

## **Crescimento econômico e inovação: uma estimativa da fronteira de possibilidades de inovação**

*Economic growth and innovation: an estimation of the innovation possibilities function*

EDIANE CANCI\*

---

RESUMO: O presente artigo investiga o formato da fronteira de possibilidades de inovação para os Estados Unidos entre 1950 e 2011. Utiliza-se o modelo teórico de Kennedy (1964) para a estimação do modelo econométrico. O banco de dados utilizado foi o *United States Long Term* – USLT organizado, organizado por Dumenil e Lévy (1994). Os resultados sugerem que a fronteira de possibilidades de inovação é compatível com a descrição do progresso técnico ocorrido no período de análise e apontam a existência de um *trade-off* entre as taxas de crescimento das produtividades do trabalho e do capital para os Estados Unidos no período em estudo.

PALAVRAS-CHAVE: Crescimento e desenvolvimento econômico; progresso técnico; inovação.

ABSTRACT: This article investigates the format of innovation possibilities function to the United States between 1950 and 2011. Is used the theoretical model of Kennedy (1964) for the estimation of econometric model. The database used was the *United States Long Term* – USLT organized by Dumenil and Lévy (1994). The results suggest that the innovation possibilities function is compatible with the description of technical progress happened during the analysis period and point the existence of a *trade-off* between the growth rates of labor productivity and capital to the United States in the period in study.

KEYWORDS: Economic and development growth; technical progress; innovation.

JEL Classification: O47; O30; O11.

---

### INTRODUÇÃO

Na economia capitalista, o crescimento econômico está diretamente relacionado com as mudanças tecnológicas. Uma característica comum às abordagens tecnológicas é que estas vão aparecer no modelo de crescimento como mudanças nas

---

\* Professora da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Francisco Beltrão, PR, Brasil. E-mail: ediane.canci@gmail.com. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8541-5325>. Submetido: 19/Abril/2018; Aprovado: 17/Junho/2020.

técnicas de produção de período para período. O efeito de progresso técnico permite produzir maiores quantidades de um bem, dados os insumos de capital e de trabalho. O progresso técnico vai ocorrer de forma induzida sempre que houver pressões em busca de novas técnicas diante de mudanças no sistema econômico.

As minúcias da história tornaram pertinente a questão sobre o papel do progresso técnico na dinâmica do crescimento econômico. Foley (2003) salienta que esta discussão permanece viva, pois os fundamentos da hipótese de progresso técnico induzido ainda se encontram sem uma boa explicação. Se ao progresso técnico é associado o papel fundamental do crescimento econômico é necessário que suas causas sejam investigadas. Um vasto montante de pesquisa sobre o progresso técnico foi efetivado a partir da metade dos anos 1950. A discussão sobre o assunto vem de longa data, sendo conduzida por economistas. Entre os economistas de tradição clássica estão Smith (1937), Ricardo (1951), Malthus (1986) e seu principal crítico Karl Marx (1982). Para estes autores o progresso técnico não é exógeno aos modelos econômicos, tal como em Solow (1956), mas sim endógeno, ou inerente à dinâmica do sistema capitalista.

Segundo Marx (1984), o progresso técnico ocorreu de forma induzida em função das constantes pressões na primeira fase do capitalismo, em que o “trabalho vivo” era substituído por “trabalho morto” à medida que o custo do salário aumentava em relação aos custos totais. Ao fazer isso os capitalistas aumentavam o capital por trabalhador. Existe, portanto, uma tendência capitalista em busca da redução dos custos trabalhistas por meio da modificação de técnicas produtivas substituindo trabalho humano por máquinas e equipamentos intensivos em capital. Hicks (1932) retoma a hipótese clássica-marxista e sugere que o capitalista inova, de fato, sempre que os custos do trabalho se elevam em relação aos custos totais. Assim, a mudança técnica é dirigida para economizar o uso do fator de produção que se tornou relativamente mais caro. Considera, pois, que qualquer inovação que permita reduzir este custo será válida. À luz da teoria clássica, Charles Kennedy (1964) resgatou a sugestão de Hicks (1932) para escrever um texto com o intuito de formalizar matematicamente a hipótese marxista do progresso técnico induzido. Kennedy (1964) formaliza o argumento clássico do progresso técnico induzido ao propor a existência de uma fronteira de possibilidades de inovação. O interesse recente sobre o debate teórico acerca da perspectiva clássica do desenvolvimento econômico é visto nos trabalhos de Marquetti (2004) e Duménil e Lévy (2009).

A intensificação de que o progresso técnico é um fator fundamental no crescimento das economias despertou o interesse em investigar empiricamente a relação entre o progresso técnico e o seu impacto no crescimento econômico. Daí o desafio inerente a este trabalho de verificar se o formato empírico da fronteira de possibilidades de inovação assume, de fato, aquele descrito por Kennedy (1964). Desse modo, o presente artigo contribui para a literatura do desenvolvimento econômico sobre as variáveis que permeiam o progresso técnico induzido.

O objetivo geral deste artigo é investigar a consistência empírica da fronteira de possibilidades de inovação, teoricamente derivada por Kennedy (1964) para os Estados Unidos no período 1950-2011. Além desta introdução, este trabalho está

organizado em mais seis seções. A próxima seção descreve os tipos de progresso técnico relevantes na literatura. A segunda aborda a teoria do progresso técnico induzido, sobretudo centrando-se nas ideias teoricamente derivadas do modelo teórico de Kennedy (1964). Em seguida, a terceira seção descreve os efeitos do progresso técnico na distribuição de renda entre capital e trabalho. Na quarta seção apresenta-se a metodologia empregada. Na quinta seção evidenciam-se os resultados do modelo econométrico utilizado para mensurar a fronteira de possibilidades de inovação. Para finalizar, as considerações finais são mencionadas.

## CLASSIFICAÇÃO DO PROGRESSO TÉCNICO

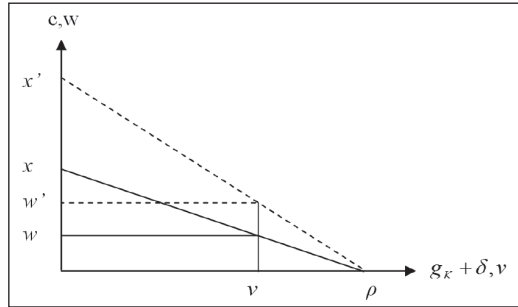
A classificação do progresso técnico foi introduzida na literatura com o objetivo de interpretar os seus efeitos sobre as participações relativas de capital e trabalho. As mudanças técnicas podem ser classificadas de acordo com os seus efeitos em aumentar, manter inalterado ou reduzir a razão do produto marginal do capital do trabalho. Ao se pensar em progresso técnico faz-se necessário compreender quais fatores causam o seu efeito. De acordo com Pichardo (2015) as taxas de crescimento da produtividade do trabalho ( $g_x$ ) e do capital ( $g_p$ ) são determinantes na escolha do tipo de progresso técnico. A partir desta suposição os empresários decidem pela adoção de uma determinada técnica, dadas a taxa de salário e a taxa de lucro. O progresso técnico é adotado sempre que os capitalistas buscam reduzir os custos e aumentar a lucratividade. Uma vez que a distribuição de renda seja constante e que  $g_x$  e  $g_p$  sejam definidos é possível encontrar vários tipos de progresso técnico.

Pode-se dar uma interpretação econômica simples e classificar o progresso técnico em três tipos de progresso técnico neutro, dependendo da variação da produtividade do capital do trabalho. Jones (1979) apresenta três tipos de progresso técnico: Hicks, Harrod e Solow. Conforme disposto por Jones (1979, p. 182): “a classificação Harrod compara pontos nos quais a relação capital-produto é constante em oposição ao procedimento de Hicks que compara pontos nos quais a relação capital-trabalho é constante”. Nota-se que ambos os progressos técnicos, segundo Hicks e Harrod, podem ser sistematizados em termos de efeitos sobre a distribuição de renda. Um terceiro tipo, chamado Solow-neutro, é o progresso técnico puramente aumentador de capital. O progresso técnico puramente aumentador de capital compara os pontos na nova e na antiga função de produção, nas quais a produtividade do trabalho é constante.

As três classificações de progresso técnico neutro podem ser sumarizadas ao considerar que:

Se todas as técnicas em uma tecnologia tiverem o mesmo aumento na produtividade do trabalho, haverá progresso técnico puramente poupador de trabalho ( $g_p = 0$ ), chamado de Harrod-neutro. Esta forma de progresso técnico está representada na Figura 1.

Figura 1: Representação do progresso técnico Harrod-neutro



Fonte: Elaborado pela autora com base em FOLEY, D.; MICHL, T. R. Growth and Distribution. Harvard University Press, Cambridge, Masschusetts, 1999.

Para medir o progresso técnico Harrod-neutro em termos da taxa de crescimento da produtividade do trabalho remete-se à equação:

$$g_x = \frac{x_{+1} - x}{x} \quad (1)$$

Logo, o progresso técnico puramente poupador de trabalho é representado por:

$$F'(K, N) = F[K, (1 + \gamma)N] \quad (2)$$

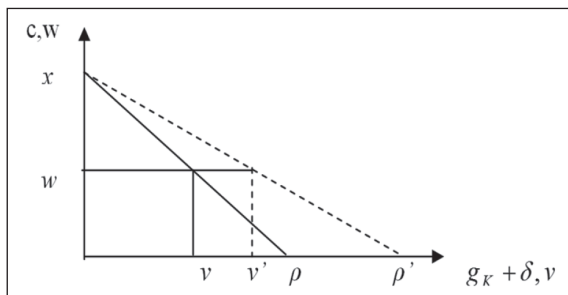
Onde:

$$\gamma = g_x \quad (3)$$

Em que  $\gamma$  mostra que todas as técnicas estão crescendo na mesma proporção.

Se o mesmo grau de progresso técnico no capital ocorrer em todas as técnicas haverá um progresso técnico puramente poupador de capital ( $g_x = 0$ ), conhecido como Solow-neutro. O progresso técnico Solow-neutro vai ocorrer sempre que houver aumento na produtividade do capital e do trabalho permanecer constante. Esta forma de progresso técnico é representada na Figura 2.

Figura 2: Representação do progresso técnico Solow-neutro.



Fonte: Elaborado pela autora com base em FOLEY, D.; MICHL, T. R. Growth and Distribution. Harvard University Press, Cambridge, Masschusetts, 1999.

No caso do progresso técnico ser Solow-neutro a taxa de crescimento da produtividade do capital denota-se:

$$g_\rho = \frac{\rho_{+1} - \rho}{\rho} \quad (4)$$

Neste caso o progresso técnico puramente poupador de capital toma a forma:

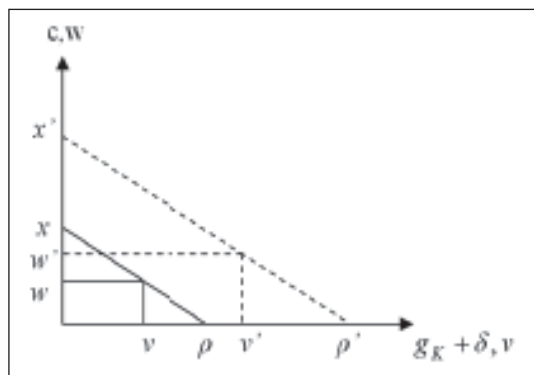
$$X' = F'[(1 + \chi)K, N] \quad (5)$$

Onde:

$$\chi = g_\rho \quad (6)$$

Se a relação capital-trabalho for constante e  $\gamma = \chi$  tem-se um progresso técnico Hicks-neutro. O progresso técnico Hicks-neutro é representado na Figura 3.

Figura 3: Representação do progresso técnico Hicks-neutro.



Fonte: Elaborado pela autora com base em FOLEY, D.; MICHL, T. R. Growth and Distribution. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1999.

A equação que confere o progresso técnico poupador de insumos é:

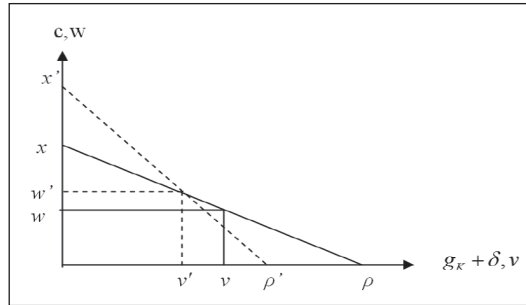
$$X' = F'[(1 + \chi)K, (1 + \gamma)N] \quad (7)$$

Em que:

$$\chi = \gamma \quad (8)$$

O conjunto de técnicas de uma tecnologia experimenta o mesmo grau de mudança técnica. Neste caso  $\gamma = g_x$  e  $\chi = g_\rho$ , mas se as técnicas experimentam diferentes graus de progresso técnico então  $\gamma \neq g_x$  e  $\chi \neq g_\rho$ . Posto isto, um terceiro sistema de classificação, usualmente denominado progresso técnico Marx-viesado, vai ocorrer sempre que a produtividade do trabalho aumentar e a produtividade do capital diminuir, como visto na Figura 4.

Figura 4: Representação do progresso técnico Marx-viesado



Fonte: Elaborado pela autora com base em FOLEY, D.; MICHL, T. R. *Growth and Distribution*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1999.

- i) Marquetti e Porsse (2014) apontam que o progresso técnico viesado no sentido de Marx podem resultar em cinco tendências de longo prazo, se houver:
- ii) aumento da produtividade do trabalho, redução da produtividade do capital, crescimento da intensidade de capital e queda da taxa de lucro;
- iii) estabilidade relativa da participação correspondente aos salários;
- iv) aumento dos salários reais;
- v) redução da taxa de acumulação, e
- vi) aumento da produção e do emprego.

Segundo Pichardo (2015), para uma determinada distribuição de renda o progresso técnico do tipo Marx-viesado nem sempre irá gerar aumento da rentabilidade. Marquetti e Porsse (2014) argumentam que a taxa de lucro é determinada pela técnica utilizada e pela distribuição do rendimento. A distribuição da renda afeta as decisões de poupança e de investimento, visto que a taxa de lucro influencia a taxa de acumulação de capital e a técnica escolhida. A técnica será escolhida se a taxa de lucro esperada ao salário vigente for maior que a taxa de lucro atual. Após escolher a técnica, a acumulação de capital irá resultar no crescimento da produção e do emprego.

## MODELO TEÓRICO DE HICKS-KENNEDY

Diante das mudanças no ambiente econômico e progressivas pressões por inovação, o progresso técnico incorporado na economia ganha ênfase. Desde as primeiras discussões, percebe-se a necessidade de distinguir se as inovações eram autônomas ou induzidas. A ideia geral é que o viés da inovação é determinado por forças do próprio sistema econômico podendo induzir a um progresso técnico adaptado para maximizar os lucros.

O livro *The Theory of Wages* de Hicks (1932) prenuncia uma série de desenvolvimentos posteriores à sua publicação, incluindo algumas contribuições importantes. Hicks (1932) esclarece quais fatores podem induzir o surgimento das invenções. Reitera que uma mudança nos preços relativos dos fatores de produção é em si um incentivo à inovação. Se o progresso técnico é endógeno ao sistema, a acumulação tende a crescer mais rápido que a oferta de trabalho e o salário tende a se elevar. Isto induziria o capitalista a inovar tecnologicamente em busca de técnicas poupadoras de trabalho.

No contexto da teoria contemporânea do crescimento econômico, várias representações do progresso técnico endógeno apareceram na literatura. A função de progresso técnico de Kaldor (1957) foi apresentada como uma alternativa à função de produção agregada. Postula que tanto a participação nos lucros quanto a taxa de lucro são constantes e conclui, embora não demonstre, que uma economia capitalista converge para o progresso técnico do tipo Harrod-neutro com distribuição de renda constante. Estas formulações foram importantes contribuições para a evolução do pensamento sobre o progresso técnico, dentre eles para o modelo de Kennedy (1964).

A hipótese de progresso técnico induzido foi adaptada por Kennedy (1964) referindo-se a ela originalmente como a “função de possibilidades de inovação”. A partir do modelo de Kennedy foi possível encontrar uma explicação para a constância das participações relativas sem a necessidade de assumir que a função de produção tenha como forma de representação o progresso técnico Harrod-neutro. Pichardo (2015) destaca que a partir função de progresso técnico induzido foi possível formalizar a ideia crucial de maximização da função de redução dos custos por meio da inovação no contexto da distribuição de renda constante. Isto significa dizer que é razoável supor que a empresário vai escolher a mudança técnica que maximiza a redução do custo unitário, ou seja, minimiza os custos. Ao se pensar em progresso técnico faz-se necessário compreender quais fatores causam o seu efeito. De acordo com Pichardo (2015), as taxas de crescimento da produtividade do trabalho ( $g_x$ ) e do capital ( $g_p$ ) são determinantes na escolha do tipo de progresso técnico.

O modelo de Kennedy supõe que existe uma firma representativa que maximiza os lucros sobre a hipótese de concorrência perfeita. Se os empresários desejam produzir mais sempre haverá capital e trabalho aos seus respectivos preços num mercado competitivo. Por simplicidade existe apenas um produto e dois fatores: capital e trabalho. O custo total do trabalho para produzir uma unidade de produto é  $L$  e o total de capital é  $C$ . Denomina-se  $\lambda$  a parcela do custo do trabalho no custo total:

$$\lambda = \frac{L}{L + C} \quad (9)$$

E a parcela do custo do capital no custo total denota-se  $\gamma$ :

$$\gamma = \frac{C}{L + C} \quad (10)$$

Kennedy (1964) assume dois fatores de produção, trabalho e capital, com os preços dos fatores constantes ( $w = \bar{w}$ ,  $v = \bar{v}$ ). A partir da decisão da sociedade de quanto consumir e de quanto investir, calcula-se a produtividade do trabalho, quantidade de trabalho necessária para produzir uma unidade de produto, e a produtividade do capital, quantidade de capital necessária para produzir uma unidade de produto.

De modo geral, uma melhoria técnica reduzirá a quantidade de trabalho requerido para produzir uma unidade de produto de certa proporção ( $g_x$ ) e o montante de capital numa proporção ( $g_p$ ). Para tanto,  $g_x$  e  $g_p$  precisam ser menores que 1, mas não há razão para serem estritamente positivos. Kennedy (1964) considera razoável supor que o capitalista escolherá, ou procurará, por melhorias que reduzam seu custo total por unidade na maior proporção. Com preço dos fatores constantes, é possível definir  $R$  como a função redução total do custo unitário por unidade de produção:

$$R = \lambda g_x + \gamma g_p \quad (11)$$

A equação (11) sugere que a escolha do empresário pela técnica não será uma questão puramente tecnológica, mas sim influenciada pelos pesos econômicos de cada fator de produção  $\lambda$  (custo do trabalho) e  $\gamma$  (custo do capital). Kennedy (1964) estabelece que os pesos  $\lambda$  e  $\gamma$  não ficam apenas para a parte dos custos de um determinado fator nos custos totais, mas também para o compartilhamento de distribuição dos diferentes fatores. Se os custos do trabalho forem mais caros em relação ao custo do capital ( $\lambda > \gamma$ ) o empreendedor irá buscar, *ceteris paribus*, mais inovação para poupar trabalho, e vice-versa. Na medida em que esta inovação diminuir a quantidade de trabalho requerido para produzir uma unidade de produto de certa porcentagem ( $g_x$ ) a quantidade de capital aumenta numa proporção ( $g_p$ ). Kennedy (1964) representa esta hipótese por uma função de fronteira de possibilidades de inovação com a qual uma firma individual se depara. Esta função refere-se a uma restrição puramente tecnológica da forma:

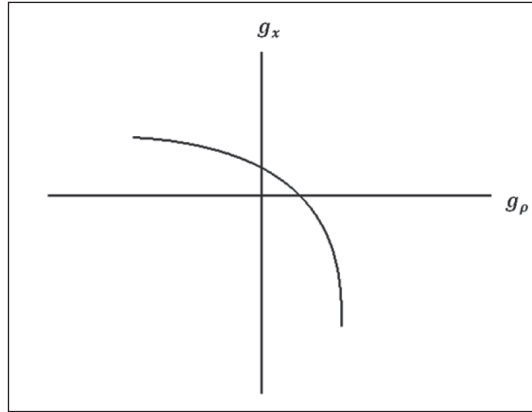
$$g_x = f(g_p) \quad (12)$$

Que no equilíbrio resulta em:

$$\frac{d_{g_x}}{d_{g_p}} = -\frac{\gamma}{\lambda} \quad (13)$$



Figura 5: Função Fronteira de Possibilidades de Inovação



Fonte: Elaborado pela autora com base em Kennedy (1964).

A Figura 5 ilustra a equação (12) e representa a fronteira de possibilidades de inovação. Os eixos horizontal e vertical medem a taxa de crescimento da produtividade do capital e do trabalho, respectivamente. A fronteira assegura uma restrição na escolha dos empresários quando se decide sobre qual inovação adotar. De acordo com Jones (1979), a fronteira de possibilidades de inovação é negativamente inclinada e côncava em relação à origem, pois garante que os empresários devem decidir entre a produtividade do capital ou do trabalho, não podendo optar por ambas. Esta condição é mais bem visualizada nos movimentos ao longo da curva, em que para se obter maiores taxas de  $g_x$  têm-se de sacrificar o aumento nas taxas de  $g_\rho$ . Pichardo (2015) nota que todas as alterações técnicas listadas na seção anterior estão presentes na fronteira de possibilidades de inovação: Harrod-neutro ocorre em  $g_\rho = 0$  Solow-neutro em  $g_x = 0$ , Hicks-neutro em  $g_x = g_\rho$  e Marx-viesado em  $g_\rho > 0, g_x < 0$ .

Na formulação de Kennedy, tem-se que quanto maior a proporção dos custos do trabalho no custo total maior será o investimento em inovação por parte do empresário com o objetivo de poupar trabalho. Portanto, o problema do empresário ou da economia como um todo é maximizar a função redução proporcional dos custos,  $R = \lambda g_x + \gamma g_\rho$ , sujeito à restrição da fronteira de possibilidades de inovação,  $g_x = f(g_\rho)$ . Pode-se dizer que há um viés tecnológico poupador de trabalho se o valor de equilíbrio do custo do capital ( $\gamma$ ) for maior do que o custo de trabalho ( $\lambda$ ). Se a parcela dos custos de capital ( $\gamma$ ) nos custos totais estiver reduzindo  $g_x$ , vai deixar de assegurar a constância nas participações do capital e trabalho na produção de um período para o outro. Então, ocorre uma queda no custo unitário de produção dos bens de capital devido ao próprio progresso tecnológico nesse setor. Essa queda proporcional no custo unitário de produção de bens de capital é chamada de “s”. A condição de equilíbrio nos pesos custo de capital ( $\gamma$ ) e custo do trabalho ( $\lambda$ ) será:

$$g_x = g_\rho + s \quad (14)$$

O sistema admite uma solução particularmente simples em que um único produto pode ser usado como bem de capital e de consumo. Uma queda proporcional do custo total médio de bens de capital ( $s$ ) será igual à queda proporcional no custo unitário de produção ( $R$ ), onde:

$$R = \lambda g_x + \gamma(g_p + s) \quad (15)$$

De modo que  $g_p = 0$ , ou seja, capital constante. Sempre que esse resultado ocorrer o equilíbrio da distribuição de longo prazo será determinado pela primeira derivada da fronteira de possibilidades de inovação quando  $g_p = 0$ . Em outras palavras, a produtividade do trabalho vai aumentar e a produtividade do capital permanece constante (progresso técnico Harrod-neutro).

## A TEORIA CLÁSSICA DE PROGRESSO TÉCNICO E A RELAÇÃO DISTRIBUIÇÃO-CRESCIMENTO

O impacto das taxas de lucro sobre o investimento e a acumulação de capital desempenha um papel crucial na determinação da taxa de crescimento de uma economia. O caminho de uma economia capitalista pode ser determinado pelas empresas que calculam a taxa de lucro de cada técnica de produção e escolhem a técnica mais rentável, dado o nível de salário real e a tecnologia existente. A fim de ganhar as taxas de lucro mais elevadas, as empresas tentam introduzir alterações técnicas que reduzem os custos de produção no nível atual dos salários reais e que levam a lucros elevados. Estas alterações técnicas são provocadas pela crescente acumulação de capital. No entanto, uma vez que a inovação técnica se torna generalizada, os preços são impulsionados para baixo e as taxas de lucro diminuem. A acumulação de capital e a necessidade de inovar, que conduz ao aumento das taxas de lucro, causam uma queda na taxa de lucro. A combinação do aumento da parcela salarial com uma quota de capital diminuindo produz uma queda na taxa de lucro que é seguido pela diminuição das taxas de crescimento econômico.

O *trade-off*<sup>1</sup> entre salários e lucros, existente na economia capitalista, pode ser utilizado como uma ferramenta para explicar a análise do padrão do progresso técnico no crescimento econômico. Existem indícios em Foley e Michl (1999) que uma elevada parcela dos custos trabalhistas nos custos totais pode induzir a economia do trabalho para o progresso técnico. A teoria clássica afirma que os capitalistas tendem a defender as suas taxas de lucro e adotar novas técnicas viesadas a economizar trabalho.

O progresso técnico eleva-se com a adição de novas técnicas de produção à tecnologia ao longo do tempo. Um dos fatos estilizados sobre o crescimento econômico é que o progresso técnico não é neutro, no sentido de melhorar simetrica-

---

<sup>1</sup> Expressão que implica um conflito de escolha. Ato de escolher uma coisa em detrimento de outra.

mente a produtividade do trabalho e do capital. Como lembram os autores, para um grande corte transversal de países capitalistas, e em períodos longos de tempo, o progresso técnico é inclinado para o trabalho. Isto é, enquanto a produtividade do trabalho cresce ao longo do tempo, a produtividade do capital estagna ou cai através do tempo. Este fato empírico corresponde à descrição de progresso técnico Marx-viesado.

Os modelos de crescimento de Duménil e Lévy e de Foley e Michl formalizam as tendências de longo prazo das economias capitalistas propostas por Marx. Para estes autores, em longos períodos as economias capitalistas desenvolvidas estão sujeitas ao progresso técnico Marx-viesado. Os modelos desenvolvidos por Foley e Michl (1999) e por Duménil e Lévy (2003) são muito semelhantes e pertencem ao grupo de modelos macroeconômicos agregados derivados das contas nacionais e da tradição clássica. Ambos assumem uma economia com duas classes (capitalistas e trabalhadores), que produz apenas um bem.

Duménil e Lévy (2003) têm chamado o progresso técnico com padrão Marx-viesado de “trajetórias *à la* Marx” e postulam teorias do salário real e da mudança técnica. Foley e Michl (1999) denominam este padrão como “um modelo clássico de crescimento com mudança técnica Marx-tendenciosa” e propõem que o salário real cresce à mesma taxa que a produtividade do trabalho e que tanto a produtividade do trabalho e a relação produto-capital (as variáveis técnicas) evoluem em determinadas taxas de crescimento.

Segundo Bresser-Pereira (1986), a taxa de lucro constitui-se uma variável estratégica dentro do sistema capitalista, na medida em que ela depende da acumulação de capital. Identifica-se o progresso técnico com o aumento da acumulação de capital. O autor verifica que realmente é possível falar-se em uma tendência declinante da taxa de lucro em longo prazo. De acordo com o seu ponto de vista, essa tendência emerge da circulação e acumulação de capital e da substituição do trabalho por capital, sendo uma barreira inerente ao próprio capital. Superar continuamente a tendência declinante da taxa de lucro é a forma de desenvolvimento econômico do sistema capitalista. A incorporação do progresso técnico poupador de capital pelas empresas é uma das estratégias que compensa essa tendência dinâmica. Bresser-Pereira (1986) reitera que a sustentação de uma taxa média de lucro acima de um nível mínimo é essencial para a manutenção do sistema capitalista, já que na ausência de lucro não haveria acumulação de capital e os capitalistas iriam preferir entesourar seu excedente.

Pichardo (2004) analisou as tendências da taxa de crescimento da produtividade do trabalho nas principais economias da América Latina (Argentina, Brasil, Chile, Colômbia e México) e dos Estados Unidos durante o período 1963-1998. No início dos anos 1980 estas economias entraram em uma desordem fortemente volátil e prolongada. Ocorreram quedas na produtividade do trabalho, nos salários reais e na taxa de crescimento do estoque de capital. Neste período as seis economias apresentaram taxas médias de crescimento da produtividade do trabalho positivas. Depois de 1990, a divergência da produtividade do trabalho entre os países latino-americanos começaram a aparecer. Segundo Pichardo (2004), a produ-  
ti-

vidade do trabalho foi maior nos Estados Unidos do que nos cinco países latino-americanos, e entre esses países houve profundas diferenças na produtividade do trabalho. Entre os cinco países da América Latina, a Argentina alcançou um nível maior de produtividade do trabalho. A taxa de crescimento média da produtividade do trabalho de 1964-1980 é substancialmente maior do que a taxa de crescimento em 1981-1998. Em termos do crescimento da produtividade do trabalho, o Chile pode ser caracterizado como o líder da América Latina, enquanto a Colômbia é o retardatário.

No início de 1980 as economias latino-americanas passaram a seguir o progresso técnico Marx-viesado e o objetivo de recuperação da taxa de lucro. Este período marca a ruptura do desempenho da maioria dos países selecionados. Conforme disposto por Pichardo (2004), a tendência de progresso técnico Marx-viesado esteve presente nos Estados Unidos entre 1963 e 1998. Neste, a produtividade do trabalho era inversamente relacionada com a do capital. Uma participação constante nos lucros combinada com uma queda da produtividade do capital implicou a diminuição da taxa de lucro ao longo do tempo.

Duménil e Levy (1995) mostram que os Estados Unidos estavam sujeitos a um progresso técnico Hicks-neutro entre 1920 e 1960, pois ambos, produtividade do trabalho e do capital, estavam crescendo enquanto o salário real e a taxa de lucro também aumentavam. Acredita-se que a economia norte-americana tenha entrado numa trajetória diferente após 1990 e experimentado aumentos da taxa de lucro e de crescimento econômico.

As economias da América Latina, segundo Pichardo (2004), sofreram profundas mudanças nas políticas econômicas no início de 1980. Na Argentina e no Chile, tanto o índice de produtividade do trabalho quanto do capital cresceram neste período, caracterizando o progresso técnico do tipo Hicks-neutro. No Brasil e no México constatou-se o padrão de progresso técnico Harrod-neutro quando a produtividade do trabalho cresceu enquanto a produtividade do capital manteve-se praticamente constante. A Colômbia foi o único país latino-americano que experimentou progresso técnico Marx-viesado, de modo que a produtividade do trabalho cresceu enquanto a produtividade do capital diminuiu.

Um trabalho acerca da perspectiva clássica do desenvolvimento econômico é o de Marquetti (2004), que segue uma longa tradição entre os economistas que vê o progresso técnico na produção capitalista expresso de uma forma viesada, de modo a economizar o insumo relativamente caro. O autor avalia econometricamente a hipótese de que o aumento do salário contribuiu para o surgimento de tecnologias poupadoras de trabalho. A relação empírica entre o salário real e a produtividade do trabalho é analisada em duas etapas. A primeira investiga se a produtividade do trabalho aumenta a um ritmo semelhante ao dos salários reais, e segunda, analisa as relações causais entre os salários reais e a produtividade do trabalho.

Com base nos dados históricos dos Estados Unidos, Marquetti (2004) buscou averiguar a existência de uma relação de longo prazo entre salário real e a produtividade do trabalho. O método proposto é o teste de causalidade de Granger para análise de cointegração. A hipótese nula do teste é de que salário não Granger

causa tecnologias poupadoras de trabalho. Com um grau elevado de confiança o autor rejeita essa assertiva, concluindo que aumentos de salários reais induziram um progresso técnico poupador de trabalho. Há, portanto um movimento unidirecional de causalidade entre salários reais e produtividade do trabalho para a economia norte-americana no período entre 1960 e 2001. Isto é explicado pelo fato de que os capitalistas tendem a adotar novas técnicas para defender suas taxas de lucro. Este resultado é consistente com uma longa tradição entre os economistas que acreditam que o progresso técnico é induzido pela busca na redução dos insu- mos de alto custo.

Marquetti (2004) investigou a evolução do trabalho e da produtividade do capital para seis países desenvolvidos (Estados Unidos, Grã-Bretanha, Holanda, Alemanha, França e Japão) entre 1820 e 1992 por meio da relação distribuição-crescimento. O autor constatou que o progresso técnico predominante foi o padrão Marx-viesado, sendo que o Japão foi o único país que apresentou um padrão Marx-viesado em todo o período. Outro fato relevante foi a constatação da queda da taxa de lucro para o período analisado. Isto reforça a hipótese marxista de taxa de lucro declinante dada pela retração da produtividade do trabalho ao salário real vigente. Foram identificadas três fases de uma inovação técnica, sendo que a primeira e a terceira fase seguiram o padrão Marx-viesado. Os dados mostram ainda a existência de correlação negativa entre a produtividade do capital e do trabalho no curso do desenvolvimento econômico.

A crítica neoclássica liderada por Samuelson (1965) afirmava que não há possibilidade de que a inovação seja viesada no sentido de poupar trabalho, de modo que esta abordagem não é capaz de proporcionar uma análise coerente para analisar a produção e a distribuição de renda. Ferretti (2008) resgata esta crítica no intuito de demonstrar que a perspectiva clássica é capaz de fornecer uma explicação coerente para dados da produtividade do trabalho e do capital, alternativas à abordagem-padrão fundada na função de produção neoclássica. O autor faz uso de uma fronteira salário real-taxa de lucro em busca de evidências empíricas para 18 economias industrializadas durante o período 1961-2005, entre as quais 15 são países europeus.

Os resultados encontrados por Ferretti (2008) correspondem com o progresso técnico Marx-viesado e revelam que a produtividade do trabalho e o salário real tendem a aumentar à mesma taxa. Enquanto a taxa de depreciação e o estoque de capital por trabalhador aumentam, a relação capital por trabalhador tende a diminuir. Menores taxas de lucro levam a redução da taxa de acumulação de capital. De acordo com Ferretti (2008), a análise de séries de tempo por meio da fronteira salário real-taxa lucro revelaram uma evolução desigual do progresso técnico. Conclui que há uma notável prevalência do progresso técnico Marx-viesado principalmente durante as fases caracterizadas pelo baixo nível de crescimento econômico. Os resultados são consistentes com os coletados por Marquetti (2004) e adicionam novas evidências sobre a evolução do progresso técnico no desenvolvimento dos países durante os últimos anos.

A existência e a direção de causalidade de longo prazo entre os salários reais

e a produtividade do trabalho também são examinadas em Souza (2014). Novas evidências consistentes com a teoria clássica são encontradas pelo autor, que analisa um painel de dados para as indústrias de economias desenvolvidas e em desenvolvimento. A partir da realização de testes de cointegração os resultados apontaram tendências estocásticas comuns entre a produtividade do trabalho e os salários reais. Outro fator analisado foi se as indústrias modernas dos países em desenvolvimento possuem viés da mudança tecnológica no sentido de inovar à medida que expandem para poupar trabalho. Evidências preliminares apontaram que os mecanismos de vinculação da produtividade do trabalho com os salários reais, no longo prazo, também estão presentes no setor de manufatura nos países em desenvolvimento.

## METODOLOGIA ECONOMÉTRICA

A fronteira de possibilidade de inovação para os Estados Unidos foi estimada por meio da equação do modelo teórico apresentado por Kennedy (1964). O objetivo é verificar se a fronteira de possibilidades de inovação dos Estados Unidos é uma descrição compatível com o progresso técnico ocorrido no período 1950-2011. Para encontrar o padrão de progresso técnico será empregada a análise gráfica com o objetivo de interpretar os seus efeitos sobre as participações relativas de capital e trabalho. Uma vez que as taxas de crescimento da produtividade do trabalho ( $g_x$ ) e do capital ( $g_\rho$ ) sejam encontradas é possível definir vários tipos de progresso técnico. Como ilustração desta ideia, a adoção de uma determinada técnica será definida com base na taxa de salário e na taxa de lucro.

O banco de dados utilizado na análise econométrica é o *United States Long Term* (USLT) organizado por Dumenil e Lévy (1994). O USLT dispõe de uma série de dados para a economia dos Estados Unidos desde a Guerra Civil. Contempla um conjunto básico de contas nacionais, dados demográficos, entre outros. Os dados correspondem a uma série anual para um período de 141 anos. A unidade de análise é a economia privada dos Estados Unidos cujos dados cobrem o período de 1950 a 2011. As variáveis empregadas na verificação empírica da presente dissertação foram o Produto Interno Bruto (X); o Estoque de capital (K); o Número de trabalhadores (L); e a Produtividade do trabalho ( $x$ ) e do capital ( $\rho$ ).

A ideia da formulação de Kennedy é que uma maior economia do trabalho requer um aumento da entrada de capital, que pode ser alcançado por meio do progresso técnico poupador de trabalho. O modelo de Kennedy foi construído com base em identidades das contas nacionais e quando aplicados a dados empíricos pode identificar tendências de longo prazo e pontos de interrupção em economias específicas. De modo geral, uma melhoria técnica reduzirá a quantidade de trabalho requerido para produzir uma unidade de produto de certa proporção ( $g_x$ ) e o montante de capital numa proporção ( $g_\rho$ ). Para encontrar uma equação que permita estimar, em termos econométricos, a fronteira de possibilidades de inovação proposta por Kennedy, a equação (12) é reescrita como:

$$g_x = \beta_1 + \beta_2 g_p + \varepsilon_i \quad (16)$$

Em que  $g_x$  e  $g_p$  representam, respectivamente, a taxa de crescimento da produtividade do trabalho e do capital;  $\beta_1$  e  $\beta_2$  representam os parâmetros estruturais;  $\varepsilon$  define o termo de erro, enquanto o subscrito  $i$  refere-se ao estado  $i$ . Do ponto de vista da teoria econômica a variável explicativa tende a apresentar sinal esperado negativos de  $\beta_2$  para seguir o mesmo padrão esperado da fronteira de possibilidades de inovação.

## A FRONTEIRA DE POSSIBILIDADES DE INOVAÇÃO DOS ESTADOS UNIDOS

Esta seção contempla a análise e discussão dos resultados. Para aferir empiricamente a fronteira de possibilidades de inovação para os Estados Unidos estimou-se um modelo econométrico de séries de tempo. Os parâmetros desconhecidos foram estimados por meio do processo de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), visto que o modelo não contém vetores de cointegração. Optou-se por estimar o modelo com taxas de crescimento de oito anos em virtude do ciclo de vida do capital ou o tempo de retorno do investimento sobre o capital. O modelo econométrico com taxas de crescimento de oito anos foi aquele que melhor representou a substituição do capital por trabalho e obteve os maiores valores para os coeficientes de determinação e angular. Isto sugere que após este período a eficiência do capital começa a se esgotar e o trabalho passa a ser mais eficiente que o capital, o que denota um novo ciclo de vida do capital. Deste modo, o ciclo de vida do capital é delineado de acordo com tempo necessário para que os agentes econômicos assimilem a nova tecnologia.

Num contexto de séries temporais, um dos primeiros passos da pesquisa foi descobrir se as séries temporais coletadas são estacionárias. A inspeção visual de série raramente permite distingui-la como de tendência estocástica ou tendência determinística. Para evitar a ocorrência de equívocos foram utilizados testes para verificação da existência de raiz unitária. Convencionalmente, utiliza-se mais de um teste de acordo com as características do processo estocástico e as preferências do pesquisador.

Para descobrir se o modelo tem ou não raiz unitária optou-se por utilizar os testes de *Dickey-Fuller Aumentado* (ADF) e *Phillips-Perron* (PP) que testaram a hipótese  $H_0$  de que as séries observadas são não estacionárias no nível de 1%, 5% e 10% de significância, e o teste *Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin* (KPSS) no qual se testou a hipótese  $H_0$  de que as séries são estacionárias a 1% de significância (LM Stat. = 0,7390). A Tabela 1 apresenta os resultados estimados pelos testes em nível e em primeira diferença. O critério utilizado foi o critério de Schwarz.

Tabela 1: Resultados dos testes de estacionariedade  
(taxas de crescimento de oito anos)

		ADF		PP		KPSS	
		$g_x$	$g_p$	$g_x$	$g_p$	$g_x$	$g_p$
Com intercepto	Em nível	0.5247	0.0558***	0.4237	0.2662	0.287697*	0.191265*
	Em primeira diferença	0.0227**	0.0000*	0.0000*	0.0000*	0.109693*	0.106593*
Com intercepto e com tendência	Em nível	0.6900	0.2745	0.7027	0.6320	0.128143*	.081577*
	Em primeira diferença	0.0994***	0.0000*	0.0002*	0.0000*	0.113189*	0.067393*
Nenhum	Em nível	0.3092	0.0050*	0.1584	0.0468**		
	Em primeira diferença	0.0018*	0.0000*	0.0000*	0.0000*		

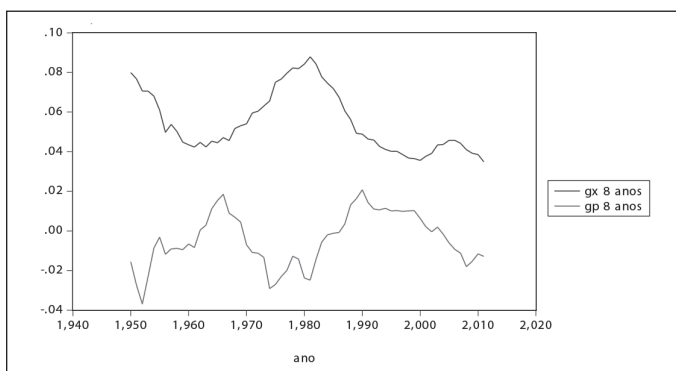
Fonte: Dados da pesquisa (2017).

\*estacionária no nível de 1%, \*\* estacionária a 5%, \*\*\*estacionária a 10%.

Verificou-se que o teste KPSS foi o único que não detectou raiz unitária em nível para todas as variáveis analisadas. Isto sugere que as séries da economia norte-americana são estacionárias em nível, ou integradas de ordem zero,  $I(0)$ . Deste modo, a variância da série é finita e choques ou inovações sobre a variável dependente têm efeitos temporários e os coeficientes de autocorrelação simples decrescem rapidamente com o aumento do número de defasagens. Portanto, optou-se por considerar os resultados obtidos pelo teste de KPSS não perfazendo o teste de cointegração. Nos testes ADF e PP não se constatou estacionariedade da série em nível e o procedimento foi repetido com o uso da primeira diferença. Logo, a defasagem ótima encontrada foi igual a 1, o que demonstra que a série é integrada de grau I (1) e sua variância tende ao infinito à medida que o período de tempo cresce. Segundo Matos (2000), os choques ou inovações sobre a variável dependente terão efeitos permanentes e os coeficientes de autocorrelação tendem para 1 com o aumento do número de defasagens. A Figura 6 ilustra a evolução das taxas de crescimento dos parâmetros capital e trabalho ao longo do período analisado.



Figura 6: Evolução das taxas de crescimento dos parâmetros trabalho e capital nos Estados Unidos entre 1950 e 2011



Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Observa-se na Figura 6 a existência de um *trade-off* entre a taxa de crescimento da produtividade do capital e do trabalho, tal como sugere a fronteira de possibilidades de inovação de Kennedy (1964). Logo, uma melhoria técnica reduz a quantidade de trabalho requerido para produzir uma unidade de produto de certa proporção ( $g_x$ ) e o montante de capital numa proporção ( $g_p$ ). Nesse período, o progresso técnico tomou a forma Marx-viesada. Realizou-se o ajustamento da série temporal por meio do MQO para 62 observações resultantes do período analisado. Na Tabela 2 discrimina-se cada uma das variáveis incluídas na função de regressão, com os respectivos coeficientes estimados, erros-padrão, estatísticas  $t$  calculadas e probabilidade de rejeição de  $H_0$  (nível de significância).

Tabela 2: Resultados do modelo de regressão

Variável	Coefficiente	Erro-Padrão	Estatística-t	Probabilidade
C	0.051948	0.001678	3.095.423	0.0000
$g_p$ 8 anos	-0.689544	0.119362	-5.776.898	0.0000
R <sup>2</sup>				0.357413
R <sup>2</sup> Ajustado				0.346703
Soma dos erros da regressão				0.012581
Soma dos quadrados dos resíduos				0.009496
Função log probabilidade				1.843.289
F-calculado				3.337.255
Probabilidade (F-calculado)				0.000000
Média da variável dependente				0.054913
Desvio-padrão da variável dependente				0.015565
Critério de informação Akaike				-5.881.577

Critério de informação Schwarz	- 5.812.960
Critério de informação Hannan-Quinn	- 5.854.637
Estatística Durbin-Watson	0.188382

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

As especificações econométricas de cada parâmetro mostram que pelo resultado do intercepto pode-se inferir que se a taxa de crescimento da produtividade do capital ( $g_p$ ) for igual a zero, a taxa de crescimento da produtividade do trabalho ( $g_x$ ) aumenta 5,1948%. O resultado aferido para o coeficiente angular mostra que o aumento de 1% na taxa de crescimento da produtividade do capital ( $g_p$ ) resulta em uma redução de 68,954% na taxa de crescimento da produtividade do trabalho ( $g_x$ ). Essas informações sugerem uma baixa elasticidade do intercepto e do coeficiente angular em relação à variável dependente. Ou seja, variações na taxa de crescimento de capital causam poucas alterações na taxa de crescimento da produtividade do trabalho. De modo geral, os resultados reportados pelo modelo econométrico estimado parecem ser consistentes com o padrão de progresso técnico Marx-viesado e permitem constatar que a fronteira de possibilidades de inovação estimada é uma descrição compatível com o progresso técnico ocorrido no período de análise.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo investigou empiricamente a relação entre a taxa de crescimento das produtividades do capital e do trabalho. O problema principal foi verificar se o formato teórico da fronteira de possibilidades de inovação derivada de Kennedy (1964) encontra respaldo empírico quando estimado para os Estados Unidos no período 1950-2011. A partir da revisão de literatura clássica do desenvolvimento econômico que trata da hipótese do progresso técnico induzido foi possível identificar os fundamentos teóricos envolvidos na derivação da fronteira de possibilidades de inovação. Observaram-se as razões pelas quais o progresso técnico pode assumir uma forma particular bem como os seus efeitos na distribuição de renda entre capital e trabalho.

A sustentação teórica das abordagens de Hicks (1932) e Kennedy (1964) esclareceu quais fatores podem induzir o capitalista a inovar tecnologicamente em busca de técnicas poupadoras de trabalho. No contexto do debate sobre progresso técnico a fronteira de possibilidades de inovação de Kennedy (1964) assegura uma restrição na escolha dos capitalistas quando se decide sobre qual inovação adotar, de tal modo que maiores taxas de crescimento da produtividade do trabalho ocorrem quando maior é a participação do trabalho na renda.

Revisaram-se as concepções observadas na literatura recente no âmbito específico da teoria do progresso técnico induzido. Os aspectos essenciais da teoria do progresso técnico induzido foram fundamentados sob a perspectiva de Duménil e

Levy (2009), central para a análise clássica-marxista. A partir da função de progresso técnico induzido foi possível formalizar a ideia de maximização dos lucros por meio da inovação.

Os métodos pelos quais o progresso técnico pode ser representado foram aferidos por meio de evidências empíricas que abordam a relação entre progresso técnico e crescimento econômico, sobretudo centrando-se nas concepções teoricamente derivadas de Kennedy (1964). O padrão de progresso técnico Marx-viesado mostrou-se um valioso instrumento para interpretar os caminhos do crescimento econômico em economias capitalistas. Foram revisitados estudos empíricos derivados da teoria clássica do progresso técnico Marx-viesado com as suas devidas adaptações bem como as metodologias utilizadas, que serviram como referência para a estimação da fronteira de possibilidades de inovação.

Para averiguar empiricamente a fronteira de possibilidade de inovação adaptou-se a equação do modelo teórico apresentado por Kennedy (1964). A partir da base de dados *United States Long Term* (USLT) foi possível a utilização de um modelo econométrico de séries de tempo. A metodologia empregada permitiu estimar a fronteira de possibilidades de inovação para os Estados Unidos no período 1950-2011.

A taxa de crescimento da produtividade do trabalho ( $g_x$ ) e a taxa de crescimento da produtividade do capital ( $g_p$ ) do modelo de regressão foram estimadas por meio do processo MQO, visto que o modelo não contém vetores de cointegração. O modelo econométrico que melhor representou a substituição do capital por trabalho foi alcançado com taxas de crescimento de oito anos, pois apresentou os maiores valores obtidos para os coeficientes de determinação e angular. Observou-se que após este período a eficiência da tecnologia começa se esgotar e a aprendizagem humana passa a ser mais eficiente que o capital, o que denota um novo ciclo econômico. Deste modo, o ciclo de vida do capital é delineado de acordo com o tempo necessário para que os agentes econômicos assimilem a nova tecnologia.

Os resultados sugerem existência de um *trade-off* entre a taxa de crescimento da produtividade do capital e do trabalho. Ressalta-se que uma elevação na taxa de crescimento da produtividade do trabalho foi obtida por um decréscimo na taxa de crescimento da produtividade do capital, dado que a parcela da renda do trabalho foi superior a 50%. Pode-se inferir, pelas especificações econométricas dos parâmetros, que a taxa de crescimento da produtividade do trabalho ( $g_x$ ) aumentou 5,1948% sempre que a taxa de crescimento da produtividade do capital ( $g_p$ ) foi igual a zero, e aumentou 68,954% quando a taxa de crescimento da produtividade do capital ( $g_p$ ) diminuiu 1%. A estimação empírica da fronteira de possibilidade de inovação para os Estados Unidos sugere, portanto, que há um *trade-off* entre o crescimento das produtividades do capital e do trabalho. Constatou-se ainda que após oito anos a eficiência do capital começa a se esgotar e o trabalho passa a ser mais eficiente que o capital, o que denota um novo ciclo de vida do capital.

Ainda incipientes, os resultados confirmam que a fronteira de possibilidades de inovação estimada é compatível com a descrição do progresso técnico ocorrido

nos Estados Unidos no período de análise. A estimativa do modelo teórico de Kennedy mostrou que há um viés tecnológico poupador de trabalho. A possível explicação para este fenômeno pode ser a maior participação na renda do trabalho do que o capital. Assim, os resultados reportados reforçam a hipótese de que o maior custo salarial é um fator relevante para a promoção do progresso técnico.

Encontrar evidências empíricas da fronteira de possibilidades de inovação e da relação entre o progresso técnico e o seu impacto no crescimento econômico pode ser útil para a formulação de políticas públicas ao contribuir para que os agentes possam traçar o caminho em direção ao crescimento econômico das economias. Os resultados aqui obtidos podem provocar novos estudos sobre a fronteira de possibilidades de inovação. Um aperfeiçoamento futuro seria adequar o modelo de estudo às sugestões teóricas vigentes. Não obstante, poder-se-ia utilizar a fronteira de possibilidades de inovação estimada para avaliar a sua relação com outras variáveis envolvidas na discussão relativa à literatura do desenvolvimento econômico. Outra possibilidade seria a análise dos dados resultantes da aplicação das metodologias apresentadas ao longo deste artigo para observar qual o formato empírico da fronteira de possibilidades de inovação para um painel ou grupo de países. Sugere-se ainda o aperfeiçoamento deste trabalho para futuros modelos de previsão.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRESSER-PEREIRA, L. C. (1986) *Lucro, acumulação e crise: a tendência declinante da taxa de lucro reexaminada*. São Paulo: Editora Brasiliense.
- DUMÉNIL, G.; LÉVY, D. (1995) “A Stochastic Model of Technical Change, Application to the US Economy (1869-1989)”, *Metroeconomica*, Vol. 46(3), pp. 213-245. Disponível em: < <https://doi.org/10.1111/j.1467-999X.1995.tb00380.x>>. Acesso em: 02 abr. 2017.
- DUMÉNIL, G.; LÉVY, D. (2009) “The classical-marxian evolutionary model of technical change. Application to historical tendencies”, *The Classical Approach to Technical Change and Capital Accumulation*, Nova York, version March 16, January 3-5, 2009. Disponível em <<http://www.cepremap.fr/membres/dlevy/dle2011o.pdf>>. Acesso em 02 abr. 2017
- DUMÉNIL, G.; LÉVY, D. (2003) “Technology and distribution: historical trajectories à la Marx”, *Journal of Economic Behavior and Organization*, Vol. 52, pp. 201-233. Disponível em: < [https://doi.org/10.1016/S0167-2681\(03\)00022-2](https://doi.org/10.1016/S0167-2681(03)00022-2)>. Acesso em 17.08..
- DUMÉNIL, G.; LÉVY, D. (2013) United States Long Term – USLT. Data Base, Version January 2013. Disponível em: < <http://www.jourdan.ens.fr/levy/uslt4x.txt>>. Acesso em: 21 jan. 2017.
- FERRETTI, F. (2008) “Patterns of technical change: a geometrical analysis using the wage- profit rate schedule”, *International Review of Applied Economics*. Volume 22, 2008: 565-583.
- FOLEY, D. K.; MICHL, T. R. (1999) *Growth and Distribution*. Massachusetts: Harvard University Press.
- FOLEY, D. K. (2003) “Unholy Trinity: Labor, capital, and land in the new economy”, London: Routledge. Disponível em: <<http://www.econ-pol.unisi.it/pubdocenti/lec1.pdf>>. Acesso em: 24 jul. 2017.
- HICKS, J. R. (1932) *The Theory of Wages*. London: Macmillan.
- JONES, H. G. (1979) *Modernas teorias do crescimento econômico: uma introdução*. São Paulo: Atlas.
- KALDOR, N. (1957) “A Model of Economic Growth”, *The Economic Journal*, Vol. 67, No. 268, pp. 591-624.

- KENNEDY, C. (1964) “Induced bias in the theory of innovation and the theory of distribution”, *The Economic Journal*, Vol. 74, No. 295, p. 541-547.
- MARQUETTI, A. A. (2004) “Do rising real wages increase the rate of labor-saving technical change? Some econometric evidence”, *Metroeconomica*, v. 55, ed. 4, p. 432-441.
- MARQUETTI, A. A.; PORSE, M. C. S. (2014) “Patrones de progreso técnico en la economía brasileña, 1952-2008”, *CEPAL Review* (Print), v. 113, p. 61-78.
- MARX, K. (1982) *O Capital*. São Paulo: Abril Cultural.
- MATOS, O. C. (2000) *Econometria básica: teoria e aplicações*. 3 ed. São Paulo: Atlas.
- PICHARDO, G. M. (2004) “Growth Tendencies in Main Latin American Economies, 1963-1998”, Congrès Marx International IV, UNAM, Section Economie, October, 1. Disponível em: <<http://actuelmarx.parisnanterre.fr/m4mendoz.htm>>. Acesso em 23 mar. 2017.
- PICHARDO, G. M. (2015) “Theoretical Technical Change Patterns and Technical Change during the Neoliberal Era (1980-2013)”, Paper proposed to be presented at 12th International Conference. Developments in Economic Theory and Policy, Bilbao.
- RICARDO, D. (1982) *Princípios de Economia Política e Tributação*. São Paulo: Abril Cultural (Os Economistas).
- SAMUELSON, P. A. (1965) “A theory of induced innovation along Kennedy – Weizsdicker Lines”, *Review of Economics and Statistics*, 47, 343-56.
- SMITH, A. (1982) *A riqueza das nações: investigação sobre sua natureza e suas causas*. São Paulo: Abril Cultural.
- SOLOW, R. M. (1956) “A Contribution to the Theory of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*”, nº LXX.
- SOUZA, J. P. (2014) “Real wages and labor-saving technical change: evidence from a panel of manufacturing industries in mature and labor-surplus economies”, Department of Economics, University of Massachusetts-Amherst. Disponível em: <[https://scholarworks.umass.edu/econ\\_workingpaper/171/](https://scholarworks.umass.edu/econ_workingpaper/171/)>. Acesso em: 05 jun. 2017.

