

# Uma Extensão ao Modelo Schumpeteriano de Crescimento Endógeno<sup>+</sup>

▪ MARCO FLÁVIO DA CUNHA RESENDE<sup>\*</sup>

▪ FLÁVIO GONÇALVES<sup>\*\*</sup>

---

## RESUMO

*O modelo Schumpeteriano de Crescimento Endógeno considera o progresso técnico determinante fundamental do crescimento econômico. Porém, ainda não conseguiu explicar como as inovações tecnológicas são geradas. Nesse modelo, elas ocorrem aleatoriamente. Todavia, os fatos sugerem uma explicação que apresenta um componente determinístico (tendência) e outro componente aleatório para o surgimento das inovações. Portanto, foi desenvolvida neste trabalho uma extensão ao modelo schumpeteriano que visa incorporar um componente determinístico das inovações, além do componente aleatório. A partir desta modificação do modelo e da simulação da trajetória da renda per capita de cinco países entre 1800 e 2000 constatou-se que esta extensão ao modelo schumpeteriano pode explicar diversos fatos da realidade que o modelo básico não explicava.*

## PALAVRAS-CHAVE

*crescimento endógeno, inovações, aglomeração, aleatório, determinístico*

## ABSTRACT

*In the Schumpeterian endogenous growth model, random innovations (technical progress) are the main element that explains economic growth. Empirical analyses suggest there are two variables that explain the introduction of innovations: a randomly variable and a deterministic trend. In this paper we add a deterministic variable to the basic Schumpeterian growth model. The introduction of a determinist variable improves the basic model. The new model reproduces several styled facts, which are shown in simulations.*

## KEY WORDS

*endogenous growth, innovations, agglomeration, random, deterministic*

## JEL CLASSIFICATION

040

---

<sup>+</sup> Os autores agradecem a Steve De Castro, Afonso B. Ferreira e a dois pareceristas anônimos da *Estudos Econômicos* pelos comentários e sugestões a uma versão preliminar deste estudo, eximindo-os da responsabilidade pelos erros e omissões porventura remanescentes.

<sup>\*</sup> Do Cedeplar/UFMG. E-mail: resende@cedeplar.ufmg.br.

<sup>\*\*</sup> Do Departamento de Economia – UFPR. E-mail: f.goncalves@ufpr.br.

Endereço para contato: R. Curitiba, 832, sala 701, Centro, Belo Horizonte, MG. CEP: 30170-120. Fone:(31)3279-9172. (Recebido em maio de 2004. Aceito para publicação em novembro de 2005).

---

## INTRODUÇÃO

Com o surgimento dos modelos de crescimento endógeno tornou-se possível determinar o crescimento da economia a partir do próprio sistema econômico.<sup>1</sup> Entre estes modelos destaca-se o schumpeteriano, por introduzir inovações verticais, incorporando um fenômeno real: novas invenções tornam as tecnologias anteriores obsoletas.

O modelo Schumpeteriano de Crescimento Endógeno considera o progresso técnico (inovações) elemento fundamental para explicar o crescimento econômico. Tal modelo assume que a taxa de chegada das inovações em uma economia tem caráter aleatório, seguindo uma distribuição de Poisson. (Aghion e Howitt, 1998, p. 54).<sup>2</sup> Esta hipótese permite que, mesmo apresentando baixas taxas de progresso técnico ( $\epsilon$ , conseqüentemente, baixo crescimento de sua renda), as economias podem alavancar seu crescimento e avançar sua posição no *ranking* mundial de rendas *per capita*. Porém, ela não explica a presença de uma inércia nas taxas de crescimento das economias que garanta, por um longo período, certa estabilidade de suas posições nesse *ranking*. Os fatos sugerem uma explicação que apresenta um componente de tendência (determinístico), além do componente aleatório para o surgimento das inovações.<sup>3</sup> No que se refere ao primeiro componente, este deve ser capaz de explicar um fato incontestável: a maior capacidade de os países desenvolvidos gerarem inovações tecnológicas *vis-à-vis* aos subdesenvolvidos.

De acordo com a literatura neo-schumpeteriana, as inovações apresentam um caráter tácito e local. Dosi *et alii* (1994, p. 28) argumentam que tecnologias não podem ser simplesmente copiadas e colocadas em uso em algum lugar. As “janelas de oportunidade” para o *catching up* dos países requerem investimento em infra-estrutura e mudanças institucionais durante um longo período. Sem investimentos em educação,

---

1 No modelo de Solow, por exemplo, a taxa do crescimento equilibrado da economia é dada a partir das taxas de crescimento da força de trabalho e do progresso técnico, exógenas ao sistema. (Jones, 1979; Aghion e Howitt, 1998; Romer, 1996). Sobre modelos de crescimento endógeno, ver Romer (1990), Grossman e Helpman (1991); Aghion e Howitt (1998).

2 Sobre a distribuição de Poisson ver, por exemplo, Stevenson (1981).

3 Poder-se-ia pensar que o estoque de capital afeta a produtividade da pesquisa. Assim, quanto maior o crescimento econômico (e as taxas de investimento a ele associadas), maior o estoque de capital, e maior a taxa de chegada das inovações, aumentando a taxa de crescimento econômico, e assim por diante. Contudo, a correlação entre estoque de capital e taxa de chegada de inovações e, por conseguinte, de crescimento econômico, não está respaldada pelos fatos: desde os primórdios do capitalismo verificou-se, em vários países do mundo e em diferentes períodos, elevada acumulação de capital sem necessariamente ocorrer, nesses países, um correspondente aumento nas taxas de crescimento nas décadas seguintes. Como exemplo, pode-se citar a economia brasileira: seu crescimento nos anos 1980 foi medíocre, embora a acumulação de capital na década anterior tenha sido muito elevada.

treinamento, P&D e outras atividades científicas e técnicas, pouco pode ser alcançado por meio de importação de tecnologias.<sup>4</sup>

Se o ambiente organizacional, institucional etc. é relevante na determinação do progresso técnico, aqueles ambientes (ou sistemas nacionais de inovação<sup>5</sup>) mais favoráveis ao surgimento de inovações atraem os fluxos de capital.<sup>6</sup> Assim, as taxas de investimento ampliam-se nos países onde tal ambiente mais se desenvolveu, em detrimento dos demais países, surgindo uma tendência à aglomeração geográfica de indústrias mais intensa nos primeiros *vis-à-vis* aos últimos. Tal aglomeração favorece a interação entre fornecedores de partes e componentes, produtores, usuários, assistência técnica, firmas de engenharia, pesquisadores e instituições de pesquisa, indústrias correlatas e de apoio etc. Esta interação estimula a inovação tecnológica e a produção de novos produtos e processos porque, entre outros motivos, viabiliza os fluxos de informação e de conhecimento científico e tecnológico necessários ao processo de inovação. (Ludval, 1998; Cassiolato e Lastres 1999; Dosi *et alii*, 1994). Portanto, esta interação entre diversos fatores, acima citada, é causa e consequência do investimento e da concentração geográfica das atividades econômicas.<sup>7</sup>

- 4 Segundo Fagerberg (1994, p. 1156), “(...) *technology, or know-how on how to do things, is embedded in organizational structures (firms, networks, institutions, etc.), and is more often than not difficult and costly to transfer from one setting to another. Firms, characterized by different combinations of intrinsic capabilities (including technological know-how) and strategies are seen as key players. Technological change is analyzed as the joint outcome of innovation and learning activities within organizations, especially firms, and interaction between these and their environments. The cumulative – or path dependent – character of this processes is often stressed. Country-specific factors are, through various channels, assumed to influence the processes of technological change, and thus give the technologies – and the processes of technological change – of different countries a distinct national flavor (national technology).*”
- 5 O conceito de sistema nacional de inovações foi elaborado nos anos 1980 pela literatura neo-schumpeteriana, a partir de elementos históricos, desenvolvimento teórico e análise empírica. “*Trata-se de uma construção institucional que impulsiona o progresso tecnológico em economias capitalistas complexas (...) através da construção de um sistema nacional de inovações, viabiliza-se a realização de fluxos de informação e conhecimento científico e tecnológico necessários ao processo de inovação. Esses arranjos institucionais envolvem firmas, redes de interação entre empresas, agências governamentais, universidades, institutos de pesquisa e laboratório de empresas, bem como a atividade de cientistas e engenheiros: arranjos institucionais que se articulam com o sistema educacional, com o setor industrial e empresarial e com as instituições financeiras, compondo o circuito dos agentes que são responsáveis pela geração, implementação e difusão das inovações tecnológicas.*” (Albuquerque, 1996, p. 228).
- 6 Este argumento é adequado à perspectiva pós-keynesiana – “*Se os retornos esperados em investimento doméstico são elevados relativamente aos anos anteriores, mas são excedidos por retornos encontrados em outras economias, o capital fluirá mais para fora do que para dentro (...) a teoria aplica-se tanto espacialmente quanto temporalmente. Uma economia que apresenta consistentemente retornos mais elevados em relação às outras atrairá fluxos de capital em todos os estágios do ciclo (de crescimento), embora a preferência pela liquidez se mantenha consistentemente menor do que nas outras economias. Similarmente, economias que apresentam persistentemente taxas de retorno relativamente baixas, experimentarão contínuas saídas de capitais (...), enquanto a preferência pela liquidez será consistentemente alta.*” (Dow, 1986-87, p. 249). E, ainda, “*(...) os fluxos internacionais de divisas são uma fonte potencial não apenas de instabilidade, mas, também, de divergência entre economias.*” (Dow, 1986-87, p. 255).
- 7 O investimento (em capital físico), embora não seja condição suficiente, é condição necessária para a inovação e difusão de tecnologia, o que favorece o desenvolvimento do sistema nacional de inovações, e vice-versa. (Nelson, 2005, p. 10; Dosi *et alii*, 1994, p. 32). A interação mútua entre o desenvolvimento do sistema nacional de inovações e o progresso técnico de um país está estudada, por exemplo, em Bernardes e Albuquerque (2003).

Há, então, um círculo virtuoso que introduz um componente de tendência para a ocorrência de progresso técnico em uma região (país): a aglomeração geográfica das atividades econômicas favorece a inovação tecnológica e o investimento e, ao mesmo tempo, estes estimulam a aglomeração geográfica das atividades econômicas e o aprimoramento do sistema nacional de inovações.<sup>8</sup>

De Castro e Gonçalves (2002) também buscam explicar um possível componente de tendência do progresso técnico. Eles mostram em um modelo de crescimento estocástico que a interação de dois processos estacionários pode resultar em uma distribuição bimodal das rendas *per capita*. O processo de Poisson que descreve a taxa de chegada de invenções tem seu parâmetro determinado pelo número de trabalhadores empregados em P&D, enquanto a disponibilidade destes é dada pelos ganhos de escala advindos do setor produtivo. A aceitação dos consumidores ao novo produto é um processo estocástico estacionário que, por sua vez, determina os possíveis ganhos de escala. Desta forma, o processo de inovação é ligado ao padrão de consumo de uma sociedade, tornando aquelas com maior capacidade de absorver inovações também as mais propensas a inovar. Por meio de simulações encontram uma matriz de transição de Markov com uma diagonal principal dominante e com elementos estritamente menores que 1, isto é, existe uma probabilidade diferente de zero de uma economia saltar de uma classe de renda para outra, porém é mais provável que ela fique em sua atual posição.<sup>9</sup>

Portanto, será desenvolvida neste trabalho uma alteração no Modelo Schumpeteriano de Crescimento que capta a idéia central acima descrita: a cada inovação que ocorre aumenta a probabilidade de ocorrência de outra inovação sem, contudo, ser eliminado o caráter aleatório da chegada de inovações. Ou seja, a chegada de inovações passa a apresentar não somente um componente aleatório, mas também um componente de tendência. Neste último caso é introduzido no modelo um componente de memória para explicar a manutenção da posição das economias no *ranking* mundial das rendas *per capita* por longos períodos de tempo.

8 De fato, as inovações ocorrem principalmente em regiões caracterizadas pela concentração geográfica de empresas e/ou indústrias. Temos como exemplos Vale do Silício nos Estados Unidos, a indústria da moda de Milão, o serviço financeiro de Londres, entre outros. Porter (1990) reporta n casos de êxito, seja na geração de empregos, de aumentos de renda, seja de competitividade internacional, de atividades econômicas localizadas em determinado espaço geográfico em vários países do mundo.

9 Outra explicação para a inércia no *ranking* de rendas *per capita* é dada em Krugman (1991 e 1993). Demonstra-se que as relações entre estruturas de concorrência imperfeita, retornos crescentes de escala e a concentração geográfica geram externalidades que estimulam os investimentos e as taxas de crescimento econômico. As economias externas que viabilizam o investimento não são necessariamente tecnológicas: "(...) there is, by assumption, no technological external economy; there is no interdependence between firms' production functions. The externality is entirely pecuniary, and yet it has real welfare significance." (Krugman, 1993, p. 168). Porter (1990) também elabora o argumento mostrando que a aglomeração das atividades econômicas favorece o aumento das taxas de retorno do investimento. "Porter's analysis of international competition is largely a discussion of the importance of geographically restricted external economies." (Krugman, 1993, p. 177).

Em Romer (1990), a taxa à qual os pesquisadores geram novas idéias pode apresentar uma relação tanto positiva quanto negativa com o número de inovações ocorridas até o momento presente. No primeiro caso, o aumento do estoque de idéias eleva a probabilidade de surgirem novas idéias (inovações) – citando Isaac Newton, Jones (2000, p. 84) escreve: “*Se cheguei mais longe do que os outros foi porque estava sobre os ombros de gigantes.*” O segundo caso se refere ao fato de que as idéias mais óbvias e mais fáceis de serem concebidas são descobertas primeiro. As idéias subseqüentes são cada vez mais difíceis de serem geradas. Portanto, a produtividade do pesquisador cresceria (diminuiria) ao longo do tempo se, a partir dos efeitos citados, o efeito positivo (negativo) superasse o negativo (positivo).

Contudo, cabe questionar: por que os ganhos de renda não se disseminam uniformemente pelo espaço econômico, quer entre países, quer entre regiões de um mesmo país? Usando a mesma simbologia apresentada acima, por que apenas Newton, ao invés de todos os pesquisadores da sua área, conseguiu se apoiar nos ombros dos gigantes? No modelo proposto neste trabalho, a aglomeração geográfica das atividades econômicas é um fator relevante para o crescimento da produtividade na atividade de pesquisa.<sup>10</sup> O progresso técnico possui um caráter local e tácito. Portanto, as regiões e países não apresentam o mesmo grau de capacitação para alcançar ganhos de produtividade de seus pesquisadores, na medida em que estas aglomerações não se verificam de modo uniforme no espaço.

Por fim, não há um estoque limitado de idéias óbvias. Pelo contrário, o histórico das inovações sugere que o horizonte destas é infinito, visto que a criatividade humana também o é. Deste modo, assume-se que se há uma relação inversa entre o número de inovações ocorridas até o momento presente e a geração de novas idéias, esta é mais do que compensada pela relação positiva entre o desenvolvimento de aglomerações geográficas, o acúmulo de idéias e os ganhos de produtividade na atividade de pesquisa.

O trabalho conta com três seções, além desta introdução e das conclusões. Na seção 1 é apresentado o modelo schumpeteriano básico, tendo como suporte o trabalho de Aghion e Howitt (1998, cap. 2). Na seção 2, modifica-se este modelo introduzindo-se um componente determinístico da ocorrência das inovações. A seção 3 mostra os resultados de nossas simulações. A última seção é destinada às conclusões.

---

10 Neste caso, o caráter aleatório das inovações não seria eliminado: o aumento da aglomeração geográfica de empresas favorece a produção de pesquisa que, por seu turno, pode ter êxito na geração de inovações ou não. Contudo, havendo maior produtividade na produção de pesquisa (aumento da produção de pesquisa para um mesmo número de pesquisadores), a probabilidade de ocorrerem inovações aumenta. Isto é, aumenta a taxa média de chegada das inovações que apresentam uma distribuição de Poisson, de acordo com o modelo Schumpeteriano de Crescimento Endógeno. Deste modo, além do caráter aleatório das inovações, expresso pela distribuição de Poisson associada à ocorrência das mesmas, as inovações passam a apresentar, também, um componente de tendência, associado ao crescimento da produtividade dos pesquisadores nos países onde o sistema nacional de inovações é mais desenvolvido.

## 1. O MODELO SCHUMPETERIANO DE CRESCIMENTO ENDÓGENO BÁSICO

Conforme o modelo schumpeteriano de crescimento, a inovação consiste na invenção de um novo bem intermediário que substitui (mata) o antigo e aumenta o parâmetro tecnológico  $A$ , pelo fator constante  $\gamma > 1$ . O estoque de mão-de-obra,  $L$ , é fixo e possui dois usos concorrentes: pode ser alocado na produção dos bens intermediários ou na produção de pesquisa.

Em Aghion e Howitt (1998, cap. 2) é apresentado o modelo schumpeteriano de crescimento. Este modelo, mesmo sem crescimento populacional, capta a característica primordial das extensões posteriormente desenvolvidas no livro, isto é, novos produtos e processos intermediários tomando lugar de seus antecessores menos produtivos. O modelo é composto das seguintes equações:

$$u(y) = \int_0^{\infty} y_{\tau} \cdot e^{-r \cdot \tau} d\tau \text{ (preferência intertemporal linear);}$$

$$y = A \cdot x^{\alpha} \quad \text{(função de produção de bens de consumo, onde } x \text{ é um bem intermediário; } A \text{ é um parâmetro tecnológico; } 0 < \alpha < 1 \text{);}$$

$$L = x + n \quad \text{(} x \text{ e } n \text{ são as quantidades de trabalhadores usadas na manufatura de bens intermediários e na pesquisa, respectivamente. Um trabalhador, } x \text{, gera uma unidade do bem intermediário, } x \text{);}$$

$$w_t = \lambda V_{t+1}; \quad \text{(condição de arbitragem; onde } w_t \text{ é o salário, } t \text{ é o número de inovações que chegam aleatoriamente com uma taxa de chegada de Poisson } n \cdot \lambda \text{; onde } \lambda \text{ é o parâmetro que indica a produtividade da pesquisa em tecnologia, e } V_{t+1} \text{ é o } \textit{pay off} \text{ esperado descontado da inovação } t + 1 \text{);}$$

$$r \cdot V_{t+1} = \pi_{t+1} - \lambda \cdot n_{t+1} \cdot V_{t+1} \text{ (equação do ativo; } \pi \text{ é o lucro do produtor do bem intermediário } x \text{);}$$

$$x_t = \frac{[\alpha^2]^{1/(1-\alpha)}}{[w_t / A_t]^{1/(1-\alpha)}}$$

$$\pi_t = [(1 - \alpha) / \alpha] w_t, x_t = A_t \tilde{\pi} \cdot (w_t / A_t)$$

$$\omega_t = \frac{\lambda \gamma \tilde{\pi} \cdot (\omega_{t+1})}{r + \lambda n_{t+1}} \quad (\mathbf{A}) \text{ (linha de fase do modelo dinâmico, equação de arbitragem, onde a taxa de salário ajustada pela produtividade é: } \omega_t = w_t / A_t);$$

$$L = n_t + \tilde{x}(\omega_t) \quad (\mathbf{L}) \text{ (linha de fase do modelo dinâmico, equação de equilíbrio do mercado de trabalho, sendo } x_t = \tilde{x}(\omega_t) \text{ uma função decrescente da taxa de salário ajustada, } \omega_t).$$

O equilíbrio de *steady state* é definido a partir da solução estacionária do sistema (A) e (L), com  $\omega_t \equiv \omega$  e  $n_t \equiv n$ . Visto que no *steady state* a taxa de salário ajustada pela produtividade,  $\omega$ , é constante ao longo do tempo, os salários, os lucros e o produto final aumentam segundo o fator  $\gamma$ , sempre que uma inovação ocorre. No *steady state*, as equações de arbitragem e de equilíbrio no mercado de trabalho são:

$$\omega = \frac{\lambda \gamma \tilde{\pi}(\omega)}{r + \lambda n} \quad (\hat{\mathbf{A}})$$

$$L = n + \tilde{x}(\omega) \quad (\hat{\mathbf{L}})$$

Ademais, como no *steady state* o fluxo de lucro ajustado à produtividade é igual a  $\tilde{\pi}(\omega) = [(1 - \alpha) / \alpha] \omega \cdot x = [(1 - \alpha) / \alpha] \omega \cdot (L - n)$ , então,  $(\hat{\mathbf{A}})$  pode ser reescrita como:

$$1 = \frac{\lambda \gamma [(1 - \alpha) / \alpha] (L - n)}{r + \lambda n} \quad (\hat{\mathbf{U}})$$

Conforme a equação  $(\hat{\mathbf{U}})$ , no *steady state* o nível de pesquisa  $\hat{n}$  é uma função decrescente de  $\alpha$ , que corresponde à elasticidade-preço da demanda do monopolista de bens intermediários. Portanto, a concorrência apresenta efeitos deletérios sobre o crescimento econômico: quanto maior a concorrência, menores são as rendas de monopólio apropriadas pelos inovadores de sucesso e, portanto, menores são os incentivos para inovar. A taxa média de crescimento no *steady state* é dada por:  $g = \lambda \hat{n} \cdot \ln \gamma$ .

Podemos, então, comparar a solução descentralizada, *laissez-faire*, com aquela obtida por um planejado central. A taxa média de crescimento escolhida pelo planejador social que visa maximizar o valor presente esperado do consumo é dada por:

$$U = \int_0^{\infty} e^{-r \cdot \tau} y(\tau) d\tau = \int_0^{\infty} e^{-r \cdot \tau} \left( \sum_{t=0}^{\infty} \prod (t, \tau) A_t \cdot x^\alpha \right) d\tau$$

Na análise do bem-estar social, o planejador social escolhe o nível de  $n$  que maximiza  $U$ :

$$U(n) = \frac{A_0(L - n)^\alpha}{r - \lambda n(\gamma - 1)}$$

$$1 = \frac{\lambda(\gamma - 1)(1/\alpha)(L - n^*)}{r - \lambda n^*(\gamma - 1)} \quad (\mathbf{U}^*)$$

$$g^* = \lambda n^* \cdot \ln \gamma$$

Para comparar a taxa média de crescimento no *steady state* da economia descentralizada,  $g$ , com sua congênere da economia centralizada,  $g^*$ , basta compararmos os valores de  $n$  e de  $n^*$ . Neste caso, devemos analisar  $(\hat{U})$  e  $(\mathbf{U}^*)$ , que determinam  $\hat{n}$  e  $n^*$ , respectivamente.

Em  $(\mathbf{U}^*)$  a taxa de desconto social é  $r - \lambda n(\gamma - 1)$ , enquanto em  $(\hat{U})$  a taxa de desconto privada é  $r + \lambda n$ . Esta é maior do que aquela. Ao contrário da firma privada, o planejador social considera que os benefícios da próxima inovação irão continuar para sempre. Assim, a pesquisa sob *laissez-faire* tende a ser insuficiente. Em  $(\hat{U})$  temos o fator  $(1 - \alpha)$ , que não aparece em  $(\mathbf{U}^*)$ . Ele reflete a incapacidade do monopolista privado em apropriar a totalidade do fluxo de produto. Neste caso, a pesquisa tende a ser menor sob o *laissez-faire*. Por fim, o fator  $(\gamma - 1)$  que aparece no numerador de  $(\mathbf{U}^*)$  substitui  $(\gamma)$  em  $(\hat{U})$ , pois a firma de pesquisa privada não internaliza a perda do monopolista anterior causada por uma inovação. Já o planejador social considera que uma inovação destrói o retorno social de uma inovação anterior. Este efeito tende a gerar mais pesquisa sob o *laissez-faire*.

Portanto, em virtude dos resultados conflitantes dos três efeitos acima citados, a taxa média de crescimento sob o *laissez-faire* pode ser maior ou menor do que a taxa ótima

de crescimento,  $g^*$ . Ou seja, o resultado sobre quais dos equilíbrios analisados é o melhor é ambíguo.

## 2. INTRODUZINDO UM COMPONENTE DETERMINÍSTICO DAS INOVAÇÕES NO MODELO SCHUMPETERIANO DE CRESCIMENTO ENDÓGENO

Conforme apresentado anteriormente, os fatos sugerem uma explicação que apresenta um componente determinístico (tendência) e outro componente aleatório para o surgimento das inovações.

Estamos considerando nesta seção que além do *spillover* contemplado no modelo schumpeteriano básico (onde todos os pesquisadores partem do patamar de conhecimento tecnológico gerado pelo último inovador de sucesso), a cada inovação verificada em uma região (país) observa-se um aumento na produção de pesquisa para o mesmo número de pesquisadores, naquela região (país); isto é, cada pesquisador torna-se mais eficiente (produtivo) – tal hipótese foi explicada com detalhes na seção introdutória. Neste caso, aumenta a taxa média de chegada de inovações na região (país) onde a inovação ocorreu, mas sem afetar o caráter aleatório das inovações.

A hipótese adotada é a de que o determinante da produtividade da pesquisa tecnológica apresenta um componente aleatório com distribuição Poisson,  $\lambda$  ( $\lambda$  = número médio de eventos que ocorre em um intervalo de tempo a partir de uma distribuição Poisson), e outro componente determinístico, que é uma função positiva do número de inovações,  $t$ . Assim, a cada inovação ocorrida verifica-se um aumento da taxa média de chegada das inovações na região (país) onde ocorreu a inovação. Portanto, as inovações continuam ocorrendo aleatoriamente, porém sua taxa média de chegada cresce com o número de inovações. Quando  $t$  é zero, o determinante da produtividade da pesquisa tecnológica apresenta apenas o componente aleatório, que segue uma distribuição Poisson.

Para introduzir o componente determinístico (tendência) das inovações, o modelo schumpeteriano será alterado, conforme apresentado a seguir.

$$u(y) = \int_0^{\infty} y_{\tau} \cdot e^{-r \cdot \tau} d\tau$$

$$y = A \cdot x^{\alpha} \quad 0 < \alpha < 1;$$

$$L = x + n;$$

$$w_t = e^t \cdot \lambda V_{t+1}; \quad e > 1 \tag{1}$$

Ou seja, a taxa média de chegada de inovações é agora dada por  $e^t \cdot \lambda$ . Esta taxa cresce à medida que cresce o número de inovações,  $t$ . Deste modo, a equação do ativo torna-se:

$$r.V_{t+1} = \pi_{t+1} - e^{(t+1)} \cdot \lambda.n_{t+1} \cdot V_{t+1};$$

$$V_{t+1} = \frac{\pi_{t+1}}{r + e^{t+1} \cdot \lambda.n_{t+1}} \quad (2)$$

O lucro de monopólio é derivado exatamente como no modelo de Aghion e Howitt (1998, p. 56):

$$x_t = \frac{[\alpha^2]^{1/(1-\alpha)}}{[w_t / A_t]^{1/(1-\alpha)}}$$

$$\pi_t = [(1-\alpha) / \alpha] w_t \cdot x_t = A_t \tilde{\pi} \cdot (w_t / A_t) \quad (3)$$

Das equações (1), (2) e (3), temos:

$$w_t = \frac{e^t \cdot \lambda \pi_{t+1}}{r + e^{(t+1)} \cdot \lambda.n_{t+1}} = \frac{e^t \cdot \lambda A_{t+1} \tilde{\pi}(\omega_{t+1})}{r + e^{(t+1)} \cdot \lambda.n_{t+1}}$$

Dividindo ambos os lados por  $A_t$ , temos :

$$\omega_t = \frac{e^t \cdot \lambda \gamma \tilde{\pi}(\omega_{t+1})}{r + e^{(t+1)} \cdot \lambda.n_{t+1}} \quad (4)$$

Multiplicando (4) por  $e^{-t}/e^{-t}$ , temos:

$$\omega_t = \frac{\lambda \gamma \tilde{\pi}(\omega_{t+1})}{e^{-t} \cdot r + e \cdot \lambda.n_{t+1}}$$

neste caso, quando  $t \rightarrow \infty$ ,

$$\omega_t = \frac{\gamma \tilde{\pi}(\omega_{t+1})}{e.n_{t+1}}$$

Quando  $t \rightarrow \infty$ , no *steady state* temos:

$$\omega_t = \frac{\gamma \tilde{\pi}(\omega)}{e \cdot n} \quad (\tilde{A})$$

$$L = n + \tilde{x}(\omega) \quad (\tilde{L})$$

As curvas correspondentes a  $(\tilde{A})$  e  $(\tilde{L})$  no espaço  $(\hat{n}, \hat{\omega})$  são negativa e positivamente inclinadas, respectivamente, conforme se verifica no modelo básico – equações  $(\hat{A})$  e  $(\hat{L})$ , apresentadas na seção 1. Todavia, as equações  $(\hat{A})$  e  $(\tilde{A})$  são diferentes, visto que esta última não inclui a taxa de juros,  $r$ , no seu denominador e nem o componente aleatório da taxa média de chegada de inovações,  $\lambda$ , no seu numerador. Isto ocorre porque quando  $t \rightarrow \infty$ , então o termo  $e^t \cdot \lambda \rightarrow \infty$ , independentemente do tamanho de  $\lambda$ . Ou seja, o componente determinístico da taxa média de chegada de inovações,  $e^t$ , tende a dominar o componente aleatório,  $\lambda$ , à medida que cresce o número de inovações, em uma economia.

Da mesma maneira, no período marcado por um pequeno número de inovações, o componente aleatório,  $\lambda$ , da taxa média de chegada das inovações (dada por  $e^t \cdot \lambda$ ) prepondera sobre o componente determinístico. Sendo assim, a probabilidade de ocorrerem mudanças nas posições de cada economia no *ranking* mundial das rendas *per capita* deve ser maior quando o número de inovações ocorridas nos países do mundo é menor. Portanto, de acordo com esse modelo, visto que o número de inovações,  $t$ , cresce ao longo do tempo, torna-se cada vez menos provável que uma economia subdesenvolvida alcance o patamar de renda *per capita* das economias desenvolvidas, à medida que o tempo avança, e vice-versa.<sup>11</sup>

No que se refere à taxa de juros, no modelo básico, uma queda nesta taxa aumenta o benefício marginal da pesquisa por meio do aumento do valor presente dos lucros de monopólio, estimulando o aumento do nível de equilíbrio de pesquisadores,  $\hat{n}$ . Porém, no modelo proposto, quando  $t \rightarrow \infty$ , a taxa de juros não afeta o nível de equilíbrio de pesquisadores,  $\hat{n}$ , uma vez que a taxa média de chegada de inovações torna-se infinita.

11 Sob nossas hipóteses, a mudança no *ranking* de rendas *per capita* ocorre quando o efeito estocástico supera aquele de tendência. Intuitivamente, isto ocorre quando “inovações radicais” anulam o efeito de aprendizagem acumulado anteriormente. Isto quer dizer que novos paradigmas tecnológicos abrem oportunidades de aprendizado e que economias ligadas a antigos regimes podem encontrar-se em uma armadilha tecnológica.

### 3. AS SIMULAÇÕES

As Tabelas A, B, C e D e os Gráficos 1, 2 e 3 ilustram os padrões de crescimento da renda *per capita* do modelo schumpeteriano básico (modelo 1) e de sua extensão desenvolvida nesta seção (modelos 2 e 3). Neste exercício,  $T = 200$  anos e  $N(T)$  é a função densidade de probabilidade do número de inovações acumulada, cuja distribuição é Poisson. A variável  $\gamma$ , exógena e constante, representa o tamanho de cada inovação. Suponha que  $\gamma = \text{US\$ } 500,00$ , a preços correntes. No início do período, que vai de 1800 a 2000, sabe-se que as rendas *per capita* das economias do mundo eram semelhantes. Ao final desse período, assume-se que a maior renda *per capita* alcançada é de  $\text{US\$ } 30.000,00$ , a renda *per capita* média é de  $\text{US\$ } 8.000,00$  e a menor é de  $\text{US\$ } 3.000,00$ .

Portanto, o intervalo de  $N(T)$  vai de 0 até 60 inovações, os  $\lambda$ 's estimados para as economias que apresentam no final do período as rendas *per capita* mais alta, média e menor são: 0,3, 0,08 e 0,03, respectivamente (Tabela A).

No modelo 1, a chegada de inovações é uma variável aleatória com distribuição Poisson. Portanto, este modelo incorpora apenas o componente aleatório da chegada de inovações. Todavia, no longo prazo é possível obter a taxa média de chegada de inovações de cada economia, dada pelo parâmetro  $\lambda$ . Uma vez que este parâmetro difere de economia para economia e é constante, no longo prazo as posições de cada economia no *ranking* mundial das rendas *per capita* nunca se alteram (Tabela B e Gráfico 1). Sendo assim, este modelo deve ser modificado para que possa contribuir para a explicação dos fatos reais.

No modelo 2, a taxa média de chegada de inovações é dada pelo termo  $e^t \cdot \lambda$ , onde  $t$  é o número de inovações, e  $e > 1$ . O termo  $e^t$  introduz no modelo um componente de tendência (ou memória) para a taxa de chegada de inovações: quanto maior for o número de inovações ocorridas em uma economia, num dado ponto no tempo, maior será a probabilidade de chegadas futuras de inovações nessa economia *vis-à-vis* outra economia com menor número de inovações nesse mesmo ponto no tempo. Note que estamos falando em probabilidade, ou seja, o caráter aleatório da chegada de inovações não foi eliminado. Portanto, neste modelo existe uma tendência para que as economias ricas se distanciem cada vez mais das pobres. Quanto mais se avança no tempo, menor é a probabilidade de uma economia pobre alcançar o patamar da renda *per capita* de uma economia desenvolvida – embora não seja impossível, já que há a possibilidade de ocorrência de “inovações radicais”.

**TABELA A – PARÂMETROS DO CRESCIMENTO DA RENDA PER CAPITA DAS ECONOMIAS A, B, C, D E E, DO MODELO 1**

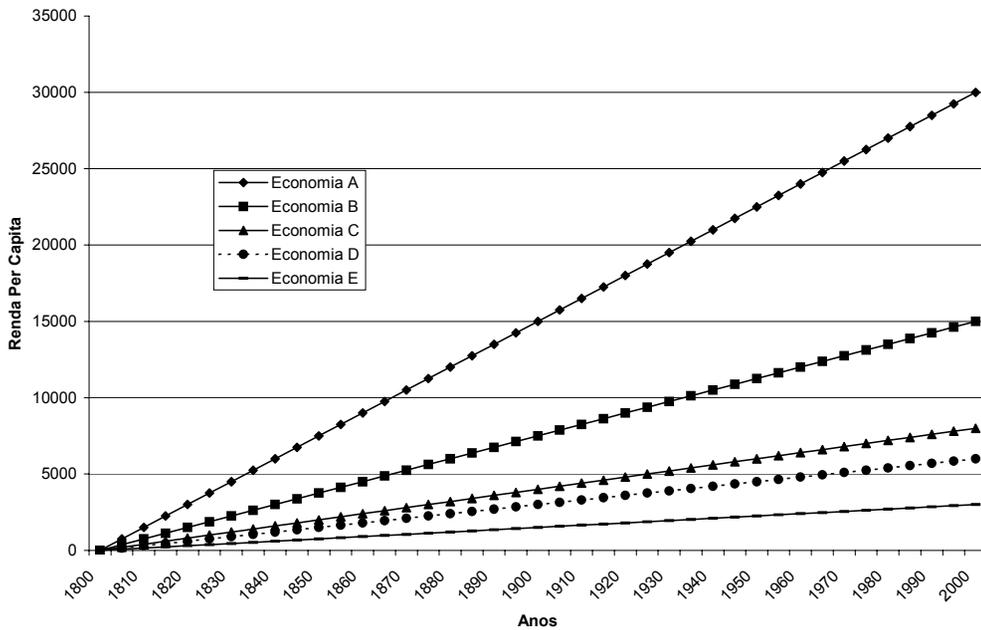
$\gamma = \text{US\$ } 500,00;$ $T = 200 \text{ anos.}$	Número de Inovações em T = 200 anos	Taxa Média de Chegada de Inovações, $\lambda$	Tempo Médio entre Inovações (em anos)	Aumento Anual da Renda Per Capita (em US\$)
A) Economia com maior renda per capita em T: US\$ 30.000,00	60	0,30	3,33	150
B) Economia com renda per capita elevada em T: US\$ 15.000,00	30	0,15	6,67	75
C) Economia com renda per capita média em T: US\$ 8.000,00	16	0,08	12,50	40
D) Economia com renda per capita baixa em T: US\$ 6.000,00	12	0,06	16,67	30
E) Economia com a menor renda per capita em T: US\$ 3.000,00	6	0,03	33,33	15

Elaboração própria.

**TABELA B – RENDA PER CAPITA DAS ECONOMIAS A, B, C, D E E, DO MODELO 1, 1800 A 2000, ( $\Gamma = \text{US\$ } 500,00$ , EM US\$ CORRENTES)**

Anos	1800	1825	1850	1875	1900	1925	1950	1975	2000
País A	0	3.750	7.500	11.250	15.000	18.750	22.500	26.250	30.000
País B	0	1.875	3.750	5.625	7.500	9.375	11.250	13.125	15.000
País C	0	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000	6.000	7.000	8.000
País D	0	750	1.500	2.250	3.000	3.750	4.500	5.250	6.000
País E	0	375	750	1.125	1.500	1.875	2.250	2.625	3.000

GRÁFICO 1 – RENDA PER CAPITA NO MODELO 1 (1800 A 2000)



Elaboração própria.

O modelo 2 apresenta a mesma armadilha do modelo 1: no longo prazo é possível obter um valor constante para o parâmetro  $\lambda$ . Se este parâmetro é constante e difere de economia para economia, teremos o mesmo resultado encontrado para o modelo 1: no longo prazo, as posições de cada economia no *ranking* mundial das rendas *per capita* nunca se alteram, conforme é ilustrado no Tabela C e Gráfico 2.<sup>12</sup>

Em Aghion e Howitt (1998),  $\lambda$  é uma constante no equilíbrio de longo prazo. Porém, De Castro (1999) desenvolve interessante trabalho, flexibilizando essa restrição ao tornar  $\lambda$  uma variável aleatória, e que apresenta, todavia, uma distribuição estacionária. Trata-se de um modelo de dois setores onde é adotada a hipótese de retornos crescentes do trabalho no setor de novos bens, onde estes são inventados em intervalos aleatórios de tempo. Segundo De Castro (1999, p. 191), “*It is a theory of equilibrium growth. So it also does not have transient dynamics. But the equilibrium is in distribution. There is no lock-in or convergence to any permanent state.*”

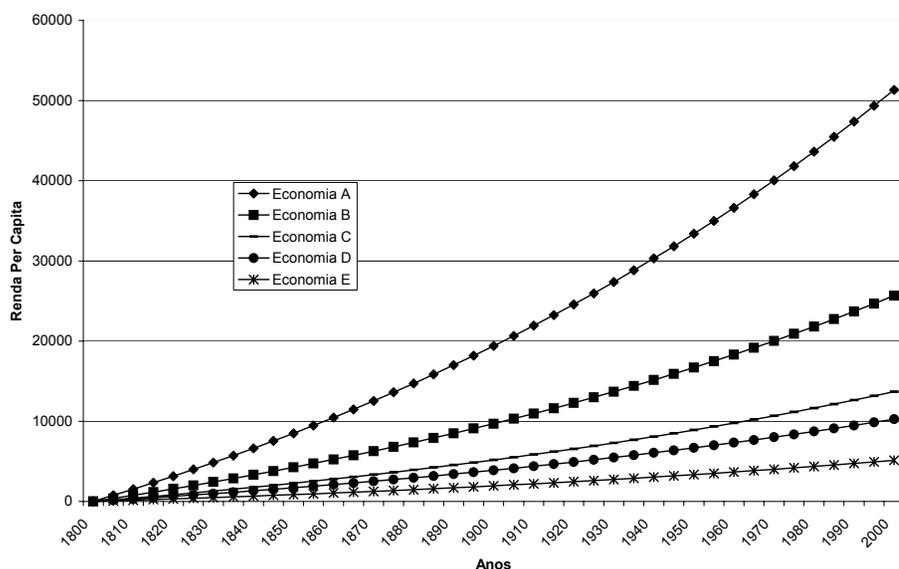
12 Para facilitar o cálculo das rendas *per capita* no modelo 2, o termo  $e^t$  cresceu em cada ano da série 1800 a 2000, isto é, embora o tempo médio de chegada de inovações seja 3,33 anos e de 33,33 anos nas economias com maior e menor renda *per capita* em 2000, respectivamente, em cada ano a variável  $t$  cresceu em uma unidade para cada economia do modelo para propósito de cômputo do termo  $e^t$ , sendo  $e = 1,005$ . Este artifício não altera as conclusões finais do modelo.

TABELA C – RENDA PER CAPITA DAS ECONOMIAS A, B, C, D E E, DO MODELO 2, 1800 A 2000 (EM US\$ CORRENTES,  $\Gamma = US\$ 500,00$ ,  $E = 1,005$ )

Anos	1800	1825	1850	1875	1900	1925	1950	1975	2000
País A	0	3.984	8.497	13.609	19.400	25.960	33.391	41.810	51.346
País B	0	1.992	4.248	6.804	9.700	12.980	16.696	20.905	25.673
País C	0	1.062	2.266	3.629	5.173	6.923	8.904	11.149	13.692
País D	0	797	1.699	2.722	3.880	5.192	6.678	8.362	10.269
País E	0	398	850	1.361	1.940	2.596	3.339	4.181	5.135

Elaboração própria.

GRÁFICO 2 – RENDA PER CAPITA NO MODELO 2 (1800 A 2000)



Elaboração própria.

Visando solucionar o problema do modelo 2 acima citado, lançou-se mão do modelo de De Castro (1999). Para tanto, foram estimadas cinco séries de 200 números aleatórios com distribuição Poisson e média 1, correspondentes a  $\lambda$ , para o período 1800 a 2000. Deste modo, chegou-se ao modelo 3, que apresenta as seguintes características:  $\lambda$  não é mais uma constante no equilíbrio de longo prazo, correspondendo a uma variável aleatória com uma distribuição estacionária; o tamanho de cada inovação adotado foi  $\gamma = US\$ 100,00$ , a preços correntes; e  $e = 1,005$ .

Portanto, no modelo 3, a chegada de inovações apresenta um componente aleatório,  $\lambda$ , e outro determinístico,  $e^t$ . Embora este último termo introduza no modelo um componente de tendência (ou memória) para a taxa de chegada de inovações, visto que  $\lambda$  não é mais uma constante, é possível obter ao longo de 200 anos mudanças nas posições de cada economia no *ranking* mundial das rendas *per capita*. Ou seja, no modelo 3, a distribuição de renda *per capita* entre países não converge para um estado permanente.

As economias A, B, C, D, e E apresentaram, ao final de 200 anos, 213, 206, 180, 202 e 238 inovações, respectivamente, no modelo 3. Conforme se constata na Tabela D e no Gráfico 3, em 1825 o país B apresentava a maior renda *per capita*, porém em 1850 o país E estava no topo do *ranking*, e permaneceu nessa posição nos demais anos selecionados da série. Da mesma forma, até 1875 o país D apresentava a menor renda *per capita* dentre os países, mas entre 1900 e 2000 sua renda *per capita* era maior em relação àquela observada para o país C. Ademais, a partir do início do século XX, o país C permanece, em todos os anos da série, na última posição do *ranking* das rendas *per capita*, enquanto o país E se mostra, sistematicamente, como o mais rico. Os outros três países apresentam trajetórias da renda *per capita* que se cruzam diversas vezes ao longo de 200 anos.

TABELA D – RENDA PER CAPITA DAS ECONOMIAS A, B, C, D E E, DO MODELO 3, 1800 A 2000 (EM US\$ CORRENTES,  $\gamma = US\$ 100,00$ ,  $E = 1,005$ )

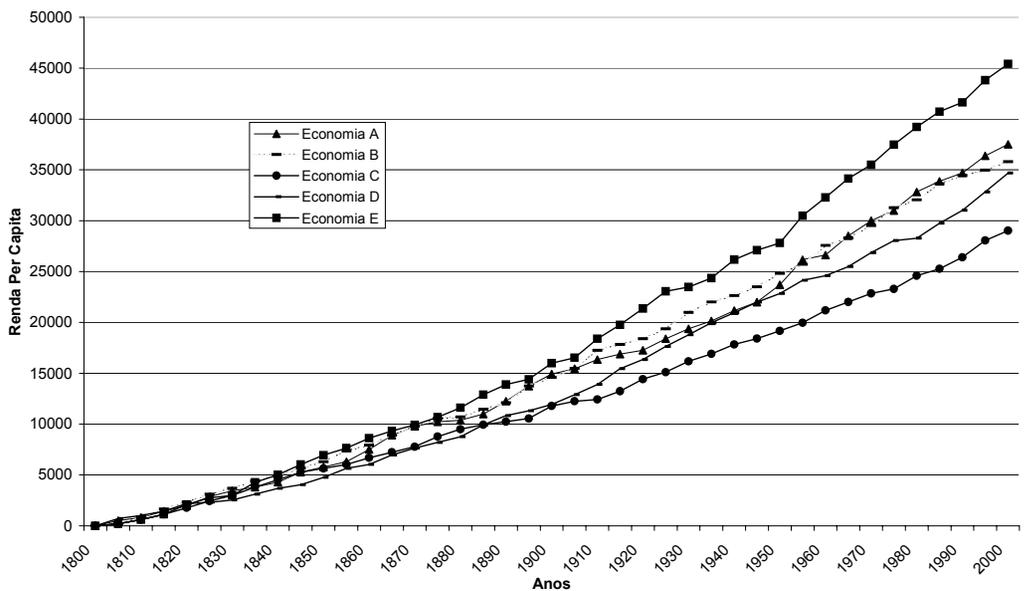
Anos	1800	1825	1850	1875	1900	1925	1950	1975	2000
País A	0	2.878	5.781	10.233	14.924	18.395	23.703	31.007	37.509
País B	0	3.106	6.301	10.541	14.588	19.368	24.815	31.273	35.807
País C	0	2.427	5.654	8.766	11.781	15.107	19.176	23.285	29.026
País D	0	2.314	4.772	8.193	11.932	17.637	22.844	28.046	34.693
País E	0	2.762	6.952	10.683	15.985	23.051	27.805	37.475	45.427

Elaboração própria.

Este resultado é o que melhor se adequa aos fatos, *vis-à-vis* aos resultados dos demais modelos apresentados. Os componentes determinístico (tendência) e aleatório do surgimento das inovações, da forma como foram incorporados no modelo 3, ao mesmo tempo que eliminam a possibilidade de *lock-in*, introduzem alguma rigidez para alterações na distribuição de renda entre países, ao longo do tempo. Deste modo, tendo como base o modelo 3, é possível explicar por que em todo o século XIX a economia do Reino Unido sempre se apresentou como a mais desenvolvida do mundo, enquanto que desde o início do século XX até os dias atuais a economia dos Estados Unidos vem ocupando essa posição. O modelo também é coerente com as mudanças significativas no *ranking* da renda *per capita* verificadas nos últimos 100 anos, como foi o caso da

economia da União Soviética, que era pobre no início do século XX e já em meados daquele século tinha alcançado o patamar de renda *per capita* dos países desenvolvidos; ou, ainda, o caso da Argentina, que apresentou trajetória oposta à da União Soviética. De qualquer modo, nos últimos 200 anos poucas economias apresentaram oscilações muito elevadas de suas rendas *per capita* em relação à renda *per capita* média do mundo. Este fato é captado no modelo 3, visto que a maioria dos países apresenta trajetórias de renda *per capita* semelhantes à trajetória da renda *per capita* média do modelo, como é o caso dos países A, B e D.

GRÁFICO 3 – RENDA PER CAPITA NO MODELO 3 (1800 A 2000)



Elaboração própria.

Os resultados também expressam uma importante característica do modelo 3: no início do período de 200 anos o componente aleatório,  $\lambda$ , domina o componente determinístico,  $e^t$ , na determinação da taxa média de chegada de inovações, dada por  $e^t \cdot \lambda$ . Contudo, no final do período o termo  $\lambda$  é dominado pelo termo  $e^t$ . Ou seja, a probabilidade de ocorrerem mudanças nas posições de cada economia no *ranking* mundial das rendas *per capita* deve ser maior quando o número de inovações é menor. Essa característica pode ser observada no Gráfico 3: até os primeiros 80 anos (1880), há intensa alteração na distribuição de renda entre os cinco países. Após esse período, cada vez mais o número de mudanças na distribuição de renda entre países vai se reduzindo.

Por fim, note que antes de alcançar o *steady state*, temos:

$$\omega_t = \frac{\lambda \gamma \tilde{\pi}(\omega_{t+1})}{e^{-t} \cdot r + e \cdot \lambda \cdot n_{t+1}}$$

Nesse caso, se assumirmos que  $\omega$  é constante, temos:

$$\omega_t = \frac{\lambda \gamma \tilde{\pi}(\omega)}{e^{-t} \cdot r + e \cdot \lambda \cdot n_{t+1}}$$

Note que a cada inovação que ocorre,  $r/e^t$  se reduz, tornando necessário um aumento do número de pesquisadores dedicados à pesquisa requerida para a próxima inovação,  $n_{t+1}$ , de modo a manter  $\omega$  constante. Ou seja, quando os fatores que explicam as inovações apresentam um componente determinístico, expresso por uma tendência ao aumento contínuo da taxa de chegada das inovações, o número de pesquisadores  $e$ , por conseguinte, a taxa de crescimento econômico seriam crescentes ao longo do tempo se se pudesse isolar o caráter aleatório da taxa de chegada das inovações.

## CONCLUSÕES

Desenvolveu-se neste trabalho uma extensão ao Modelo Schumpeteriano de Crescimento Endógeno. Objetivou-se dar uma explicação adicional para o surgimento de inovações que no modelo schumpeteriano chegam aleatoriamente. Esta explicação adicional visou melhorar a adequação da teoria aos fatos. Para tanto, esse modelo foi modificado de modo a incorporar não apenas o componente aleatório da chegada de inovações, mas também um componente determinístico. Para que isso fosse possível, as inovações passaram a apresentar uma taxa média de chegada dada pelo termo  $e^t \cdot \lambda$ , onde,  $e^t$  é o componente determinístico e  $\lambda$  é o componente aleatório da chegada de inovações. Ademais,  $\lambda$  foi considerada uma variável aleatória que apresenta uma distribuição estacionária.

A incorporação ao modelo do componente determinístico da chegada de inovações foi motivada pela constatação de que há uma inércia nas taxas de crescimento das economias que garante, por um longo período, certa estabilidade no *ranking* mundial das rendas *per capita*. Assim, os países desenvolvidos deveriam apresentar maior capacidade em gerar inovações tecnológicas e, portanto, crescimento de suas rendas *per capita*, *vis-à-vis* aos subdesenvolvidos, hipótese largamente amparada pelos fatos. Ademais, também parece ser relevante a concentração geográfica de empresas e/ou de indústrias para a ocorrência de inovações. Temos, como exemplo, o Vale do Silício nos Estados Unidos, a indústria da moda de Milão, o serviço financeiro de Londres, entre outros. Por

fim, a Escola Neo-Schumpeteriana, ao demonstrar o caráter local e tácito do progresso técnico, fornece o substrato teórico para o componente determinístico (tendência) das inovações – tal componente também encontra amparo em Krugman (1991 e 1993) e De Castro e Gonçalves (2002).

A partir da citada modificação do modelo schumpeteriano básico de crescimento e da simulação da trajetória da renda *per capita* de cinco países entre 1800 e 2000, constatou-se que esta extensão ao modelo schumpeteriano pode explicar diversos fatos da realidade que o modelo básico não explicava. A possibilidade de uma economia permanecer por um longo período de tempo em determinada posição do *ranking* mundial das rendas *per capita* e, ao mesmo tempo, a possibilidade de ocorrerem mudanças na distribuição de renda entre países (isto é, não há *lock-in*), está contemplada no novo modelo (modelo 3). Ademais, constatou-se que a probabilidade de ocorrerem mudanças nas posições de cada economia no *ranking* mundial das rendas *per capita* deve ser maior quando o número de inovações, até então verificadas, é menor.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aghion, P.; Howitt, P. *Endogenous growth theory*. Cambridge: MIT Press, 1998.
- Albuquerque, E. M. Notas sobre a contribuição de Kenneth Arrow para a fundamentação teórica dos sistemas nacionais de inovações. *Revista Brasileira de Economia*, abr./jun.1996.
- Bernardes, A. T.; Albuquerque, E. M. Cross-over, thresholds, and interactions between science and technology: lessons for less-developed countries. *Research Policy*, 32, 2003.
- Bianchi, M. Testing for convergence: evidence for nonparametric multimodality tests. *Journal of Applied Econometrics*, v. 12, p. 393-409, 1997.
- Cassiolato, J. E.; Lastres, H. M. M. Inovação, globalização e as novas políticas de desenvolvimento industrial e tecnológico. In Cassiolato; Lastres (orgs.), *Globalização e inovação localizada: experiências de sistemas locais no Mercosul*. Brasília: IBICT/MCT, 1999.
- Castaldi, C.; Dosi, G. Income levels and income growth. Some new cross-country evidence and some interpretative puzzles. *LEM Paper Series* n. 18, Pisa, 2004.
- De Castro, S. In stochastic growth theory, endogenous consumer-culture resistance to creative destruction can explain convergence clubs. *Anais do XXI Encontro Brasileiro de Econometria*, Belém, v 1, p. 179-197, 1999.
- \_\_\_\_\_. False contagion and false convergence clubs in stochastic growth theory. *Anais do III Colloquium Intenacional*, Brasília, 2001.
- De Castro, S.; Gonçalves, F. False contagion and false convergence clubs in stochastic growth theory. *UnB Economic Discussion Paper*, n. 237, Brasília, 2002.

- \_\_\_\_\_. A test for mixed Poisson growth in Brazil GDP per capita, 1822-2000 and an estimate of the world's mixing distribution in 1800. *Anais do XXV Encontro Brasileiro de Econometria*, Porto Seguro, 2003.
- Dosi, G.; Freeman, C.; Fabiani, S. The process of economic development: introducing some stylized facts and theories on technologies, firms and institutions. *Industrial and Corporate Change*, v. 3, n. 1, 1994.
- Dow, S. C. Post Keynesian monetary theory for an open economy. *Journal of Post Keynesian Economics*, v. IX, n. 2, 1986/87.
- Durlauf, F.; Quah, D. The new empirics of economic growth. *London School of Economics Discussion Papers*, n. 384, 1998.
- Fagerberg, J. Technology and international differences in growth rates. *Journal of Economic Literature*, v. XXXII, September 1994.
- Grossman, G. M.; Helpman, E. *Innovation and growth in the global economy*. Cambridge: MIT Press, 1991.
- Jones, H. G. *Modernas teorias do crescimento econômico*. São Paulo: Ed. Atlas, 1979.
- Jones, C. I. On the evolution of world income distribution. *Journal of Economic Perspective*, v. 11, p. 19-36, 1997.
- \_\_\_\_\_. *Introdução à teoria do crescimento econômico*. Rio de Janeiro: Campus, 2000.
- Krugman, P. R. *Geography and trade*. Cambridge, MA: MIT Press, 1991.
- \_\_\_\_\_. The current case for industrial policy. In: Salvatore (ed.), *Protectionism and world welfare*. Cambridge Press, Cap. 7, 1993.
- Lundvall, B. A. The globalising learning economy: implications for innovation policy. *Targeted Socio-Economic Research – TSER Programme*, DG XII European Commission, Luxemburgo, 1998.
- Nelson, R.R. Economic development from the perspective of evolutionary economic theory. *Seminários Internos/CEDEPLAR*, 2005.
- Paap, R.; Van Dijk, H. Distribution and mobility of wealth of nations. *European Economic Review*, v. 42, p. 1269-1293, 1998.
- Porter, M. E. *The competitive advantage of nations*. New York: Free Press, 1990.
- Quah, D. Empirics for growth and distribution: stratification, polarization and convergence clubs. *Journal of Economic Growth*, v. 2, p. 27-59, 1997.
- Romer, D. *Advanced macroeconomics*. Berkeley: McGraw-Hill, 1996.
- Romer, P. Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, 98, outubro 1990.
- Stevenson, W. J. *Estatística aplicada à administração*. São Paulo: Harper e Row do Brasil, 1981.