já foi feito por Reif (2006).

- POSSAS, M. (1999). “Demanda Efetiva, Investimento e Dinâmica: a atualidade de Kalecki para a teoria macroeconômica”. *Revista de Economia Contemporânea*, 3(2).
- POSSAS, M. (2002). “Elementos para uma Integração Micro-macrodinâmica na Teoria do Desenvolvimento Econômico”. *Revista Brasileira de Inovação*, 1(1).
- POSSAS, M., DWECK, E., REIF, A. C. (2004) “Um modelo macrodinâmico multissetorial”. TD n<sup>o</sup> 003/2004, IE/UFRJ.
- POSSAS, M., DWECK, E. (2004). “A Multisectoral Micro-Macrodynamic Model”, *Economia*, ANPEC, 5(3), *Selecta* do XXXII Encontro Nacional de Economia. João Pessoa, PB, dezembro 2004.
- POSSAS, M., KOBLITZ, A., *et alii.* (2001). “Um Modelo Evolucionário Setorial”. *Revista Brasileira de Economia*, 55(3).
- REIF, A. C. (2006). *Restrição do Balanço de Pagamentos ao Crescimento: um modelo multissetorial aberto*. Rio de Janeiro: IE/UFRJ, tese de doutorado.
- SILVERBERG, G. (1987). “Technical Progress, Capital Accumulation and Effective Demand: a self-organization model”. In: BATTEN, D.; CASTI, J.; JOHANSSON, B. (eds.). *Economic Evolution and Structural Adjustment*. Berlin: Springer Verlag.
- SILVERBERG, G., DOSI, G., ORSENIGO, L. (1988). “Innovation, Diversity and Diffusion: a self-organization model”. *The Economic Journal*, 98.
- SIMON, H. (1979). “From Substantive to Procedural Rationality”. In: HAHN, F., HOLLIS, M. (eds.). *Philosophy and Economic Theory*. Oxford: Oxford University Press.
- STOCK, J., WATSON, M. (1998). “Business Cycle Fluctuations in US Macroeconomic Time Series”, NBER Working Paper 6.528.
- VALENTE, M. (1999). “Evolutionary Economics and Computer Simulation: a model for the evolution of markets”. Aalborg: PhD Dissertation in Economics, University of Aalborg.
- VERSPAGEN, B. (2002). “Evolutionary Macroeconomics: a synthesis between neo-Schumpeterian and post-Keynesian lines of thought”. *The Electronic Journal of Evolutionary Modeling and Economic Dynamics*, n<sup>o</sup> 1007, <http://www.ejemed.org/1007/index.php>
- ZARNOWITZ, V. (1985). “Recent Work on Business Cycles in Historical Perspective”. *Journal of Economic Literature*, 23.
- ZARNOWITZ, V., OZYILDIRIM, A. (2002). “Time Series Decomposition and Measurement of Business Cycles, Trends, and Growth Cycles”. NBER Working Paper 8.736.