

# Progresso tecnológico, distribuição de renda e utilização da capacidade produtiva\*

## Uma análise baseada em simulações computacionais

Fabio Hideki Ono\*\*

José Luís Oreiro\*\*\*

---

*Este artigo apresenta um modelo pós-keynesiano de crescimento no qual (i) a taxa de mark-up varia no longo prazo em função da divergência entre a taxa de lucro efetiva e a taxa de lucro “desejada” pelos capitalistas; e (ii) a relação capital-produto não é necessariamente constante, mas pode variar em consequência do progresso tecnológico, que, segundo a classificação de Harrod, pode ser neutro, poupador ou dispendioso de capital. Demonstramos que as condições de estabilidade econômica só podem ser atendidas caso o progresso tecnológico seja neutro ou “dispendioso” de capital e o investimento, sensível a variações na margem de lucro. Ao submetermos o modelo a simulações computacionais, observamos ainda a possibilidade de uma transição endógena de um regime de acumulação do tipo wage-led para profit-led. Ademais, verificamos uma tendência à estabilidade das taxas de lucro, sob a condição de que a propensão a poupar dos capitalistas seja elevada.*

---

\* Os autores agradecem os comentários e sugestões de Marco Missaglia e de um parecerista anônimo. Os erros e omissões são unicamente de responsabilidade dos autores.

\*\* Programa de Mestrado em Desenvolvimento Econômico da UFPR e bolsista do CNPq. E-mail: fhono@usa.net. Web-page: <http://fhono.conjuntura.com.br>.

\*\*\* Doutor em Economia (IE/UFRRJ), professor do Departamento de Economia da UFPR e pesquisador do CNPq. E-mail: [joreiro@sociais.ufpr.br](mailto:joreiro@sociais.ufpr.br). Web-page: <http://www.joseluisoreiro.ecn.br>.

**Palavras-chave:** Desenvolvimento econômico, progresso tecnológico, capitalismo

*The paper presents a post-keynesian growth model in which (i) the mark-up rate varies in the long-term due to a misalignment between the actual rate and the “anticipated” profit rate; and (ii) the capital-output ratio is not necessarily constant, on the contrary, it may shift as a result of the technical progress, which, according the Harrod’s typology, can be neutral, capital saving or capital intensive. We demonstrate that the economic stability is only reached if the technical progress is neutral or capital intensive and the investment is susceptible to fluctuations in the mark-up rate. After undergoing computer simulations, we noticed that an endogenous transition from a wage-led to a profit-led accumulation regime is feasible. Furthermore, we detected a tendency to the stabilization of the profit rate, conditioned to a high savings out of profits ratio.*

**Keywords:** Economic development, technical progress, capitalism

**Classificação JEL:** E12; C62; 049

## I. Introdução

A questão da estabilidade de longo prazo das economias capitalistas tem sido um tema amplamente discutido na *história do pensamento econômico*. Autores como Marx (1867), Keynes (1936) e Schumpeter (1934) apontaram o caráter eminentemente instável das economias capitalistas. O renascimento da teoria do crescimento econômico no século XX, por intermédio dos trabalhos seminais de Harrod (1939) e Domar (1946), foi acompanhado por um recrudescimento do ceticismo com respeito ao caráter supostamente auto-regulador dessas economias. De fato, um dos resultados fundamentais do assim chamado modelo Harrod-Domar de crescimento é o “princípio da instabilidade de Harrod”, segundo o qual qualquer afastamento das economias capitalistas com respeito a sua trajetória de crescimento equilibrado tende a se amplificar ao longo do tempo, produzindo trajetórias explosivas de crescimento ou depressão crônica.

Na tradição pós-keynesiana que segue os trabalhos originais de Kalecki (1954), Robinson (1962) e Rowthorn (1981), a questão da estabilidade também é um tema bastante debatido. Com efeito, alguns trabalhos recentes nessa tradição – como, por exemplo, Dutt (1994), You (1994) e Lima (1999) – estão dedicados à análise da estabilidade das economias capitalistas sob hipóteses alternativas a respeito da relação entre crescimento e distribuição de renda (regimes de acumulação do tipo *wage-led* versus *profit-led*), da relação entre progresso tecnológico e concentração de mercado e da relação entre acumulação de capital e crescimento da produtividade. Esses trabalhos têm mostrado que a instabilidade *à la* Harrod não é uma propriedade fundamental das economias capitalistas modernas. Com efeito, a existência de não-linearidades nesses modelos faz com que a instabilidade seja *limitada* (*bounded instability*), tornando impossível a ocorrência de trajetórias explosivas de crescimento ou de redução do nível de produção tal como no modelo original de Harrod.

Uma hipótese usual dos modelos que seguem a tradição pós-keynesiana é a constância da relação capital-produto. Com efeito, nesses modelos se supõe explicitamente que o progresso tecnológico é neutro *à la* Harrod, ou seja, que não afeta a quantidade de capital que é tecnicamente necessária para a obtenção de uma unidade de produto. Essa hipótese é justificada com base em dois argumentos principais, um de natureza teórica e outro de natureza empírica. Do ponto de vista teórico, a hipótese de progresso técnico neutro *à la* Harrod parece ser a única maneira de compatibilizar o avanço tecnológico com a construção de modelos de crescimento balanceado (cf. Solow, 2000, p. 4; Bresser-Pereira, 1988, p. 49). Do ponto de vista empírico, a estabilidade de longo prazo da relação capital-produto foi apresentada por Kaldor (1957) como um dos “fatos estilizados” do crescimento das economias capitalistas. Dessa forma, essa hipótese se justificaria não só por sua conveniência teórica como também, e principalmente, pelo seu suposto realismo.

Contudo, estudos empíricos mais recentes mostram que a relação capital-produto está longe de permanecer estável no longo prazo. A tabela abaixo, reproduzida de Maddison (1991, p. 54), mostra que a relação capital-produto tem apresentado uma nítida tendência de elevação no

período 1890-1987 num grupo de seis países desenvolvidos, com a exceção dos EUA, cujo nível mais elevado ocorreu em 1913.

**Tabela 1:** Evolução da relação capital-produto em países selecionados (1890-1987)

	1890	1913	1950	1973	1987
França	n.d	1,64	1,68	1,75	2,41
Alemanha	2,29	2,25	2,07	2,39	2,99
Japão	0,91	1,01	1,80	1,73	2,77
Holanda	n.d	n.d	1,75	2,22	2,74
Reino Unido	0,95	1,48	1,68	1,96	2,59
EUA	2,09	2,91	2,26	2,07	2,30

FONTES: MADDISON (1991, P. 54).

Este artigo tem por objetivo analisar as implicações de diferentes hipóteses a respeito do comportamento da relação capital-produto e da dinâmica do investimento sobre os regimes de acumulação e a estabilidade de longo prazo das economias capitalistas. Mais especificamente, analisaremos o efeito de diferentes hipóteses a respeito da natureza do progresso tecnológico, segundo a tipologia de Harrod, sobre as condições de estabilidade de longo prazo das economias capitalistas. Para tanto, iremos desenvolver um modelo pós-keynesiano de crescimento, na tradição de Kalecki, Robinson e Rowthorn, no qual (i) as empresas dessa economia variam a taxa de *mark-up* com o objetivo de ajustar a taxa de lucro efetivamente obtida ao valor “desejado” dessa taxa;<sup>1</sup> (ii) a relação

<sup>1</sup> Essa hipótese é inspirada em Bresser-Pereira (1988). Nas suas palavras: “A hipótese, entretanto, é a de que as empresas, especialmente do setor oligopolizado, estabeleceriam uma espécie de taxa-objetivo de lucro, que seria determinada em termos históricos, de acordo com o que seus administradores e proprietários considerassem uma taxa satisfatória. Essa taxa provavelmente gira em torno de 10 a 15% do capital das empresas” (1988, p. 125).

capital-produto não é constante, mas seu comportamento depende do tipo de progresso tecnológico que a economia experimenta ao longo do tempo.

Nesse contexto, demonstraremos que as condições de estabilidade econômica só podem ser atendidas caso o progresso tecnológico seja neutro ou “dispendioso” de capital e o investimento sensível a variações na margem de lucro. Todavia, no caso em que o progresso tecnológico é “poupador de capital” ou o investimento indiferente a variações na margem de lucro, as condições de estabilidade jamais serão atendidas, ou seja, essas economias serão necessariamente instáveis. Como corolário dessa argumentação, segue-se que o comportamento observado da relação capital-produto nos últimos 120 anos é condizente com a estabilidade de longo prazo das economias capitalistas. Se essas economias são realmente instáveis, então a causa da instabilidade deve ser buscada em outras fontes que não o progresso tecnológico.

O presente artigo está estruturado em quatro seções, incluindo esta introdução. Na seção 2 apresentamos a estrutura básica do modelo. Na seção 3 apresentamos a dinâmica de longo prazo desse modelo sob diferentes hipóteses acerca do tipo de progresso tecnológico e da sensibilidade do investimento aos efeitos acelerador e lucratividade. Na seção 4 submetemos o modelo a uma simulação computacional. E por fim, na seção 5 apresentamos as conclusões.

## 2. Estrutura do modelo

Consideremos uma economia na qual as empresas produzem um produto homogêneo, têm poder de mercado e formam preços com base num *mark-up* sobre os custos unitários de produção, o qual é constante a curto prazo. Temos, então, a seguinte equação de preços:

$$p = (1 + z)wq \quad (1)$$

Onde:  $p$  é o nível de preços,  $z$  é a taxa de *mark-up* ( $z > 0$ ),  $w$  é a taxa nominal de salários,  $q$  é o requisito unitário de mão-de-obra, ou seja, é

um coeficiente técnico que mostra a quantidade de trabalho que é tecnicamente necessária para produzir uma unidade de produto.<sup>2</sup>

Seja  $R$  a taxa de lucro efetivamente obtida sobre o estoque de capital existente na economia,  $u$  o grau de utilização da capacidade produtiva

(definido como  $u = \frac{X}{\bar{X}}$ , onde  $X$  é o produto efetivo e  $\bar{X}$  é o produto

potencial),  $m$  a participação dos lucros na renda (definida como sendo

igual a  $\frac{z}{1+z}$ ) e  $\sigma$  a relação produto-capital (definida como  $\sigma = \frac{\bar{X}}{K}$ , onde

$K$  é a quantidade de capital existente na economia), a qual é a recíproca da relação capital-produto. Pode-se demonstrar facilmente que:

$$R = um\sigma \quad (2)$$

Seguindo a tradição pós-keynesiana de Kaldor (1956), Robinson (1962) e Pasinetti (1962), suporemos a existência de duas classes sociais, a saber: capitalistas e trabalhadores. Os capitalistas poupam uma fração constante ( $s_c$ ) de sua renda, a qual é composta unicamente de lucros, ao passo que os trabalhadores “gastam tudo o que ganham”.<sup>3</sup> Sendo assim, pode-se demonstrar que a poupança agregada por unidade de capital é dada pela seguinte expressão:

<sup>2</sup> Nas análises a seguir, consideramos que a produtividade do trabalho cresce a uma taxa exógena  $a$ , de forma que  $q$  é decrescente a uma taxa  $-a$ . A equação (1) pode ser reescrita como  $\frac{w}{p} = \frac{1}{1+z} \frac{1}{q}$ .

Uma vez que a taxa de *mark-up* ( $z$ ) é constante no curto prazo, então qualquer alteração na produtividade do trabalho ( $q$ ) é totalmente incorporada pelo salário real ( $w/p$ ). Isso indica que os sindicatos e trabalhadores são bem-sucedidos na barganha com os capitalistas, sugerindo ainda a prevalência do segundo estágio do capitalismo, na taxonomia de Kaldor (1957).

<sup>3</sup> Desse modo, estamos considerando que os trabalhadores recebem apenas salários. Essa hipótese é ligeiramente diferente da adotada por Pasinetti (1962), segundo a qual se os trabalhadores poupam, tornam-se gradualmente proprietários de ativos (em razão da poupança acumulada pelos mesmos, emprestada posteriormente aos capitalistas). Como resultado, por essa abordagem, os trabalhadores recebem tanto salários como lucros.

$$\frac{S}{K} = s_c R \quad (3)$$

A taxa à qual os capitalistas desejam que o estoque de capital dessa economia cresça ao longo do tempo é dada pela seguinte equação:

$$\frac{I}{K} = \alpha_0 + \alpha_1 m + \alpha_2 u \sigma \quad (4) \quad \text{onde: } \alpha_0 > 0, \alpha_1 > 0, \alpha_2 > 0$$

A equação (4) nada mais é do que a função investimento da economia em consideração. Na especificação dessa função investimento estamos seguindo Bhaduri e Marglin (1990), que supõem que a taxa desejada de crescimento do estoque de capital é uma função *separável* de  $m$  e  $u$ . A novidade com respeito a esses autores consiste na introdução da relação produto-capital como um dos argumentos da função investimento.

A justificativa para essa introdução consiste no fato de que o efeito acelerador do crescimento do produto sobre a decisão de investimento em capital fixo depende não só do grau de utilização da capacidade produtiva, como também da “produtividade” do capital. De fato, dado o grau de utilização da capacidade produtiva, quanto maior for  $\sigma$  maior será o nível de produção resultante do estoque de capital existente nessa economia e, portanto, maior será o nível de vendas. Sendo assim, um aumento da relação produto-capital, *ceteris paribus*, deverá induzir um volume maior de investimento por causa do efeito acelerador.

Por fim, supondo uma economia fechada e sem governo, o equilíbrio no mercado de bens exige que a poupança por unidade de capital seja igual à taxa desejada de crescimento do estoque de capital, ou seja:

$$\frac{S}{K} = \frac{I}{K} \quad (5)$$

Substituindo (2) em (3) e a resultante em (5), obtemos a seguinte expressão:

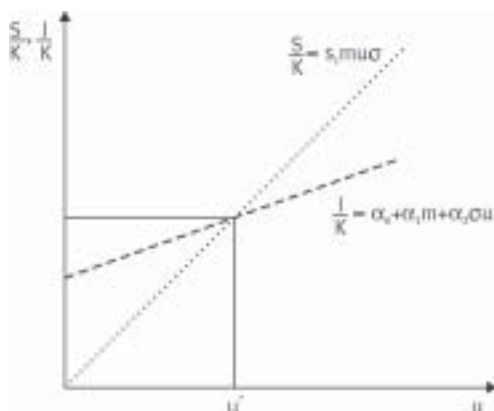
$$\frac{I}{K} = s_c m u \sigma \quad (6)$$

Substituindo (4) em (6) e resolvendo para  $u$ , obtemos a seguinte expressão:

$$u^* = \frac{\alpha_0 + \alpha_1 m}{(s_c m - \alpha_2) \sigma} \quad (7)$$

A equação (7) apresenta o nível de utilização da capacidade produtiva de equilíbrio de curto prazo, ou seja, o nível de utilização da capacidade para o qual o investimento planejado é igual à poupança dos capitalistas. Para que  $u^* > 0$  é necessário que  $s_c m - \alpha_2 > 0$ , ou seja, a participação dos lucros na renda deve ser maior que um valor crítico  $m^*$  dado por  $\frac{\alpha_2}{s_c}$ . Na figura 1, observa-se a determinação do grau de utilização de capacidade.

Figura 1



O efeito de uma variação da participação dos lucros na renda sobre o nível de utilização da capacidade produtiva de equilíbrio de curto prazo é determinado pela seguinte expressão:

$$\frac{\partial u^*}{\partial m} = -\frac{\alpha_1 \alpha_2 + \alpha_0 s_c}{\sigma (s_c m - \alpha_2)^2} < 0 \quad (8)$$



Com base em (8) podemos constatar que um aumento da participação dos lucros na renda irá resultar numa redução do nível de utilização da capacidade produtiva. Esse resultado não deixa de ser surpreendente, pois a princípio existem dois efeitos atuando em sentido contrário sobre o grau de utilização da capacidade. Por um lado, o aumento da participação dos lucros na renda gera um aumento da poupança agregada, uma vez que os capitalistas poupam uma parte maior de suas rendas, enquanto os trabalhadores não. Esse efeito tende a reduzir o volume de demanda efetiva e, dessa forma, o nível de utilização da capacidade produtiva.

Por outro lado, o investimento depende positivamente da “lucratividade”, a qual é representada pela participação dos lucros na renda. Dessa forma, o investimento deve aumentar como resultado de uma redistribuição de renda a favor dos lucros, gerando um volume maior de demanda efetiva e um nível maior de utilização da capacidade produtiva. Contudo, para a especificação da função investimento aqui realizada, o primeiro efeito é mais forte do que o segundo, de maneira que o grau de utilização da capacidade irá se reduzir como resposta a um aumento da participação dos lucros da renda. Daqui se segue que na economia em consideração prevalece um regime de acumulação do tipo *wage-led*.

O efeito de uma variação da relação produto-capital sobre o nível de utilização da capacidade produtiva de equilíbrio de curto prazo é dado pela seguinte expressão:

$$\frac{\partial u^*}{\partial \sigma} = -\frac{u^*}{\sigma} < 0 \quad (9)$$

Com base na expressão (9) podemos observar que um aumento da relação produto-capital (ou seja, uma redução da relação capital-produto) irá resultar numa redução do grau de utilização da capacidade produtiva de equilíbrio de curto prazo.

A partir das equações (8) e (9) podemos escrever  $u^*$  como uma função implícita de  $m$  e  $\sigma$  da seguinte forma:

$$u^* = u^*(m, \sigma) \quad ; u_m < 0, u_\sigma < 0 \quad (10)$$

### 3. Dinâmica de longo prazo e estabilidade.

No longo prazo a participação dos lucros na renda e a relação produto-capital não podem mais ser tomadas como constantes. No que se refere à distribuição de renda entre capitalistas e trabalhadores, a existência de uma taxa “desejada” de lucro por parte dos capitalistas – a qual é definida pela “convenção social” prevalecente em cada momento histórico (cf. Bresser-Pereira, 1988, p. 125) – faz com que a taxa de *mark-up* ( $z$ ) e, portanto, a participação dos lucros na renda sejam uma variável *endógena* no longo prazo. Com efeito, se a taxa de lucro efetiva for menor do que a taxa de lucro “desejada”, então os capitalistas irão aumentar a taxa de *mark-up* na expectativa de, com essa medida, aumentar a taxa efetiva de lucro.<sup>4</sup> No caso em que a taxa efetiva de lucro é *maior* do que a taxa desejada, então os capitalistas irão reduzir a taxa de *mark-up* com o intuito de reduzir a taxa efetiva de lucro ao nível dado pela taxa desejada.<sup>5</sup> Dessa forma, temos a seguinte equação diferencial:

$$\dot{m} = -\theta(R - \bar{R}) \quad (11)$$

---

<sup>4</sup> Deve-se ressaltar que a taxa efetiva de lucro só irá aumentar, como resposta a um aumento da taxa de *mark-up*, se o grau de utilização da capacidade produtiva for relativamente pouco sensível às variações da taxa de *mark-up*. Isso porque na economia em consideração prevalece um regime de acumulação do tipo *wage-led*. Nesse contexto, um aumento da taxa de *mark-up* irá aumentar a participação dos lucros na renda, gerando, dessa forma, uma redução do grau de utilização da capacidade produtiva. Se a queda do grau de utilização da capacidade for muito acentuada, então a taxa efetiva de lucro poderá se *reduzir* em função do aumento da taxa de *mark-up*.

<sup>5</sup> Por que razão os capitalistas tomariam medidas com o intuito de reduzir a taxa de lucro? Uma resposta possível a essa pergunta é dada pela teoria das barreiras à entrada de Bain (1956) e Sylos-Labini (1984). Com base nessa teoria, a taxa “desejada” de lucro pode ser interpretada como a taxa de lucro que é compatível com a estabilidade da indústria no longo prazo, ou seja, trata-se do nível máximo de taxa de lucro acima do qual novos competidores seriam induzidos a entrar na indústria. Dessa forma, uma taxa de lucro acima do nível “desejado” seria um convite à entrada de novos competidores, gerando assim uma redução dos lucros e do poder de mercado das firmas estabelecidas no longo prazo. Um modelo macroeconômico pós-keynesiano compatível com a teoria das barreiras à entrada é apresentado em Oreiro (2004).

onde:  $\bar{R}$  é a taxa “desejada” de lucro e  $\theta$  é o fator de ajustamento da taxa corrente de lucro à taxa desejada.<sup>6</sup>

### 3.1. A dinâmica das modalidades de progresso técnico

A dinâmica da relação produto-capital irá depender do tipo de progresso tecnológico experimentado pela economia. Apenas no caso em que o progresso tecnológico for neutro no sentido de Harrod é que a relação produto-capital pode ser tomada como uma constante. Nesse caso, temos:

$$\frac{\dot{\sigma}}{\sigma} = 0 \quad (12)$$

Se o progresso tecnológico for “poupador de capital”, então a relação produto-capital irá aumentar ao longo do tempo, indicando com isso que é necessária uma quantidade cada vez menor de capital para a produção de uma unidade de produto. Nesse caso, iremos supor que a relação produto-capital cresce a uma taxa constante e exógena  $h > 0$ , de tal forma que:

$$\frac{\dot{\sigma}}{\sigma} = h > 0 \quad (13)$$

---

<sup>6</sup> Lavoie (2002) propõe um outro mecanismo de ajustamento da taxa de lucro. Para ele, a taxa efetiva de lucro resulta de um conflito de interesses entre os trabalhadores – que desejam um nível elevado de salário real e, por isso, uma baixa taxa de lucro – e os capitalistas – que desejam uma taxa de lucro elevada. Nesse arcabouço, os capitalistas – por um motivo não evidente – são incapazes de induzir um ajuste da taxa efetiva à taxa “desejada” de lucro; por isso, os capitalista só poderiam rever o nível “desejado”; de acordo com a seguinte equação:

$$\dot{\bar{R}} = -\theta(\bar{R} - R)$$

Por outro lado, na equação (11), assumimos que os capitalistas alteram a taxa de *mark-up* de modo a ajustar a taxa efetiva de lucro ao nível “desejado” e exogenamente determinado, alterando implicitamente a participação dos lucros na renda. Na especificação de Lavoie, a taxa “desejada” de lucro é endógena no longo prazo; sendo assim, teríamos, segundo o autor, *mutatis mutandis*,  $\theta < 0$ .

Por fim, se o progresso tecnológico for “dispendioso de capital”, então a relação produto-capital irá diminuir ao longo do tempo, indicando com isso que é necessária uma quantidade cada vez maior de capital para produzir uma unidade de produto. Nesse contexto, iremos supor que a relação produto-capital cresce a uma taxa constante e exógena  $h < 0$ , de tal forma que:

$$\frac{\dot{\sigma}}{\sigma} = h < 0 \quad (14)$$

3.1.1. Dinâmica de longo prazo no caso em que o progresso tecnológico é neutro

No caso em que o progresso tecnológico é neutro *à la* Harrod, a relação produto-capital é constante e a dinâmica da economia no longo prazo é inteiramente descrita pela equação (11).

Substituindo (10) em (2) e a resultante em (11), obtemos a seguinte equação diferencial que apresenta a dinâmica da participação dos lucros na renda ao longo do tempo:

$$\dot{m} = -\theta[m\sigma u^*(m, \sigma) - \bar{R}] \quad (15)$$

Diferenciando (15) com respeito a  $\dot{m}$  e  $m$ , obtemos a seguinte expressão:

$$(16)$$

onde:  $\varepsilon_{u,m} \equiv -\left(\frac{m}{u}\right)u_m$  é a *elasticidade* do nível de utilização da capacidade

de produtiva com respeito à participação dos lucros na renda.

Seja  $m^*$  um ponto fixo de (15), ou seja, um valor de  $m$  tal que a participação dos lucros na renda é constante ao longo do tempo. Esse valor

será um *equilíbrio estável* se  $\frac{\partial \dot{m}}{\partial m} < 0$  (cf. Takayama, 1993, p. 336).

Para que isso ocorra, a seguinte condição deve ser atendida:

$$\varepsilon_{u,m} < 1 \quad (17)$$

Em palavras: o equilíbrio de longo prazo será *estável* se e somente se a elasticidade do nível de utilização da capacidade produtiva com respeito à participação dos lucros na renda for *menor* do que 1.

Para que possamos compreender a lógica econômica por trás desse resultado, consideremos uma situação inicial na qual a taxa de lucro efetiva é menor do que a taxa de lucro desejada pelos capitalistas. Nesse contexto, os capitalistas irão aumentar a taxa de *mark-up* com o intuito de elevar a taxa de lucro efetiva ao valor dado pela taxa desejada. Contudo, elevações da taxa de *mark-up* irão produzir uma redistribuição da renda em favor dos lucros, a qual irá resultar numa diminuição do nível de demanda efetiva e, por conseguinte, do nível de utilização da capacidade produtiva. Se a queda do nível de utilização da capacidade for muito acentuada, então ela irá mais do que compensar o efeito do aumento do *mark-up* sobre a taxa de lucro. Dessa forma, a taxa de lucro efetiva irá se reduzir ao invés de aumentar, levando os capitalistas a aumentar ainda mais a taxa de *mark-up* e gerando uma dinâmica claramente não convergente para a taxa de lucro. Para que isso não ocorra, o grau de utilização da capacidade deve ser pouco sensível às variações da participação dos lucros na renda, ou seja, a condição (17) deve ser atendida.

### 3.1.2. Dinâmica de longo prazo no caso em que o progresso técnico é “poupador de capital”

No caso em que o progresso técnico é “poupador de capital”, a dinâmica da economia passa a ser descrita pelo sistema de equações diferenciais dado por (13) e (15).

Linearizando o sistema em torno de sua posição de equilíbrio e escrevendo a resultante em forma matricial, temos:

$$\begin{bmatrix} \dot{m} \\ \dot{\sigma} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\theta\sigma u^* (1 - \varepsilon_{u,m}) & -m\theta(u^* + \sigma u_\sigma) \\ 0 & h \end{bmatrix} \begin{bmatrix} m \\ \sigma \end{bmatrix} \quad (18)$$

A partir de (9), temos  $-\theta m(u^* + u_\sigma \sigma) = -\theta m\left(u^* - \frac{u^*}{\sigma} \cdot \sigma\right) = 0$ .

O sistema apresentado por (18) será estável se o *determinante* e o *traço* da matriz jacobiana forem respectivamente positivo e negativo (cf. Takayama, 1993, p. 407-408). Temos, então, as seguintes condições para a estabilidade do sistema:

$$DET = -h\theta\sigma u^* [1 - \varepsilon_{u,m}] \quad (19)$$

$$TR = -\theta\sigma u^* (1 - \varepsilon_{u,m}) + h \quad (20)$$

Podemos observar em (19) que o determinante da matriz jacobiana será positivo se e somente se  $\varepsilon_{u,m} > 1$ , ou seja, se o grau de utilização da capacidade produtiva for muito sensível às variações da participação dos lucros na renda. No entanto, se essa condição for atendida, então o traço da matriz jacobiana será, com certeza, positivo, fazendo com que o sistema seja *instável*. Por outro lado, se a referida elasticidade for menor do que 1, o traço da matriz jacobiana pode ser negativo, mas o determinante também será negativo, tornando o sistema também instável. Daqui se segue que no caso em que o progresso tecnológico é “poupador de capital”, as condições de estabilidade não são jamais atendidas e o sistema é necessariamente instável.

### 3.1.3. Dinâmica de longo prazo no caso em que o progresso técnico é “dispendioso de capital”

No caso em que o progresso tecnológico é “dispendioso de capital”, a dinâmica da economia é determinada por um sistema semelhante ao apresentado em (18), com a única diferença que, no novo sistema, temos que  $h < 0$ . Dessa forma, o determinante e o traço da matriz jacobiana continuarão sendo determinados pelas expressões (19) e (20).

Dado que  $h < 0$ , o determinante da matriz jacobiana será positivo se a elasticidade do grau de utilização da capacidade produtiva com respeito à participação dos lucros na renda for menor do que a unidade. Nessas

condições o traço da matriz jacobiana será necessariamente negativo, de forma que o sistema será estável. Daqui se segue que no caso em que o progresso tecnológico é “dispendioso de capital”, o sistema econômico será estável se o grau de utilização da capacidade produtiva for pouco sensível às variações da participação dos lucros na renda.

### 3.2. A sensibilidade do investimento aos efeitos acelerador e lucratividade

A função investimento especificada em (4), seguindo a tradição pós-keynesiana,<sup>7</sup> resulta da interação entre os efeitos lucratividade e acelerador,<sup>8</sup> que são representados respectivamente pelos termos  $\alpha_1 m$  e  $\alpha_2 \sigma u$ . A sensibilidade do investimento a esses dois efeitos está, portanto, diretamente vinculada ao valor dos parâmetros  $\alpha_1$  e  $\alpha_2$ . Conseqüentemente, tais parâmetros definem a dinâmica de longo prazo do modelo e as próprias condições para o *steady-state*. A seguir, verificaremos as qualidades requeridas para a estabilidade, avaliando cada um dos referidos efeitos isoladamente e simultaneamente.

#### 3.2.1. Efeito acelerador

Para isolarmos o efeito acelerador do investimento, assumiremos  $\alpha_1 = 0$ . Nessa situação, o nível de utilização da capacidade produtiva de equilíbrio de curto prazo é dado por:

$$u^* = \frac{\alpha_0}{(s_c \cdot m - \alpha_2)\sigma} \quad (7a)$$

<sup>7</sup> Ver Robinson (1962, cap. 2), Rowthorn (1981) e Bhaduri e Marglin (1990).

<sup>8</sup> O efeito acelerador é aquele segundo o qual o investimento, enquanto decisão de ampliar a capacidade produtiva, responde a variações ocorridas ou previstas no nível de atividade, que no caso do modelo é medido pelo próprio grau de utilização de capacidade produtiva. Já o efeito lucratividade assume que taxas elevadas de lucro impeliriam os capitalistas a expandir o capital, isto é, investir.

Esse valor será positivo se e somente se  $s_c > \frac{\alpha_2}{m} = s_c^*$ , ou seja, a pro-

pensão a poupar dos capitalistas deve ser maior do que um valor crítico  $s_c^*$ , o qual é uma função inversa da participação dos lucros na renda.

Com respeito à elasticidade do nível de utilização da capacidade produtiva em relação à participação dos lucros na renda, após manipulações

algébricas, concluímos que  $\varepsilon_{u,m} \equiv -\left(\frac{m}{u^*}\right)u_m = \frac{s_c m}{s_c m - \alpha_2} > 1$ , uma vez que

$\alpha_2 > 0$ . Sendo assim, de (16) temos que  $\frac{\partial \dot{m}}{\partial m} = -\theta \sigma u^* [1 - \varepsilon_{u,m}] > 0$ , de onde

concluímos que um aumento na participação dos lucros na renda induziria os capitalistas a aumentar o *mark-up* ainda mais rapidamente. Dessa forma, a participação dos lucros na renda apresenta uma trajetória explosiva, gerando a “eutanasia dos trabalhadores” no longo prazo.

### 3.2.2. Efeito lucratividade

Tomando  $\alpha_2 = 0$ , estamos considerando o efeito lucratividade isoladamente. Nesse caso, o grau de utilização da capacidade produtiva de equilíbrio é

(7b)  $u^* = \frac{\alpha_0 + \alpha_1 m}{s_c m \sigma}$  e a dinâmica de  $m$  é dada pela equação

(11b)  $\left(\dot{m} = -\theta \left(\frac{\alpha_0 + \alpha_1 m}{s_c} - \bar{R}\right)\right)$ . A participação dos lucros na renda tem como

valor de equilíbrio em estado estacionário:

$$(21) \quad m^* = \frac{s_c \bar{R} - \alpha_0}{\alpha_1}$$

Daí resultam duas condições: primeiramente, para que  $m^* > 0$  é necessário que (22)  $s_c > \frac{\alpha_0}{\bar{R}}$ , por outro lado é economicamente inconcebível

que  $m^* > 1$ , de modo que para assegurar que  $1 > m^* > 0$ , deve haver uma combinação coerente de parâmetros de modo que  $\frac{\alpha_0}{\bar{R}} < s_c < \frac{\alpha_0 + \alpha_1}{\bar{R}}$ .



### 3.2.3. Combinação simultânea dos efeitos lucratividade e acelerador

Nessa situação temos que  $\alpha_1 \neq 0$  e  $\alpha_2 \neq 0$ . Substituindo (7) em (11), a equação relativa à dinâmica da participação dos lucros na renda é dada por:

$$(11c) \quad \dot{m} = -\theta \left[ \frac{m(\alpha_0 + \alpha_1 m)}{s_c m - \alpha_2} - \bar{R} \right]$$

Derivando (11c) com respeito a  $m$ , temos:

$\frac{\partial \dot{m}}{\partial m} = \theta \frac{[\alpha_0 \alpha_2 - \alpha_1 m (s_c m - 2\alpha_2)]}{(s_c m - \alpha_2)^2}$ . Conforme verificamos em 3.2.1, a estabilidade do sistema depende da condição de que  $\frac{\partial \dot{m}}{\partial m} < 0$ , ou seja, um

aumento na participação dos lucros na renda não deve persuadir os capitalistas a acelerar o aumento da taxa de *mark-up*. Desse modo, o valor da proporção a poupar deve ser suficientemente elevado para assegurar que:

$$(23) \quad s_c > \frac{\alpha_2 (\alpha_0 + 2\alpha_1 m)}{\alpha_1 \cdot m^2}$$

Condição esta que deve ser atendida ao longo de toda a dinâmica de  $m$ , desde a situação inicial até o valor de *steady-state*. Adicionalmente, a partir de (7), a condição para que o grau de utilização da capacidade produtiva de equilíbrio seja positivo,  $s_c > \frac{\alpha_2}{m}$  (24), também é observada

uma vez que  $\frac{\alpha_2 (\alpha_0 + 2\alpha_1 m)}{\alpha_1 \cdot m^2} > \frac{\alpha_2}{m}$ .

### 3.3. Configurações para a estabilidade do modelo

Na tabela II compilamos as análises para as diferentes combinações entre as modalidades de progresso técnico e os efeitos sobre a função investimento, descrevendo o comportamento da relação produto-capital e da participação dos lucros na renda no longo prazo.

Tabela II

<b>Progresso técnico</b>	<b>Neutro</b>	<b>Poupador de capital</b>	<b>Dispendioso de capital</b>
<b>Investimento</b>	<b><math>h = 0</math></b>	<b><math>h &gt; 0</math></b>	<b><math>h &lt; 0</math></b>
Efeito acelerador	$m$ : Explosivo	$m$ : Explosivo	$m$ : Explosivo
$\alpha_1 = 0$	$\sigma$ : Constante	$\sigma$ : Explosivo	$\sigma \rightarrow 0$
Efeito lucratividade	$m$ : Estável no	$m$ : Estável no	$m$ : Estável no
$\alpha_2 = 0$	longo prazo	longo prazo	longo prazo
	$\sigma$ : Constante	$\sigma$ : Explosivo	$\sigma \rightarrow 0$
Efeitos combinados	$m$ : Estável no	$m$ : Estável no	$m$ : Estável no
$\alpha_1 \neq 0$ e $\alpha_2 \neq 0$	longo prazo	longo prazo	longo prazo
	$\sigma$ : Constante	$\sigma$ : Explosivo	$\sigma \rightarrow 0$

Constatamos que o equilíbrio em estado estacionário é um resultado factível no longo prazo, somente para os casos em que o progresso técnico é neutro e dispendioso de capital e, além disso, o investimento é sensível às variações da participação dos lucros na renda.

#### 4. Simulação do modelo teórico

Para avaliar a dinâmica das variáveis nos três tipos de progresso técnico, submetemos o modelo a uma simulação computacional,<sup>9</sup> adotando desta forma uma metodologia *top-down*.<sup>10</sup> Para tanto, atribuímos valores economicamente plausíveis para os parâmetros do modelo, conforme a tabela III.

<sup>9</sup> Para executar os exercícios de simulação, utilizamos o programa Maple 7.0 da Waterloo Maple Inc.

<sup>10</sup> Esse procedimento trata da adaptação de um modelo econômico preexistente a um ambiente de simulação. Uma metodologia oposta envolveria a construção de um modelo já com vistas à simulação. O primeiro método incute dificuldades na atribuição de valores reais e plausíveis, contudo enriquece o exame das interações entre as variáveis estudadas, o que dificilmente poderia ser obtido com uma simples análise quantitativa.

Tabela III

Parâmetro	Valor	Descrição
$\theta$	0,5	Fator de ajustamento da taxa corrente de lucro à taxa desejada
$\alpha_0$	0,02	Componente autônomo da taxa de investimento que captaria um otimismo espontâneo ou <i>animal spirit</i> dos investidores
$\alpha_1$	0,02	Coefficiente que capta a sensibilidade do investimento às variações na lucratividade
$\alpha_2$	0,02	Coefficiente que capta o efeito acelerador, ou seja, o impacto das variações do grau de utilização de capacidade e da relação produto-capital sobre a taxa de investimento
$\bar{R}$	0,09	Taxa de lucro “desejada” pelos capitalistas.
$s_c$	0,42	Propensão a poupar dos capitalistas <sup>11</sup>

Determinamos como condição inicial para a economia em questão uma participação dos lucros na renda de 30% e uma relação produto-capital de 0,5, ou seja, uma relação capital-produto igual a 2. Nos casos dos progressos técnicos poupador e dispendioso de capital, supomos a taxa de variação da relação produto-capital ( $h$ ) respectivamente de 0,01 e - 0,01, ou seja, uma variação por período de 1%. Estipulamos arbitrariamente 100 períodos como o intervalo temporal da análise.

Nas simulações apresentadas a seguir iremos examinar a dinâmica no tempo da participação dos lucros na renda ( $m$ ), o grau de utilização da capacidade produtiva ( $u^*$ ), da relação produto-capital ( $\sigma$ ) e da taxa de lucro sob diferentes hipóteses a respeito da natureza do progresso técnico (neuro, poupador ou dispendiosos de capital) e da sensibilidade do investimento às variações na margem de lucro e no grau de utilização da capacidade produtiva ( $u^*$ ). Com respeito a este último fator, estaremos interes-

<sup>11</sup> Esse valor foi atribuído de modo a atender às condições (22) e (23). Não se trata de um “maná”, dado que uma propensão a poupar da renda dos capitalistas de 42% pareceu-nos economicamente razoável e coerente com o princípio da correspondência de Samuelson, que corrobora a idéia de que os valores devem ser escolhidos de modo a que a dinâmica temporal de um modelo seja minimamente realista.

sados em analisar a trajetória temporal das variáveis em consideração sob três cenários distintos, a saber:  $\alpha_1 = 0$  (investimento sensível às variações da margem de lucro);  $\alpha_2 = 0$  (investimento insensível às variações do grau de utilização de capacidade); e  $\alpha_1 \neq 0, \alpha_2 \neq 0$  (investimento sensível tanto a variações de  $m$  como de  $u$ ).

#### 4.1. Caso 1: Somente efeito acelerador ( $\alpha_1 = 0$ )

Como verificamos na seção 3.2.1, a dinâmica da participação dos lucros na renda ( $m$ ) é tal que  $\frac{\partial \dot{m}}{\partial m} > 0$ , tornando assim o sistema instável.<sup>12</sup> Temos na figura 2 abaixo, a representação da dinâmica econômica para o caso em que o progresso técnico é neutro e observamos que a participação dos lucros na renda apresenta claramente uma trajetória explosiva.

Figura 2

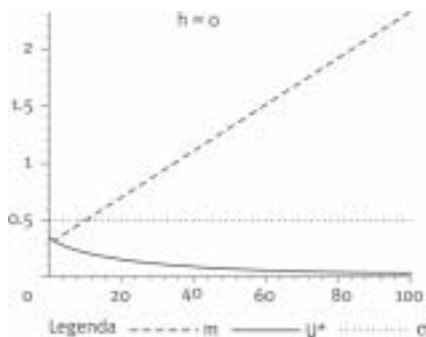
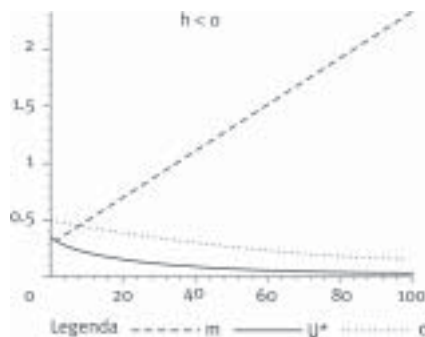


Figura 3



Na figura 3, em que o progresso técnico é dispendioso de capital, a exemplo do caso anterior,  $m$  mantém sua trajetória explosiva. A relação

<sup>12</sup> A elasticidade do nível de utilização da capacidade produtiva com respeito à participação dos lucros na renda é  $\varepsilon_{u,m} > 1$ , de forma que  $\frac{\partial \dot{m}}{\partial m} = -\theta \mu u^* (1 - \varepsilon_{u,m}) > 0$ . Por conseguinte, dados os parâmetros da tabela III e independentemente se  $h < 0$  ou  $h > 0$ , o traço da matriz jacobiana será positivo, indicando uma instabilidade sistêmica.

produto-capital apresenta claramente uma trajetória descendente, e este fato, conforme a equação (7a), acaba por atenuar a rapidez da queda do grau de utilização de capacidade.

Com o progresso técnico poupador de capital (figura 4), tanto  $m$  quanto  $\sigma$  crescem indefinidamente e com isso o grau de utilização de capacidade de equilíbrio cai mais rapidamente para um nível próximo a zero.

Figura 4

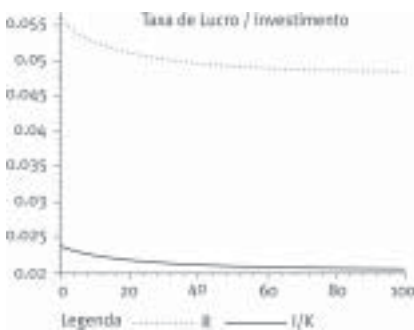
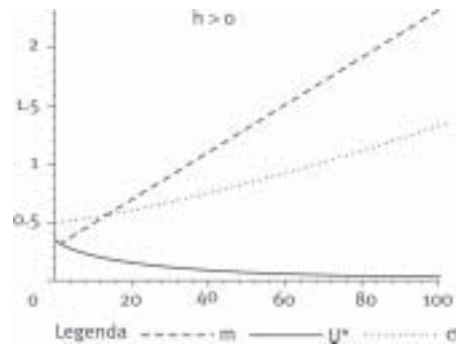


Figura 5



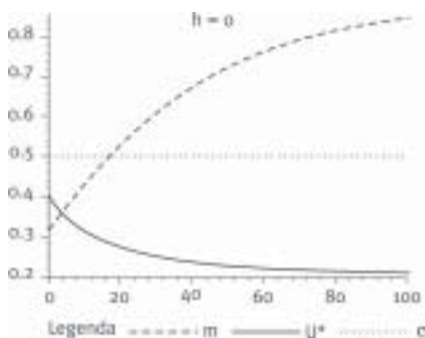
Constatamos que a participação dos lucros na renda efetivamente apresenta uma tendência explosiva:  $\lim_{t \rightarrow \infty} m = \infty$ . Em conseqüência, o nível de utilização da capacidade produtiva tende a reduzir-se a zero:  $\lim_{t \rightarrow \infty} u^* = 0$ . Ambas as variáveis, atuando em sentidos contrários, resultam na sustentação da taxa de lucro em aproximadamente 4,73% no longo termo (figura 5). Desse modo, a taxa de lucro ( $R$ ) permanecerá em um patamar inferior àquele desejado pelos capitalistas ( $\bar{R}$ ). A taxa de crescimento do estoque de capital, ao longo do período analisado, permanece relativamente estável, passando de um nível inicial de 2,375% para estabilizar-se em 2%, que é o valor de  $\alpha_0$ . Esse resultado indicaria que os capitalistas continuariam investindo mesmo em um cenário de estagnação absoluta ( $u^* \rightarrow 0$ ). Nesse caso, o investimento depende exclusivamente do *animal-spirit* dos empresários.

Notadamente, a dinâmica da participação dos lucros na renda e do grau de utilização de capacidade apresenta uma trajetória independente do tipo de progresso técnico.

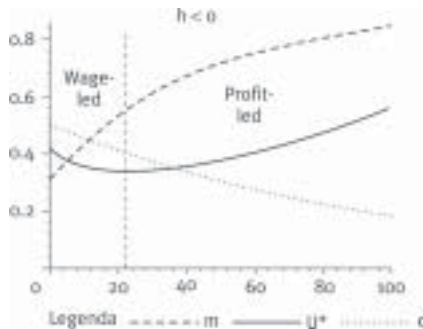
#### 4.2. Caso 2: Somente efeito lucratividade ( $\alpha_2 = 0$ )

Ao abstrairmos o efeito acelerador sobre o investimento, considerando somente o efeito lucratividade, a participação dos lucros na renda passa a estabilizar-se com o tempo independentemente do tipo de progresso técnico. Esse fenômeno é explicado pela equação (11b), revelando que a dinâmica de  $m$  não sofre influência de  $\sigma$ . As figuras a seguir mostram as trajetórias temporais para as variáveis de interesse:

**Figura 6**



**Figura 7**



Na figura 6 acima, podemos observar o comportamento assintótico da participação dos lucros na renda, que de acordo com a equação de (21), tenderia a apresentar um equilíbrio em *steady-state* em torno do valor de 90%. O grau de utilização de capacidade produtiva de equilíbrio transita de um valor inicial de aproximadamente 41% para vir a estabilizar-se em 20%. Portanto, na situação em que o progresso técnico é neutro, todas as variáveis convergirão para seu valor de equilíbrio de longo prazo.

No caso de progresso dispendioso de capital (figura 7), observamos que no longo prazo a participação dos lucros na renda ( $m$ ) e a relação produto-capital convergirão para um equilíbrio em estado estacionário, com  $\sigma$  reduzindo-se até zero.

No início do período de análise,  $m$  apresenta uma taxa acentuada de crescimento resultando numa redução do grau de utilização de capacidade produtiva (vide a equação 7b). Com efeito, à medida que  $\sigma$  declina (tendendo a zero) e a variação de  $m$  é mais tênue, o grau de utilização de capacidade inverte sua tendência de queda e passa a exibir taxas de variação crescentes. Nesse caso, o produto cresce a uma taxa inferior ao acréscimo no estoque de capital ( $\sigma \rightarrow 0$ ) e para a manutenção do equilíbrio da participação dos lucros na renda impõe-se um esforço adicional sobre a capacidade produtiva instalada. É interessante observar que há uma fase inicial na qual o aumento da participação dos lucros na renda induz uma redução de  $u^*$ , indicando um regime de acumulação do tipo *wage-led*. Entretanto, no longo prazo o comportamento da variável  $u^*$  é endogenamente<sup>13</sup> alterado e o modelo passa a exibir um regime do tipo *profit-led*, isto é, à medida que  $m$  aumenta, eleva-se o grau de utilização de capacidade.

Figura 8

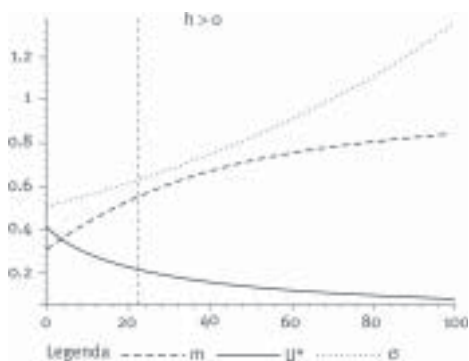
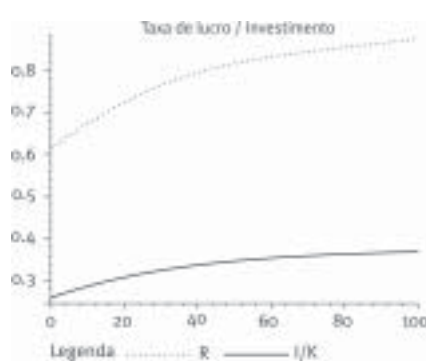


Figura 9



<sup>13</sup> Bhaduri e Marglin (1990) identificaram as condições para os regimes de acumulação do tipo *profit-led* e *wage-led*. Por tratar-se de um modelo envolvendo estática comparativa, as transições entre os regimes não ocorrem temporalmente, mas de acordo com o valor do grau de utilização de capacidade. Utilizando a especificação de nosso modelo teríamos, segundo Bhaduri e Marglin (1990): a) o regime do tipo *wage-led* ocorreria para  $u^* > \alpha_1 / s_c$ ; b) o regime do tipo *profit-led* ocorreria para  $u^* < \alpha_1 / s_c$ . Tal relação é não confirmada pela figura 6, pois observamos situações em que, para um mesmo valor de  $u^*$ , há regimes diferentes de acumulação.

No caso de progresso técnico poupador de capital (figura 8), a relação produto-capital apresenta um comportamento explosivo, o que por sua vez não impacta na estabilidade do grau de utilização de capacidade:  $\lim_{t \rightarrow \infty} u^* = 0$ . A maior produtividade do capital ( $\uparrow \sigma$ ) e a elevação de  $m$  até o valor de equilíbrio implicam uma redução do nível de utilização de capacidade de equilíbrio que inicia o processo valendo aproximadamente 41%. Destarte, o regime de acumulação é do tipo *wage-led*.

A figura 9 exhibe a trajetória da taxa de lucro e da taxa de investimento, as quais não guardam qualquer relação com o tipo de progresso técnico. Tal fenômeno ocorre porque as variáveis em questão dependem exclusivamente de  $m$ , o qual, após apresentar uma tendência de crescimento, estabiliza-se em seu valor de equilíbrio. Reescrevendo e simplificando (2) e (4), teríamos:

$$(2a) \quad R = u^* m \sigma = \frac{\alpha_0 + \alpha_1 m}{s_c}; \quad \text{e} \quad (4a) \quad \frac{I}{K} = \alpha_0 + \alpha_1 m + \frac{\alpha_2 \alpha_0}{s_c m} + \frac{\alpha_2 \alpha_1}{s_c}$$

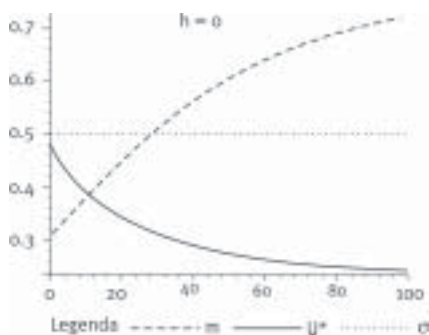
Sendo assim, observamos que a partir de um valor inicial de aproximadamente 6,15% a taxa de lucro converge no longo prazo para o nível desejado pelos capitalistas:  $\lim_{t \rightarrow \infty} R = \bar{R} = 0.9$ . A taxa de crescimento do estoque de capital também eleva-se de 2,6% para o valor de equilíbrio de 3,8%.

#### 4.3. Caso 3: Efeitos lucratividade e acelerador sobre o investimento ( $\alpha_1 \neq 0$ e $\alpha_2 \neq 0$ )

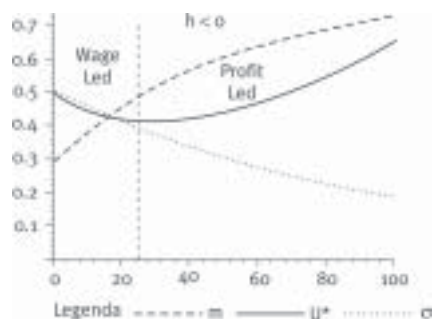
Por fim, iremos analisar simultaneamente a dinâmica que resulta dos efeitos lucratividade e acelerador sobre a decisão de investimento. A exemplo do caso 2, a participação dos lucros na renda tenderá a se estabilizar no longo prazo. Isso resulta do atendimento da condição expressa pela equação (23) ao longo de toda a dinâmica de  $m$ , desde a situação inicial de  $m_0 = 30\%$  até o valor de equilíbrio  $m^* = 78,5\%$ .



**Figura 10**



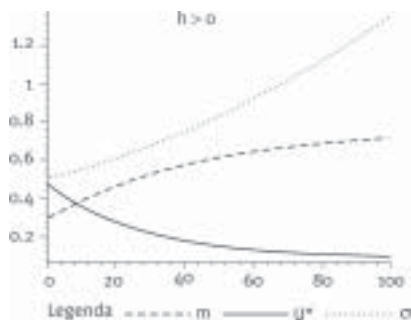
**Figura 11**



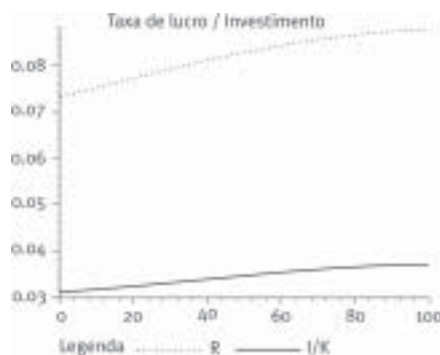
Na situação de progresso técnico neutro, representada pela figura 10, todas as variáveis convergem para seus devidos valores de equilíbrio de longo prazo. Conforme se eleva a participação dos lucros na renda, observa-se uma redução do grau de utilização de capacidade, o que indica um regime de acumulação do tipo *wage-led*.

No caso de progresso dispendioso de capital (figura 11), temos uma situação semelhante à do caso 2, com  $\sigma$  tendendo a zero e a participação dos lucros na renda convergindo para o equilíbrio de longo prazo. Novamente observa-se a notável ocorrência de uma transição endógena de um regime de acumulação do tipo *wage-led* para *profit-led*.

**Figura 12**



**Figura 13**



No caso de um progresso técnico poupador de capital (figura 12), conforme a análise feita na seção 3, ainda que  $m$  e  $u^*$  se estabilizem, o sistema não é estável, uma vez que a relação produto-capital apresenta uma trajetória explosiva.

Na figura 13 observamos que tanto a taxa de lucro como de investimento equilibram-se ao longo do tempo, convergindo respectivamente para 9% (valor da taxa desejada de lucro) e 3,8%.

Observando as representações acima, verificamos um comportamento das variáveis análogo ao caso 2, no qual considerou-se apenas o efeito lucratividade sobre o investimento. Contudo, vale a ressalva de que, ao se ter em conta o impacto de variações na relação produto-capital sobre a função de investimento (pelo efeito acelerador), a transição das variáveis para o equilíbrio de longo prazo ocorre de modo mais vagaroso. Ademais, os próprios valores de equilíbrio serão alterados, à exceção da taxa de lucro que tenderá ao nível “desejado”. Por exemplo, no caso em que o progresso técnico é neutro, o grau de utilização de capacidade estabilizar-se-á em aproximadamente 22,9%, sendo que no caso 2 esse valor era de 20%.

A partir de todos os exercícios de simulação acima representados podemos extrair dois resultados interessantes:

I. Em todos os casos houve um aumento de  $m$  ao longo do tempo, implicando dessa forma uma maior concentração da renda nas mãos dos capitalistas, ao passo que o grau de utilização de capacidade reduziu-se em quase todos os casos, exceto quando  $\alpha_2 = 0$  e  $h < 0$  e quando  $\alpha_1 \neq 0$ ,  $\alpha_2 \neq 0$  e  $h < 0$ . Daí se segue que a sensibilidade do investimento às variações de  $u$  e  $m$  só é importante para a dinâmica do grau de utilização de capacidade no caso em que o progresso técnico é dispendioso de capital.

II. As taxas de lucro e de investimento permanecem estáveis em todas as situações indicando que os capitalistas são bem-sucedidos na tarefa de sustentar tais taxas, ainda que em um nível diferente daquele por eles desejado (caso em que  $a_1 = 0$ ). Constatamos ainda que tanto a taxa de lucro como de investimento independem do tipo de progresso técnico e, por conseguinte, das variações na relação produto-capital.

## 4.4. Teste de robustez

Para a robustez dos resultados da simulação, submeteremos os parâmetros a um teste de estresse. Consideraremos o caso em que o investimento depende tanto do efeito acelerador como do efeito lucratividade ( $\alpha_1 > 0$  e  $\alpha_2 > 0$ ) e alteraremos cada um dos parâmetros da tabela III, *ceteris paribus*, em dois tipos de progresso tecnológico: neutro e dispendioso de capital.

**Tabela IV** – Teste de robustez – Progresso tecnológico neutro

Parâmetro	Valor	Valores de Longo prazo			R
		$m$	$u^*$	$I/K$	
Valores originais	Ver tabela III	0,774	0,233	0,0378	0,09
$\alpha_0$	0,025	0,431	0,417	0,0378	0,09
	0,015	1,055	0,171	0,0377	0,09
$\alpha_1$	0,040	0,290	0,620	0,0378	0,09
	0,015	1,080	0,167	0,0378	0,09
$\alpha_2$	0,030	0,696	0,259	0,0378	0,09
	0,010	0,836	0,215	0,0378	0,09
$\bar{R}$	0,100	1,000	0,200	0,0420	0,10
	0,080	0,529	0,303	0,0336	0,08
$s_c$	0,500	1,170	0,154	0,0449	0,09
	0,370	0,476	0,378	0,0333	0,09
$\theta$	0,750	0,774	0,233	0,0378	0,09
	0,250	0,774	0,233	0,0378	0,09

A tabela IV mostra os valores estacionários de longo prazo da participação dos lucros na renda, do grau de utilização de capacidade, da taxa de investimento e de lucro quando o progresso tecnológico é neutro. As condições apresentadas pelas equações (23) e (24) impõem restrições aos valores dos parâmetros para limitar o valor da participação dos lucros na renda ( $0 < m < 1$ ). Como podemos observar, quando alteramos a

parâmetros como  $\alpha_0$ , em um determinado montante, por exemplo 25%, algumas condições não são atendidas e o motivo pelo qual algumas variáveis extrapolam seus limites ( $m > 1$ ) é que os valores dos parâmetros apresentados na tabela III estão no limiar das condições previamente referidas. Os testes revelaram uma elevada sensibilidade da participação dos lucros na renda à taxa de lucro “desejada”. Mudanças em  $\theta$  não surtiram qualquer efeito sobre os valores de longo prazo das variáveis em consideração, alterando apenas a velocidade de convergência.

**Tabela V** – Teste de robustez – Progresso tecnológico dispendioso de capital

Parâmetro	Valor	Valores de longo prazo			
		$m$	$u'$	$I/K$	R
Valores originais	Ver tabela III	0,774	$\infty$	0,0378	0,09
$\alpha_0$	0,025	0,431	$\infty$	0,0378	0,09
	0,015	1,055	$\infty$	0,0377	0,09
$\alpha_1$	0,040	0,290	$\infty$	0,0378	0,09
	0,015	1,080	$\infty$	0,0378	0,09
$\alpha_2$	0,030	0,696	$\infty$	0,0378	0,09
	0,010	0,836	$\infty$	0,0378	0,09
$\bar{R}$	0,100	1,000	$\infty$	0,0420	0,10
	0,080	0,529	$\infty$	0,0336	0,08
$s_c$	0,500	1,170	$\infty$	0,0449	0,09
	0,370	0,476	$\infty$	0,0333	0,09
$\theta$	0,750	0,774	$\infty$	0,0378	0,09
	0,250	0,774	$\infty$	0,0378	0,09
h	-0,030	0,774	$\infty$	0,0378	0,09
	-0,005	0,774	$\infty$	0,0378	0,09

Quando consideramos o progresso tecnológico dispendioso de capital (tabela V), notamos primeiramente que os parâmetros não têm efeito sobre o valor de longo prazo do grau de utilização de capacidade, que

aumenta indefinidamente. Mudanças em  $h$  também não têm efeito sobre os valores estacionários de longo prazo. Assim como  $\theta$ , tal parâmetro somente determina a velocidade de convergência. Mais uma vez observamos que em alguns casos, por exemplo, ao alterar o valor de  $\alpha_1$  em 25%, a participação dos lucros na renda torna-se inconsistente ( $m > 1$ ). Assim como no caso anterior, isso é causado pela definição original do valor dos parâmetros (vide tabela III), na proximidade do limite das condições (23) e (24).

## 5. Considerações finais

Nas seções anteriores analisamos a dinâmica das variáveis econômicas de interesse, a saber: a participação dos lucros na renda, a relação produto-capital, o grau de utilização da capacidade produtiva, as taxas de lucro e de investimento, sob diferentes hipóteses acerca do tipo de progresso técnico e da especificação da função investimento. Pudemos, com isso, averiguar as condições para a estabilidade de longo prazo de economias capitalistas.

Constatamos, por meio de simulações, que tipo de progresso tecnológico é de importância fundamental para a análise das condições de estabilidade de uma economia capitalista. Com efeito, se o progresso tecnológico for “poupador de capital”, então as condições de estabilidade não poderão ser atendidas, e a economia capitalista aqui modelada será necessariamente instável. A estabilidade só é possível se o progresso tecnológico for “neutro” ou “dispendioso de capital”. Nessas condições, é indispensável à estabilidade que a elasticidade do grau de utilização da capacidade produtiva com respeito à participação dos lucros na renda seja *menor* do que a unidade, ou seja, as variações na distribuição funcional da renda devem ter um impacto reduzido sobre o nível de demanda efetiva e, conseqüentemente, sobre o grau de utilização da capacidade. Outro fator condicionante para a estabilidade de longo prazo é um nível elevado da propensão a poupar da renda dos capitalistas. Níveis razoavelmente baixos não poderiam assegurar a estabilidade (em valores positivos) da participação dos lucros na renda, isto é, diante de um aumento da participação dos lucros na renda, os empresários seriam levados a expandir os

lucros com maior intensidade, provocando uma trajetória explosiva. Ademais, constatamos que a estabilidade está sujeita à sensibilidade do investimento às variações da margem de lucro. No caso de um investimento fortemente dependente do efeito acelerador, a participação dos lucros na renda é incapaz de atingir um valor de equilíbrio no longo prazo.

As simulações computacionais indicaram que, independentemente do tipo de progresso tecnológico e da sensibilidade do investimento, a taxa de lucro manteve-se ao longo da trajetória de longo prazo em níveis estáveis, com pequenas variações desde o nível inicial até o de equilíbrio. Tal observação contradiz as previsões marxistas de que a taxa de lucro tenderia a reduzir-se inexoravelmente no longo prazo.

No caso de um progresso tecnológico dispendioso de capital, em que o investimento é sensível a variações na participação dos lucros na renda, constatamos o fenômeno curioso da transição endógena de um regime de acumulação do tipo *wage-led* para *profit-led*. O motivo desse fato é a ação simultânea de queda da relação produto-capital e elevação da participação dos lucros na renda até o nível de equilíbrio. Em todas as demais situações, à medida que a distribuição de renda torna-se mais concentrada em poder dos capitalistas, observa-se uma redução no grau de utilização de capacidade (em certos casos, caindo para zero), indicando destarte um regime do tipo *wage-led* ao longo de toda a trajetória temporal.

Os estudos empíricos mais recentes sobre a dinâmica de longo prazo das economias capitalistas mostram uma tendência nítida de aumento da relação capital-produto nos últimos 120 anos. Sendo assim, podemos concluir que o progresso tecnológico tem sido, até o presente momento, “dispendioso de capital” no sentido de Harrod. A não ser que se tenha uma razão muito forte para acreditar que o grau de utilização da capacidade produtiva é muito sensível às variações da participação dos lucros na renda, segue-se que as condições de estabilidade de longo prazo das economias capitalistas estariam sendo satisfeitas. Em outras palavras, o progresso tecnológico, ao menos na sua forma atual, não é fonte ou causa de instabilidade nas economias capitalistas.

No entanto, a instabilidade é uma marca distintiva das economias capitalistas. Como mostra Maddison (1991), a taxa média de crescimento dos países capitalistas desenvolvidos tem variado de forma substancial ao

longo do tempo, alternando longos períodos de crescimento acelerado – como a “idade de ouro” do capitalismo no período 1950-1973 – com períodos de crescimento moderado e de semi-estagnação.

A literatura pós-keynesiana tem apontado duas fontes alternativas de instabilidade das economias capitalistas. A primeira, de inspiração marxista, seria a existência do conflito de classes entre capitalistas e trabalhadores. A demonstração de que esse tipo de conflito poderia gerar uma dinâmica do tipo ciclo-limite para a participação dos salários (e dos lucros) na renda e para a taxa de emprego foi feita originalmente por Goodwin (1967). A segunda, inspirada a partir dos trabalhos de Minsky (1975, 1982), baseia-se na interação do princípio da aceleração de Harrod com a endogeneidade da oferta de moeda. Um tratamento formal possível dessa abordagem é feito, entre outros, por Calvet (1999). Daqui se segue que a análise das causas da instabilidade das economias capitalistas deve ser feita levando-se em conta esses fatores, e não a natureza do progresso tecnológico.

## Referências bibliográficas

- Bain, J. (1956). *Barriers to New Competition*. Harvard University Press: Cambridge (Mass.).
- Bhaduri, A; Marglin, S. (1990). “Unemployment and the Real Wage: The economic basis for contesting political ideologies”. *Cambridge Journal of Economics*, Vol. 14, n. 4.
- Bresser-Pereira, L. C. (1988). *Lucro, Acumulação e Crise*. Brasiliense : São Paulo. Segunda Edição.
- Domar, E. (1946). “Capital Expansion, Rate of Growth and Employment”. *Econometrica*, Vol. 14.
- Dutt, A. K. (1994). “On the Long-Run Stability of Capitalist Economies: implications of a model of growth and distribution” in Dutt, A. K. (org). *New Directions in Analytical Political Economy*. Edward Elgar: Aldershot.
- Harrod, R. (1939). “An Essay in Dynamic Theory”. *Economic Journal*, Vol. 49, Março.
- Goodwin, R. M. (1967). “A Growth Cycle” in Feinstein, C. H. (org.). *Socialism, Capitalism and Economic Growth*. Cambridge University Press: Cambridge.

- Calvet, J. (1999). "Los Ciclos: aspectos reales y financieros" in Bricall, J. e Juan, O. (org.). *Economía Política del Crecimiento, Fluctuaciones y Crisis*. Ariel: Barcelona.
- Kaldor, N. (1956). "Alternative Theories of Distribution". *Review of Economic Studies*, Vol. 23, n. 2.
- (1957). "A Model of Economic Growth". *Economic Journal*, Vol. 67.
- Keynes, J. M. (1936). *The General Theory of Employment, Interest and Money*. MacMillan Press: Londres.
- Kalecki, M. (1954). *The Theory of Economic Dynamics*. Allen & Unwin: Londres.
- Labini, P. (1984). *Oligopólio e Progresso Técnico*. Forense: Rio de Janeiro.
- Lavoie, M. (2002). "The kaleckian growth model with target return pricing and conflict inflation" in Setterfield, M. (ed.). *The economics of demand-led growth, challenging the supply-side vision of the long run*. Edward Elgar: Cheltenham.
- Lima, G. T. (1999). "Progresso Tecnológico Endógeno, Crescimento Econômico e Distribuição de Renda" in Lima, G. T; Sicsú, J; Paula, L. F (orgs.). *Macroeconomia Moderna: Keynes e a Economia Contemporânea*. Editora Campus: Rio de Janeiro.
- Maddison, A. (1991). *Historia del Desarrollo Capitalista*. Ariel: Barcelona.
- Marx, K. (1867). *O Capital*. Civilização Brasileira: Rio de Janeiro.
- Minsky, H. P. (1975). *John Maynard Keynes*. Columbia University Press: Nova Iorque.
- (1982). *Can "It" Happen Again ?* M. E. Sharpe: Nova Iorque.
- Oreiro, J. L. (2004). "Accumulation Regimes, Endogenous Desired Rate of Capacity Utilization and Income Distribution". *Investigación Económica*. No prelo.
- Pasinetti, L. (1962). "Rate of Profit and Income Distribution in Relation to the Rate of Economic Growth". *Review of Economic Studies*, Vol. 29, n. 4.
- Robinson, J. (1962). *Essays in the Theory of Economic Growth*. Macmillan: Londres.
- Rowthorn, R. (1981). "Demand, Real Wages and Economic Growth". *Thames Papers in Political Economy*, Outono.
- Solow, R. (2000). *Growth Theory: An exposition*. MIT Press: Cambridge (Mass.).
- Schumpeter, J. A. (1934). *The Theory of Economic Development*. Harvard University Press: Harvard.
- Takayama, A. (1993). *Analytical Methods in Economics*. The University of Michigan Press: Michigan.
- You, J-I. (1994). "Macroeconomic Structure, Endogenous Technical Change and Growth". *Cambridge Journal of Economics*, Vol. 18.