



## Efeitos do hiato tecnológico e da taxa de câmbio real sobre o crescimento em uma abordagem Kaldoriana

*Matheus Ribeiro\** , *Luciano Ferreira Gabriel\*\** 

\* Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Governador Valadares (MG), Brasil. E-mail: [matheus.econ@gmail.com](mailto:matheus.econ@gmail.com)

\*\* Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Juiz de Fora (MG), Brasil. E-mail: [lucianofg@gmail.com](mailto:lucianofg@gmail.com)

SUBMISSÃO: 12 DE AGOSTO DE 2021 VERSÃO REVISADA (ENTREGUE): 09 DE MARÇO DE 2022 APROVADO: 04 DE MAIO DE 2022

---

### RESUMO

O presente trabalho visa analisar a influência da taxa de câmbio real (RER) e do hiato tecnológico no crescimento econômico. Verificou-se que a relação máxima entre RER e crescimento é influenciada pelo hiato tecnológico. A redução do hiato tecnológico, proporcionada por melhoras do capital humano e pelo aumento do estoque de conhecimento, pode levar à aceleração do crescimento, seja por meio de mudanças estruturais ou pela melhora da competitividade extra preço. Portanto, é possível observar, formalmente, novos canais em que a desvalorização de RER e a redução do hiato tecnológico podem levar a um novo processo de causalidade cumulativa.

**PALAVRAS-CHAVE:** Taxa de câmbio real; Hiato tecnológico; Mudanças estruturais e crescimento econômico

## **Technological gap and the real exchange rate effects on growth in a Kaldorian approach**

### **ABSTRACT**

This paper aims to analyze the influence of the real exchange rate (RER) and the technological gap on economic growth. It was found that the maximum relationship between RER and growth is influenced by the technological gap. Still, the reduction of the technological gap, provided by improvements in human capital and an increase in the stock of knowledge, can lead to an increase in growth, either through structural changes or by improving extra-price competitiveness. Thus, it was possible to observe new channels to which devaluation and reduction of the technological gap can lead to a new process of cumulative causality.

**KEYWORDS:** Real exchange rate; Technological gap; Structural changes, and growth

---

## 1. Introdução

Diversos estudos se concentraram na importância da indústria e das exportações para o crescimento econômico. Particularmente, Kaldor (1970) argumentou que um processo de crescimento cumulativo poderia ocorrer por meio da Lei de Kaldor-Verdoorn<sup>1</sup>, com uma influência muito importante desse setor. Esses argumentos foram formalizados por Dixon e Thirlwall (1975).

Partindo de um arcabouço teórico similar àqueles apresentados por Dixon e Thirlwall (1975), Thirlwall (1979) apontou que, na verdade, existe um limite ao crescimento do produto. Para o autor, o crescimento tende a ser, geralmente, restrito pelo Balanço de Pagamentos (BP). Feitas determinadas suposições, o modelo mostrou que o crescimento seria igual a razão entre a taxa de crescimento das exportações e a elasticidade-renda das importações.

A Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) já apontava, na década de 1950, sua preocupação com as elasticidades-renda do comércio internacional dos países em desenvolvimento. Isso fica mais evidente nos modelos de crescimento centro-periferia (Norte-Sul) de Prebisch (1950), Seers (1962), e outros. Como os produtos primários têm uma elasticidade-renda menor que a unidade (“Lei de Engel”) e os industriais maior que a unidade, e se os termos de troca entre esses dois setores permanecerem constantes, o país exportador de produtos primários (Sul) será limitado pelo BP em comparação a um país industrializado (Norte).

Além da evidente importância das elasticidades do comércio internacional para o crescimento econômico de longo prazo, há

---

<sup>1</sup> O mecanismo Kaldor-Verdoorn se refere ao aumento da produtividade advindo do próprio crescimento. Um aumento na produção industrial tende a aumentar a produtividade na própria indústria que, devido aos transbordamentos e retornos crescentes de escala, aumenta a produtividade de toda a economia. Os retornos crescentes de escala são definidos como vantagens cumulativas advindas do crescimento da própria indústria, como o desenvolvimento de habilidades e *know-how*; fácil comunicação de ideias e experiência; diferenciação de processos e maior especialização. Para mais detalhes ver Verdoorn (2002), Kaldor (1970), Dixon e Thirlwall (1975) e McCombie e Thirlwall (1994).

diversos trabalhos empíricos que apontam a importância da taxa de câmbio real (RER) para que esse crescimento seja possível, a exemplo de Razin e Collins (1997), Aguirre e Calderón (2005), Rodrik (2008), dentre outros.

Missio e Jayme Junior (2013), por exemplo, endogeneizaram as elasticidades-renda em função da RER. A justificativa desses autores é que a política cambial poderia incentivar os investimentos, principalmente em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), o que aumentaria a competitividade extra preço<sup>2</sup>. Missio e Gabriel (2016) endogeneizaram a produtividade em função da participação da indústria do Produto Interno Bruto (PIB) (uma *proxy* para mudanças estruturais) e, ainda, formularam funções das mudanças estruturais e das elasticidades do comércio internacional em relação a RER. Por sua vez, Gabriel e Missio (2018) especificaram uma equação das mudanças estruturais em função da RER, com uma relação não linear (quadrática), entre outros.

Nesse sentido, com base na estrutura dos modelos de Dixon e Thirlwall (1975) e de Thirlwall (1979) – denominando-o modelo Kaldor-Dixon-Thirlwall (KDT) – objetiva-se formalizar como o crescimento econômico é influenciado pelo hiato tecnológico e as não-linearidades dos efeitos da taxa de câmbio (RER). Portanto, busca-se ampliar a explicação da relação entre estrutura produtiva e elasticidades-renda, tendo em vista os potenciais efeitos de RER sobre o crescimento. Seguindo os resultados e as contribuições de Razin e Collins (1997), bem como Aguirre e Calderón (2005), considera-se que tanto excessivas subvalorizações quanto excessivas sobrevalorizações não seriam benéficas ao crescimento econômico. Nesse aspecto, a maior contribuição do trabalho é a construção de um novo modelo que leve em consideração

---

<sup>2</sup> A competitividade de uma nação no comércio internacional pode ser diferenciada entre a competitividade via preços e a competitividade extra preço. O primeiro termo se refere a competitividade derivada dos preços relativos. A segunda refere-se aos fatores ligados à atratividade dos produtos. A competitividade extra preço surge da disputa no comércio internacional entre as empresas em relação à qualidade, diversidade= etc. Algumas *proxies* são utilizadas para captar os efeitos da competitividade extra preço. Pode-se citar os gastos com P&D, o número de patentes emitidas ou educação dos trabalhadores. Para mais detalhes ver McCombie e Thirlwall (1994).

não apenas a taxa de câmbio, mas a sua não linearidade e, além disso, como o hiato tecnológico é atrelado a esse fenômeno.

Em larga medida, a estrutura produtiva de uma economia reflete diferenças na capacidade tecnológica. Os países na fronteira do conhecimento (Norte) produzem bens intensivos em tecnologia, o que se reflete em uma pauta de exportações diversificada e de maior valor agregado (GARCIMARTÍN; ALONSO; RIVAS, 2012). Assim, a atualização tecnológica dos países “atrasados” (Sul) e, logo, a redução do hiato tecnológico, possibilitaria uma maior participação dos setores mais intensivos tecnologicamente na estrutura produtiva, levando a uma mudança estrutural (LAMONICA; OREIRO; FEIJÓ, 2012).

As elasticidades do comércio internacional podem se alterar devido a atualização tecnológica ou ao progresso técnico. Isto é, a difusão tecnológica (assimilação e adaptação de novas tecnologias) das economias líderes em tecnologia ou, ainda, mudanças institucionais, poderiam estar associadas às mudanças na competitividade extra preço (GARCIMARTÍN; ALONSO; RIVAS, 2012).

Para atingir os objetivos propostos no presente artigo, além da presente introdução, o trabalho se divide em outras três seções. Apresenta-se na seção 2 os modelos canônicos da abordagem Kaldoriana, que servirá de *framework* teórico para as próximas seções<sup>3</sup>. Na seção 3 discute-se o papel da taxa de câmbio real (subseção 3.1) e do hiato tecnológico (subseção 3.2), tendo em vista a extensão proposta ao modelo (subseção 3.3). Finalmente, na seção 4, são sintetizadas as análises realizadas e incorporadas as considerações finais.

## **2. Modelos Kaldorianos de crescimento – o modelo KDT**

Para Kaldor (1970) os motivos que dividem as nações entre ricas e pobres têm como raiz o resultado cumulativo de diferenças no

---

<sup>3</sup> Deve ficar claro que os trabalhos de Nicholas Kaldor trouxeram extensas contribuições em diversos aspectos. Entretanto, a seção 2 não pretende exaurir as questões abordadas pelo autor e a corrente Kaldoriana. Para mais detalhes, ver McCombie e Thirlwall (1994).

crescimento do produto a partir das exportações. Se um determinado país ganhar alguma vantagem inicial no crescimento, ele tenderia a mantê-la por meio de retornos crescentes de escala que o próprio crescimento induz (o chamado efeito Kaldor-Verdoorn). O pilar da divergência seria proporcionado pela existência de determinados fatores endógenos ao sistema, como ganhos de produtividade, que reforçariam as condições iniciais por meio de um processo de “causalidade cumulativa”.

Dixon e Thirlwall (1975) formalizaram essa análise em um modelo analítico, em que se parte do princípio de que o crescimento da demanda autônoma governa a taxa de crescimento do produto, no qual o principal componente é a demanda pelas exportações, formalmente:

$$y_t = \gamma x_t \quad (1)$$

$y_t$  ( $x_t$ ) representa a taxa de crescimento do produto (das exportações) no período  $t$  e  $\gamma$  é a elasticidade exportações-produto.

Por sua vez, a taxa de crescimento da demanda por exportações foi formalizada da seguinte forma:

$$x_t = \eta (p_{dt} - p_{ft} - e_t) + \varepsilon z_t \quad (2)$$

em que  $z_t$ ,  $p_{dt}$  ( $p_{ft}$ ) e  $e_t$  são, respectivamente, a taxa de crescimento no tempo  $t$  do nível de renda do resto do mundo, dos preços domésticos (externos) e da taxa de câmbio nominal. Já  $\varepsilon$  ( $\eta$ ) representa a elasticidades-renda (preço) das exportações ( $\varepsilon > 0$ ,  $\eta < 0$ )<sup>4</sup>.

Já a taxa de crescimento dos preços domésticos ( $p_{dt}$ ) é determinada por uma regra de precificação de *mark-up*, formalmente:

$$p_{dt} = w_t - r_t + \tau_t \quad (3)$$

---

<sup>4</sup> Assume-se, por simplicidade, que a elasticidade-preço e a elasticidade-preço cruzada das exportações sejam iguais. Para mais detalhes ver Dixon e Thirlwall (1975). A forma desta equação vai de encontro a formalização apresentada por McCombie e Thirlwall (1994).

$w_t$ ,  $r_t$  e  $\tau_t$  representam a taxa de crescimento no período  $t$ , respectivamente, dos salários nominais, da produtividade média e do *mark-up* calculado sobre os custos unitários do trabalho<sup>5</sup>.

Ainda, uma das proposições postuladas por Kaldor (1970), ancorado em Verdoorn (2002), é que o crescimento da produtividade do trabalho dependeria do crescimento da produção, isto é:

$$r_t = r_a + \lambda y_t \quad (4)$$

em que  $r_a$  representa a taxa de crescimento autônomo da produtividade e  $\lambda$  o coeficiente de Kaldor-Verdoorn. Esse último coeficiente captura os retornos crescentes de escala. Ele permite a natureza cumulativa e circular do modelo, isto é:

[...] a region obtains an advantage in the production of goods with a high-income elasticity of demand ( $\varepsilon$ ) which causes its growth rate to rise above that of another region. Through the Verdoorn effect, productivity growth will be higher; the rate of change of prices lower (assuming  $w$  and  $\tau$  are the same in both regions), and the rate of growth of exports (and hence the rate of growth of output) higher and so on (DIXON; THIRLWALL, 1975, p. 206).

Combinando as Equações 1, 2, 3 e 4 obtém-se a taxa de crescimento do produto doméstico, isto é:

$$y_t = \frac{\gamma \left[ \eta (w_t - r_a + \tau_t - p_{ft} - e_t) + \varepsilon z_t \right]}{1 + \gamma \eta \lambda} \quad (5)$$

Como  $\eta < 0$  e  $\gamma > 0$ ,  $y_t$  varia positivamente em função  $r_a$ ,  $p_{ft}$ ,  $e_t$  e  $z_t$  e negativamente em função de  $w_t$  e  $\tau_t$ .

Para analisar a tendência de divergência ou convergência entre as taxas de crescimento e as condições de estabilidade, dada a circularidade do modelo, Dixon e Thirlwall (1975) defasaram a Equação 2 em um período, isto é:

<sup>5</sup> Deve ficar claro que Dixon e Thirlwall (1975) fizeram uma especificação do aumento dos custos unitários de mão de obra, e não dos custos primários totais (que inclui o preço de matéria prima). Dessa forma, qualquer alteração nos custos de importação seria incluída em  $t$ . Para mais detalhes ver Dixon e Thirlwall (1975), nota de rodapé 3.

$$x_t = \eta(p_{dt-1} - p_{ft-1} - e_{t-1}) + \varepsilon z_{t-1} \quad (6)$$

Combinando (6) – ao invés de (2) – (1), (3) e (4) chega-se a seguinte equação:

$$y_t = \kappa(-\gamma\eta\lambda)^t + \frac{\gamma[\eta(w_{t-1} - r_a + \tau_{t-1} - p_{ft-1} - e_{t-1}) + \varepsilon z_{t-1}]}{1 + \gamma\eta\lambda} \quad (7)$$

em que  $\kappa$  representa uma condição inicial.

Dessa forma, fica claro, a partir da Equação 7, que a estabilidade do modelo depende de  $\gamma\eta\lambda$ . A condição para divergência cumulativa é que  $(-\gamma\eta\lambda)^t > 1$ , uma vez que  $\eta < 0$  (o que implica que  $(-\gamma\eta\lambda)^t > 0$ ). Se  $(-\gamma\eta\lambda)^t < 1$  ocorrerão diferenças constantes nas taxas de crescimento do produto entre os países ao longo do tempo. A partir de (7) não haveria, necessariamente, um limite superior a taxa de crescimento  $y_t$ , a partir do BP<sup>6</sup>.

Thirlwall (1979) incorporou essas restrições do BP ao modelo de Dixon e Thirlwall (1975). Para o autor, a condição de equilíbrio intertemporal do BP configura um limite as taxas de crescimento do produto<sup>7</sup>. Essa restrição do BP é formalizada da seguinte forma:

$$p_{dt} + x_t = p_{ft} + m_t + e_t \quad (8)$$

em que  $m_t$  se refere à taxa de crescimento das importações no período  $t$ , que é explicada pela seguinte função:

$$m_t = \psi(p_{ft} + e_t - p_{dt}) + \pi y_t \quad (9)$$

<sup>6</sup> Diversos trabalhos verificaram a validade das “leis” de Kaldor. Dentre eles pode-se destacar: Atesoglu (1993), Bernat Junior (1996), Harris e Lau (1998), Harris e Liu (1999), Fingleton e McCombie (1998), Felipe (1998), León-Ledesma (2000), Wells e Thirlwall (2003), dentre outros.

<sup>7</sup> Déficits contínuos na Balança Comercial (BC) não são sustentáveis devido ao possível esgotamento das reservas cambiais. No modelo, tem-se que a renda real e o emprego são as variáveis de ajuste para preservar o equilíbrio do BP (THIRLWALL, 1979). Outros modelos utilizam outros canais de ajustamento. Thirlwall e Hussain (1982) inseriram fluxos de capitais como medida de ajuste, Moreno-Brid (1998) e Barbosa-Filho (2001) um limite no endividamento de um país e Moreno-Brid (2003) o pagamento de juros da dívida. Entretanto, mesmo considerando esses fatores, as restrições ao BP não desaparecem, o que qualifica o crescimento das exportações como principal componente do BP.



em que  $\pi$  ( $\psi$ ) representa a elasticidade-renda (preço) das importações ( $\pi > 0$ ,  $\psi < 0$ ).

Ao substituir (9) e (2) em (8), chega-se ao crescimento do produto restrito pelo BP:

$$y_{Bt} = \frac{(1 + \eta + \psi)(p_{dt} - p_{ft} - e_t) + \varepsilon z_t}{\pi} \quad (10)$$

Satisfeita a condição Marshall-Lerner<sup>8</sup>, percebe-se que uma desvalorização ( $p_{dt} - p_{ft} - e_t > 0$ ) e um aumento da renda mundial podem elevar  $y_{Bt}$ , ao menos no curto prazo. Ainda, que  $y_{Bt}$  reduzirá se inflação doméstica for maior que a internacional ( $p_{dt} > p_{ft}$ ) (THIRLWALL, 1979).

Ademais, se for satisfeita a hipótese de paridade do poder de compra (PPC) relativa no longo prazo, a Equação 10 pode ser reduzida a:

$$y_{Bt} = \frac{\varepsilon z_t}{\pi} = \frac{x_t}{\pi} \quad (11)$$

A Equação 11 apresenta que o crescimento econômico não pode exceder, no longo prazo, a taxa compatível com o equilíbrio do BP. Mais especificamente, o crescimento restrito pelo BP é equivalente ao crescimento do resto do mundo ponderado pela razão entre as elasticidades-renda da demanda das exportações e importações. Por sua vez,  $\left(\frac{\varepsilon}{\pi}\right)$  reflete o nível de especialização estrutural de um país e o grau de diferenciação dos bens internos, a chamada competitividade extra preço<sup>9</sup> (THIRLWALL, 1979).

Pode-se, ainda, realizar uma ponte entre os modelos de Thirlwall (1979) e de Dixon e Thirlwall (1975). Ao combinar as Equações 1, 2, 3, 4, 8 e 9, a taxa de crescimento restrita pelo BP passa a ser:

<sup>8</sup> A condição afirma que a soma da elasticidade-preço da demanda por importações e da demanda por exportações é maior que uma unidade em valor absoluto (i.e.  $\eta + \psi < -1$ ). Bahmani-Oskooee e Brooks (1999), Moura e Silva (2005), Sonaglio, Scalco e Campos (2010), Scalco, Carvalho e Campos (2012), Türkay (2014), Ramos Filho e Ferreira (2016) e Arruda, Castelar e Martins (2019) encontraram evidências favoráveis a essa condição. Entretanto, pelo contrário, Moraes *et al.* (2015) e Arruda e Martins (2016) não notaram evidências em favor da condição de Marshall-Lerner. Ardalani e Bahmani-Oskooee (2007) acharam para parte dos setores analisados. O que se percebe é que os resultados que buscam validar essa hipótese são controversos.

<sup>9</sup> Ver nota de rodapé 2.

$$y_{Bt} = \frac{(1 + \eta + \psi)(w_t - r_a + \tau_t - p_{ft} - e_t) + \varepsilon z_t}{\pi + \lambda(1 + \eta + \psi)} \quad (12)$$

A principal diferença entre as Equações 5 e 12 se refere a presença da elasticidade-renda da demanda por importações ( $\pi$ ) no denominador da Equação 12. Quanto maior  $\pi$  mais cedo o crescimento do produto levará a um aumento das importações que, se superior às exportações, gerará déficits no BP. Como esses déficits devem ser corrigidos, ao menos no longo prazo, menor será  $y_{Bt}$ .

Diversas evidências empíricas em favor da lei de Thirlwall foram encontradas na literatura. Thirlwall (1979), ao avaliar diversos países desenvolvidos, constatou a existência de aproximação entre taxas de crescimento efetivas e aquela prevista pelo modelo teórico. Outros trabalhos também procuram avaliar a validade dessa lei e, em sua maioria, as evidências são favoráveis (e.g. ALONSO, 1999; BERTOLA; HIGACHI; PORCILE, 2002; JAYME JUNIOR, 2003; GARCIMARTÍN, ALONSO; RIVAS (2012); FELIPE; MCCOMBIE; NAQVI, 2010).

### 3. Os efeitos da RER e do hiato tecnológico

A extensão do modelo a ser desenvolvido na subseção 3.3 incorpora uma ampliação da explicação da relação entre estrutura produtiva e elasticidades-renda, tendo em vista os potenciais efeitos de RER sobre o crescimento. Desta forma, na subseção 3.1 são apresentadas uma série de resultados empíricos que justificam a importância de RER sobre o crescimento econômico.

Tanto na abordagem Kaldoriana quanto na Schumpeteriana, a estrutura produtiva de uma economia reflete diferenças na capacidade tecnológica. Os países na fronteira do conhecimento (Norte) produzem bens intensivos em tecnologia, o que se reflete em uma pauta de exportações diversificada e de maior valor agregado. Portanto, com maior elasticidade renda da demanda das exportações. Nesse contexto, a redução do hiato tecnológico, possibilitaria uma maior participação dos setores mais intensivos tecnologicamente da estrutura produtiva

no comércio internacional, levando a uma mudança estrutural e com impactos positivos sobre a taxa de crescimento compatível com o equilíbrio no Balanço de Pagamentos. Portanto, na subseção 3.3 são evidenciadas a importância do hiato tecnológico sobre o crescimento.

### **3.1 A taxa de câmbio real e crescimento**

Há extensos resultados empíricos na literatura que mostram a importância da taxa de câmbio real para o crescimento. Entretanto, o efeito positivo de desvalorizações sobre o crescimento não é um consenso. Krugman e Taylor (1978) e Haddad e Pancaro (2010) mostraram que a RER e o crescimento podem estar associados negativamente. Sobre as elasticidades, Kaldor (1970) já havia encontrado baixas elasticidades-preço da demanda. Vários estudos (ver, STORM; NAASTEPAD, 2015; BREUER; KLOSE, 2015, entre outros) confirmaram essa descoberta inesperada de coeficientes de preço insignificantes. Razin e Collins (1997) e Aguirre e Calderón (2005) afirmam que, na verdade, este efeito pode ser não linear, ou seja, desvalorizações ou valorizações excessivas podem ser prejudiciais para o crescimento.

Para Razin e Collins (1997), bem como para Aguirre e Calderón (2005) e Rodrik (2008), a RER desalinhada pode afetar o setor de bens comercializáveis, ao alterar os preços relativos, o que impacta a competitividade desse setor em relação ao resto do mundo. Para estes autores, os movimentos da RER determinam as escolhas de produção e consumo entre bens domésticos e internacionais. Nesse sentido, desvalorizações teriam a capacidade de impulsionar o setor exportador e, logo, o produto. Entretanto, para Aguirre e Calderón (2005) mesmo que as desvalorizações possam estimular as exportações, também podem causar um impacto negativo na alocação ótima de recursos.

As justificativas teóricas que fundamentam o efeito não linear sobre os exportadores foram abordadas inicialmente por Baldwin (1990). O autor afirmou que há uma “histerese da taxa de câmbio”, na qual há a possibilidade de existência de uma faixa de inação onde as exportações não reagem aos movimentos da taxa de câmbio. Isso

ocorre pois existem altos custos irreversíveis atrelados a escolha de entrar no mercado internacional. Já Calvo e Reinhart (2002) afirmaram que os governos têm “medo da flutuação” pois, especificamente em países em desenvolvimento, a desvalorização leva a um aumento dos custos e pode estar associada a economias em crise. Nesse aspecto, os exportadores podem avaliar que os governos atuaram para tornar as desvalorizações temporárias e, portanto, se comportam de maneira assimétrica em relação às apreciações. A existência de custos de menu, os custos desse ajuste rotineiro de preços, fortalece esse argumento. Assim, é possível que exista uma faixa de inação, onde exportadores não reagem às flutuações cambiais, como sugerido por Verheyen (2013). Empiricamente, diversos trabalhos apontaram para a presença desse efeito não linear da taxa de câmbio sobre as exportações (e. g. COLACELLI, 2009; DE PRINCE; KANNEBLEY JUNIOR, 2013; GOYA, 2020).

Para mostrar como desalinhamentos da taxa de câmbio contribuem para o crescimento, Razin e Collins (1997) realizaram uma análise dos determinantes do produto, para 93 países, de 1975-1992. Observaram, que uma sobrevalorização de 10% da RER está associada a uma queda de 0,6 pontos percentuais do produto *per capita*. As estimativas mostraram, ainda, que o crescimento está associado negativamente com altíssimas sobrevalorizações e negativamente com moderadas desvalorizações.

Por sua vez, Aguirre e Calderón (2005) analisaram 60 países de 1965-2003. Para corroborar a hipótese de não linearidade entre RER e o crescimento do produto, os autores utilizaram formas quadráticas para subvalorizações e sobrevalorizações. Mostraram que para pequenas sobrevalorizações (abaixo de 2%) o efeito é positivo, mas não significativo, e para moderadas sobrevalorizações (acima de 5%) o efeito passa a ser negativo (de forma exponencial) e significativo, estatisticamente. Já para desvalorizações, mostram que o impacto é significativo e positivo (até 12%) e passa a ser negativo (acima de 25%). Dessa forma, os resultados corroboram a análise realizada por Razin e Collins (1997).

Rodrik (2008), usando alguns índices para o desalinhamento cambial, analisou o crescimento do produto *per capita* e a subvalorização utilizando-se de técnicas de dados em painel, para 188 países e 11 períodos de 5 anos, de 1950 a 2004. Os resultados mostraram um efeito positivo da subvalorização sobre o crescimento de 1,7%. Para o autor, contrariamente aos resultados apresentados por Razin e Collins (1997) e Aguirre e Calderón (2005), não se encontrou evidência empírica sobre a não linearidade entre crescimento e a RER.

### **3.2 O hiato tecnológico e sua relação com o crescimento**

A difusão internacional de conhecimento é lenta e irregular, o que configura a base dos modelos de Centro-Periferia, a partir do trabalho canônico de Prebisch (1950)<sup>10</sup>. Algumas nações apresentam dificuldades em alcançar o pleno desenvolvimento, visto que os países apresentam diferenças estruturais. Logo, o sistema internacional se divide em dois conjuntos de países estruturalmente diferentes. O Norte (desenvolvido) assumiria a liderança em inovação e mudança estrutural contínua ligada ao surgimento de novos setores, habilidades, bens e tecnologias. Essas mudanças estruturais só alcançam determinados setores no Sul (em desenvolvimento), que se perpetua na especialização de poucos setores com baixa tecnologia. Portanto, a distância entre esses grupos de países define o hiato tecnológico (CIMOLI; PORCILE, 2013).

A competitividade e hiato tecnológico se relacionam uma vez que, dado que a inovação altera os padrões de produção, o ganho que se tem ao inovar ou a própria manutenção da competitividade, irão depender de capacidades produtivas e de gerar e manter uma contínua mudança tecnológica. Assim, o hiato tecnológico é importante, pois ele é a medida da distância tecnológica de um país e seus concorrentes, que procuram ter um ritmo de inovação superior ao seu (LALL, 1992). Ademais, como também sugerido por Verspagen (1993), o hiato

---

<sup>10</sup> Uma análise sobre as principais contribuições de Raúl Prebisch pode ser vista em Ocampo (2001).

possibilita que um país utilize tecnologia estrangeira para construir suas próprias capacidades. A taxa de crescimento do Norte transborda os mecanismos de *learning by doing*, o que diminui o hiato tecnológico.

Verspagen (1993) apresenta o hiato tecnológico como a diferença entre o estoque relativo de conhecimento entre um país e aquele na fronteira do conhecimento. Esse estoque de conhecimento é determinado por uma parte exógena, o setor de pesquisa, e de efeitos dinâmicos de *learning by doing*. Nesta abordagem os únicos canais para o crescimento do estoque de conhecimento são o de aprendizado e dos *spillovers*. Nesse sentido, Verspagen (1993) sugere que fatores sociais podem determinar a capacidade de aprendizagem de um país, como a educação da força de trabalho, a qualidade de infraestrutura, o nível de mecanização etc. Dessa maneira, a capacidade de assimilar os transbordamentos aumentará conjuntamente a esses fatores, o que tende a reduzir o hiato tecnológico.

Kaldor (1970) também já apontava os possíveis fatores os quais possibilitariam um comportamento divergente entre as nações, dado por vantagens iniciais, como *know-how*; fácil comunicação de ideias e experiências; diferenciação cada vez maior de processos e especialização em atividades humanas – ou seja, fatores ligados ao capital humano e a chamada capacidade de absorção.

O hiato tecnológico, além de depender do estoque de conhecimento relativo, como sugerido por Cimoli e Porcile (2013), tem como determinante os retornos crescentes relativos entre o Sul e o Norte. Isso deixa evidente o fato de que quanto maior o hiato, maiores são as possibilidades de imitação e *spillovers* do país em desenvolvimento. Nesse mesmo sentido, Leon-Ledesma (2002) aponta que ao acumular capital, incorporando máquinas e equipamentos, bem como técnicas mais avançadas ao sistema produtivo, os países podem crescer mais.

Nesse aspecto, economias em desenvolvimento devem possuir as capacidades absorptivas, de forma a utilizar e internalizar o conhecimento disponível, levando a um processo de mudança tecnológica. Conforme Narula (2004) aponta, essas capacidades implicam em uma oferta apropriada de capital humano e capacitação tecnológica, uma vez que

permite o uso eficiente de conhecimento pelas firmas. Assim, o capital humano, com indivíduos qualificados e treinados, é necessário tanto para o desenvolvimento de novas tecnologias quanto para a imitação e internalização dos *spillovers*.

Essa mudança tecnológica pode ser interpretada como um resultado conjunto do esforço em direção às inovações e atividades de aprendizado dentro das organizações. Como cada país tem fatores específicos em relação à adoção de tecnologia, esse processo de mudança tecnológica passa a ter um aspecto nacional. Assim, as empresas, e os trabalhadores presentes nessas organizações, passam a ter um caráter fundamental no processo de mudança tecnológica, uma vez que as capacitações tecnológicas e produtivas estão embutidas nas mesmas (FAGERBERG, 1994).

Dosi e Soete (1983) também argumentam que, além das assimetrias tecnológicas, a explicação da liderança tecnológica dos países desenvolvidos passa pela capacidade dessa estrutura produtiva em introduzir bens, serviços, processos, entre outros, que os outros países não são capazes de produzir. Assim, é necessária capacitação tecnológica para produzir e mudanças na produção de forma a aumentar a competitividade.

Fajnzylber (1988) aponta que os países mais competitivos são aqueles com maior investimento em P&D e estrutura produtiva voltada para as exportações de bens com maior conteúdo tecnológico. A competitividade é definida como a capacidade de sustentar e expandir a participação no mercado internacional em consonância com a melhoria do padrão de vida. Ora, esta definição está intrinsecamente relacionada a aumentos de produtividade e, portanto, à incorporação de progresso tecnológico. Esse ganho de competitividade está ligado ao capital humano capaz de absorver o conhecimento existente, ou seja, uma força de trabalho altamente qualificada. Logo, os aspectos ligados à infraestrutura educacional e à P&D são componentes vitais para qualquer processo de mudança estrutural que incorpore progresso tecnológico, levando a ganhos de competitividade. Como o próprio autor revela:



[...] it is not only companies which compete in the international market. It is also a field of confrontation between production systems, institutional structures and social organs, in which business is an important element but one integrated in a network of relations with the education system, the technological infrastructure, management-labour relations, the public and private institutional apparatus, the financial system, etc. (FAJNZYLBER, 1988, p. 36).

É nesse sentido que o aumento do capital humano tem a capacidade de influenciar o progresso tecnológico, o que resulta na redução do hiato tecnológico, de forma a aumentar a competitividade extra preço – visto que há uma inter-relação entre essas variáveis, como sugerido por Fajnzylber (1988). Os países podem aumentar sua competitividade por meio de um processo de absorção de *spillovers* tecnológicos das economias mais avançadas. Como a maior parte do conhecimento é considerado tácito, de difícil transferência e absorção, a “capacidade de aprendizagem” de uma economia, como sugerido por Verspagen (1993) facilita a assimilação desses transbordamentos. Assim sendo, a formação educacional dos trabalhadores são *proxies* que representam a capacidade de manuseio tecnológico e o potencial de aprendizagem de uma economia, que podem afetar o crescimento devido a ganhos de produtividade e competitividade, como afirmado por Fajnzylber (1988). Esse processo reduz o hiato tecnológico, ou seja, além do estoque de conhecimento, o hiato é uma função do capital humano.

### 3.3 O modelo KDT modificado

O ponto de partida do modelo modificado se refere ao comportamento da produtividade. Seguindo Missio e Gabriel (2016), sugere-se que a produtividade responde também à atividade industrial, formalmente:

$$r_t = r_a + \lambda y_t + sg_{It} \quad (13)$$



em que  $g_{It}$  representa o crescimento da participação da indústria no PIB no tempo  $t$  (*proxy* para mudanças estruturais) em termos de valor adicionado e  $s$  a sensibilidade do crescimento da produtividade em relação às mudanças estruturais.

Missio e Gabriel (2016) apontaram que a equação incorpora explicitamente o papel da indústria no aumento da produtividade. Além disso, ela enfatiza o efeito das mudanças estruturais na dinâmica da produtividade. Botta (2009) afirma que o setor industrial tem importância relativa superior, dado que a industrialização tem sido uma fonte crucial para o progresso tecnológico, principalmente, nos países em desenvolvimento. Essa formulação também é coerente com algumas contribuições empíricas (ver SYRQUIN, 1995; UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT, 2003; GREENWALD; STIGLITZ, 2006, dentre outros).

Pode-se observar, abaixo, o comportamento do crescimento da participação industrial:

$$g_{It} = -\omega_0 + (\omega_1 - \omega_2\theta_t)\theta_t - \omega_3G_t \quad (14)$$

em que  $\theta_t$  e  $G_t$  representam a RER e o hiato tecnológico, respectivamente, no tempo  $t$ . Por sua vez,  $\omega_i > 0$  (para  $i = 0,1,2e3$ ).

A Equação 14 é uma versão modificada da função de  $g_{It}$  sugerida por Missio e Gabriel (2016), complementada pela formalização proposta por Gabriel e Missio (2018). Aqui  $g_{It}$  passa a ser associado de maneira linear com  $G_t$  e de maneira não linear com a  $\theta_t$ . Deve ser ressaltado que, diferentemente de Gabriel e Missio (2018), agora o hiato tecnológico passa a influenciar a dinâmica da indústria. Freund e Pierola (2012) detectaram que 92 episódios de crescimento das exportações de manufaturados são precedidos por subvalorizações. Cimoli e Porcile (2013) avaliaram 111 países, entre 1962-2008, e notaram que a RER mais alta favorece a diversificação das exportações. McMillan e Rodrik (2011) avaliaram nove setores em 38 países de 1990-2005 e notaram que a RER favorece a mudança estrutural em favor de bens comercializáveis. Da mesma forma, Eichengreen (2007), ao avaliar 28 indústrias de 40 países de mercados emergentes de 1985-2003, constatou

que quanto maior e mais estável RER, melhor o nível de emprego no setor comercializável. Gabriel e Missio (2018) também observaram que subvalorizações da RER estão associados positivamente com a indústria. Além disso, outras evidências empíricas em relação ao efeito não linear da taxa de câmbio sobre a economia foram avaliadas na seção 3.1.

Para Lamonica, Oreiro e Feijó (2012) a redução do hiato tecnológico possibilita que países atrasados produzam bens mais intensivos em tecnologia e aumentem a diversificação dos produtos, o que, em última instância, seria traduzido em uma maior participação de setores industriais dinâmicos e intensivos em tecnologia. Missio, Jayme Junior e Conceição (2015) afirmaram que o progresso tecnológico articula a economia em torno de setores mais dinâmicos. A ampliação desses setores, por sua vez, influencia positivamente o aprendizado e a inovação em atividades relacionadas ao setor industrial. Empiricamente, essa visão é corroborada pelo trabalho de Cimoli e Porcile (2013). Os autores notaram que a diversificação das exportações do setor comercializável está associada a uma melhora da intensidade tecnológica das exportações e, portanto, redução do hiato tecnológico. Gabriel, Jayme Júnior e Oreiro (2017) observaram que quanto maior o hiato tecnológico, maior o efeito da depreciação de RER sobre o crescimento econômico. Além disso, para os países em desenvolvimento, a indústria manufatureira foi o setor mais importante para o crescimento econômico.

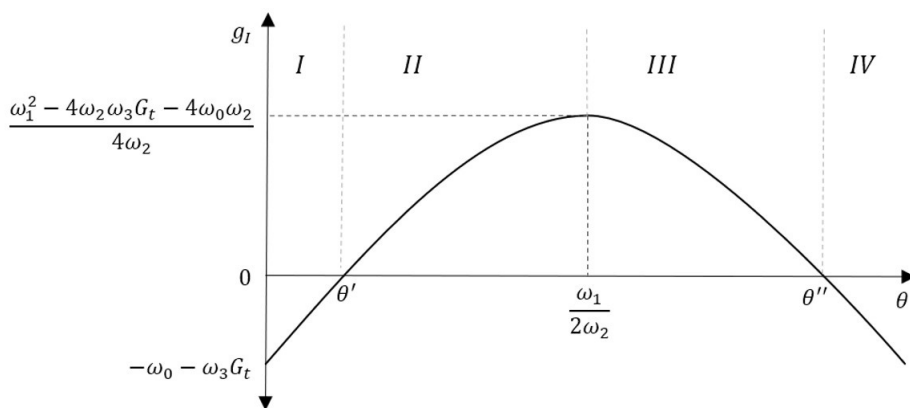
A partir de (14) é possível observar que RER desalinhada em relação ao seu nível ótimo ( $\theta_t = \frac{\omega_1}{2\omega_2}$ ) altera os preços relativos, o que impacta a competitividade preço do setor transacionável em relação a outros países, afetando o lucro na indústria, o que leva a uma realocação produtiva entre os setores. Desta forma:

$$\frac{\partial g_{II}}{\partial \theta_t} = \omega_1 - 2\omega_2\theta_t \leq 0 \quad (15)$$

$$\frac{\partial^2 g_{II}}{\partial \theta_t^2} = -2\omega_2\theta_t < 0 \quad (16)$$

As expressões (15) e (16) sugerem exatamente a relação teórica entre a RER e o setor de bens transacionáveis proposta por Razin e Collins (1997), Aguirre e Calderón (2005) e Gabriel e Missio (2018). Logo, (15) e (16) garantem a relação de U-invertido entre  $g_{It}$  e  $\theta_t$ . Observa-se que quando a RER atingir seu nível crítico, ou seja,  $\theta_t = \frac{\omega_1}{2\omega_2}$ , o crescimento da participação do setor industrial no PIB será máximo, no qual  $g_{It} = \frac{\omega_1^2 - 4\omega_2\omega_3G_t - 4\omega_0\omega_2}{4\omega_2}$ . Esta relação pode ser observada com mais clareza na Figura 1.

**FIGURA 1**  
Função da taxa de crescimento da participação industrial em relação a RER.



Fonte: Elaboração própria.

$$\text{Nota: } \theta' = \frac{-\omega_1 + \sqrt{\omega_1^2 - 4(\omega_0 + \omega_3 G_t)\omega_2}}{-2\omega_2} \text{ e } \theta'' = \frac{-\omega_1 - \sqrt{\omega_1^2 - 4(\omega_0 + \omega_3 G_t)\omega_2}}{-2\omega_2}$$

Por meio da Figura 1 percebe-se que quando a RER está entre  $\theta'$  e  $\frac{\omega_1}{2\omega_2}$  (na região II) os efeitos positivos de  $\theta$  em  $g_I$  são crescentes. Com efeito, após esse ponto crítico, quando a RER está entre  $\frac{\omega_1}{2\omega_2}$  e  $\theta''$  (na região III), desvalorizações têm um efeito positivo sobre  $g_I$ , mas de maneira decrescente. Em pontos anteriores a  $\theta'$  (i.e., excessivas sobrevalorizações) e posteriores a  $\theta''$  (i.e., excessivas desvalorizações), as quais são representadas pelas regiões I e IV, respectivamente, a influência de RER sobre  $g_I$  tende a ser negativa. Em outras palavras, como também apontam Gabriel e Missio (2018), a escolha da autoridade

central e demais *policy makers* sobre as variáveis que influenciam RER não deve ser arbitrária. A RER deve se encontrar entre  $\theta'$  e  $\theta''$ , caso contrário, o nível da  $\theta$  pode ter efeitos contracionistas sobre  $g_t$  e, conseqüentemente, sobre o PIB da economia, como ficará mais claro abaixo.

Nota-se, ainda, que o efeito de políticas cambiais sobre a taxa de crescimento da participação industrial é condicionado ao hiato tecnológico. No limite, se  $G_t$  for elevado pode tornar ineficaz o efeito positivo da desvalorização cambial. Logo, a RER não garante a incorporação de novas tecnologias ou progresso técnico nos bens produzidos, o que limita a competitividade extra preço da indústria no comércio internacional. Do contrário, para níveis baixos de  $G_t$ , torna-se menos necessária a utilização de RER desvalorizada para que ocorra um efeito positivo sobre  $g_t$ .

O hiato tecnológico se comporta da seguinte maneira:

$$G_t = a(H_{Nt} - H_{St}) + b(T_{Nt} - T_{St}) \quad (17)$$

em que  $H_{Nt}$  ( $H_{St}$ ) é o estoque de capital humano do Norte (Sul),  $T_{Nt}$  ( $T_{St}$ ) é o estoque de conhecimento do Norte (Sul), respectivamente, no tempo  $t$  e  $a$  e  $b$  são constantes positivas.

A partir da Equação 17 podemos ver que  $G_t$  é relacionado ao estoque relativo de conhecimento entre dois países (regiões) que, por sua vez, é determinado por uma parte exógena. Nesse sentido, a educação da força de trabalho pode determinar a capacidade de aprendizagem de um país e essa, por sua vez, afetar a capacidade de inovar tecnologicamente, o que tende a reduzir o hiato tecnológico (VERSPAGEN, 1993). Assim, o maior nível de instrução dos trabalhadores os qualifica a incorporar mais progresso técnico nos bens, o que está associado à capacidade de uma nação em se diferenciar e competir em termos de qualidade.

Também, a partir da Equação 17, nota-se que o aumento do estoque de conhecimento melhora a aplicação de conhecimentos técnicos presentes no processo produtivo. Seguindo Gabriel e Missio (2018), o estoque de conhecimento produtivo em uma economia facilita

a produção de novos bens ou o fornecimento de novos serviços, ou seja, o conhecimento que as empresas já possuem torna mais fácil o processo de inovação tecnológica.

A associação entre capital humano e tecnologia foi amplamente abordada na nova teoria do crescimento endógeno (NTCE) (e. g. Lucas (1988), Romer (1990), dentre outros). A NTCE considera que o progresso tecnológico passa a responder a demais fatores endógenos, como os gastos com P&D, capital social, estoque e investimento em capital humano. Para Lucas (1988), a acumulação de capital humano é uma das forças motrizes para o crescimento – fazendo uma distinção entre educação e o processo de *learning by doing* – em que o capital humano afeta indiretamente a produção devido a suas externalidades. Já Romer (1990) considera que o capital humano tem externalidades diretas sobre o progresso técnico. A tecnologia passa a ser vinculada às licenças e patentes, o que as fazem terem custos e restrições para serem utilizadas. Nesse sentido, além dos insumos capital físico e trabalho, a economia passa a depender dos insumos de capital humano e estoque de conhecimento. Dessa maneira, o *catching-up* tecnológico só ocorre por meio da redução das diferenças da produtividade entre os países, onde o capital humano se mostra relevante.

Os países podem aumentar sua competitividade por meio de um processo de absorção de *spillovers* tecnológicos das economias mais avançadas. Como a maior parte do conhecimento é considerado tácito, de difícil transferência e absorção, a “capacidade de aprendizagem” de uma economia, como sugerido por Verspagen (1993), facilita a assimilação desses transbordamentos. Assim sendo, a formação educacional dos trabalhadores são *proxies* que representam a capacidade de manuseio tecnológico e o potencial de aprendizagem. Esse processo reduz o hiato tecnológico, ou seja, além do estoque de conhecimento, o hiato é uma função do capital humano. Essas postulações são confirmadas por diversos trabalhos empíricos (ver Papageorgiou (2002), Benhabib e Spiegel (2005), Stokke (2008), entre outros).

Ainda, o estoque de conhecimento e a capacidade de aprendizagem se distinguem entre os países, o que deixa claro a diferença nas

capacitações tecnológicas. Uma possível redução dessas diferenças poderia permitir que nações atrasadas competissem de maneira mais eficiente no comércio internacional. Assim, para explicar como as elasticidades-renda são alteradas deve-se levar em consideração o hiato tecnológico (VERSPAGEN, 1993). Isto é, essas elasticidades-renda do comércio internacional estão associadas à competitividade extra preço que, por sua vez, é influenciada pelo hiato tecnológico. Desta forma, as elasticidades-renda são formalmente endogeneizadas da seguinte maneira:

$$\varepsilon_t = \delta_0 - \delta_1 G_t \quad (18)$$

$$\pi_t = \alpha_0 + \alpha_1 G_t \quad (19)$$

em que  $\varepsilon_t$  ( $\pi_t$ ) representa a elasticidade-renda das exportações (importações) no tempo  $t$ . Os parâmetros  $\delta_0$ ,  $\delta_1$ ,  $\alpha_0$  e  $\alpha_1$  são constantes positivas.

A partir das Equações 18 e 19 fica claro que a elasticidade-renda da demanda por exportações (importações) está associada negativamente (positivamente) ao hiato tecnológico. A melhora do capital humano, bem o aumento do estoque de conhecimento, tem a capacidade de reduzir o hiato tecnológico, de forma a aumentar a competitividade extra preço.

Nesse sentido, na medida em que não é realizado um processo de redução do hiato tecnológico, o aumento da renda do resto do mundo (doméstica) não será traduzido em um aumento (redução) das exportações (importações) domésticas. Na verdade, estes fluxos tendem a se direcionar a produtos mais intensivos em tecnologia. Se ocorrer um processo de redução do hiato tecnológico maior será a capacidade dos produtores de acompanhar e se adaptar às preferências de mercado, o que aumenta a competitividade extra preço desses produtos.

Entretanto, outros trabalhos inseriram a distância (seja em termos de renda, industrialização e, também, tecnologia) entre uma nação em determinada fronteira e outros países, abaixo desta, para explicar a competitividade. Botta (2009) afirmou que as elasticidades são uma função do hiato de industrialização. Garcimartín, Alonso e Rivas (2012)

inseriram o hiato da renda *per capita* nas funções de crescimento das exportações e importações para analisar a convergência do modelo. Verspagen (1993) formulou um modelo orientado pelas exportações no qual o hiato tecnológico foi um indicador para a competitividade, mas não levando em consideração a possibilidade de endogeneidade das elasticidades-renda.

As pressuposições sobre a endogeneidade das elasticidades são recentes, como revela Missio (2015). Nesse aspecto, ainda são incipientes as evidências empíricas em favor dessa hipótese. Teoricamente, foram feitos esforços para estender o modelo base e tornar as elasticidades endógenas. Como exemplo, pode-se citar o trabalho de Palley (2003), que tornou a elasticidade-renda das importações uma função do excesso de capacidade. McCombie e Roberts (2002), por sua vez, relacionou as elasticidades a uma função não linear do crescimento passado, imputando histerese nos parâmetros. Ferrari, Freitas e Barbosa-Filho (2013) e Missio e Jayme Júnior (2012) propuseram que as elasticidades são endógenas a própria taxa de câmbio, por alterar a composição de bens comercializáveis e não transacionáveis e por incentivar o setor de pesquisa, respectivamente. Botta (2009) também trouxe contribuições ao desenvolver um modelo Norte-Sul no qual as elasticidades seriam uma função da participação das manufaturas e a tecnologia. Missio e Gabriel (2016) endogeneizaram as elasticidades em relação à RER e ao Sistema Nacional de Inovações (SNI).

Porém, observa-se como a redução do hiato tecnológico pode estar relacionada às elasticidades-renda do comércio internacional. Romero, Silveira e Jayme Júnior (2011) notaram que quanto maior o conteúdo tecnológico das exportações, maior é a elasticidade-renda. Também foi observado pelos autores que o maior conteúdo tecnológico aumenta o crescimento das exportações e diminui as importações dos setores de média-alta tecnologia. Já Jayme Júnior e Resende (2009) observaram que os países da OCDE, mais intensivos em tecnologia, têm saldo externo superavitário para bens de maior conteúdo tecnológico. Para o Brasil, observaram o inverso.

Por fim, chega-se a nova taxa de crescimento do produto restrito pelo BP. Combinando as Equações 2, 9, 18, 19, 13, 14, 17 e 8 chega-se à solução do modelo KDT, isto é:

$$y_{Bt} = \frac{(1 + \eta + \psi) \{ w_t - r_a + \tau_t - p_{ft} - e_t - s [\omega_0 - (\omega_1 - \omega_2 \theta_t) \theta_t + \omega_3 G_t] \} + \varepsilon_t z_t}{\pi_t + \lambda(1 + \eta + \psi)} \quad (20)$$

A Equação 20 representa a nova taxa de crescimento do produto, que surge da necessidade do equilíbrio do BP. Se a condição de Marshall-Lerner for satisfeita e se a elasticidade-renda das importações ( $\pi_t$ ) for maior do que o efeito de desvalorizações sobre a Balança Comercial [ou seja,  $\alpha_0 + \alpha_1 G_t > \lambda(1 + \eta + \psi)$ ], com efeito, o crescimento estará relacionado positivamente com  $r_a$ ,  $p_{ft}$ ,  $e_t$ ,  $g_{It}$ ,  $\varepsilon_t$  e  $z_t$  e associado negativamente com  $\tau_t$  e  $w_t$ .

Se esse for o caso, haverá um efeito positivo máximo das desvalorizações sobre o crescimento do produto, que passa por mudanças estruturais e, logo, pelo aumento da competitividade preço no setor transacionável industrial. Nesse caso, as desvalorizações, a partir de determinado nível da RER (na região II da Figura 1, por exemplo), terão um efeito positivo e crescente sobre o crescimento do produto restrito pelo BP.

Invariavelmente, haverá um ponto crítico sobre a dinâmica do efeito de  $\theta_t$  em  $y_{Bt}$ , como explicado, as mudanças estruturais causadas por desvalorizações tendem aumentar a produtividade de toda a economia, o que reduz os preços dos bens domésticos e, logo, beneficia às exportações domésticas em detrimento das importações. Com isso, à medida que o preço das exportações se reduz e ocorre a expansão do setor industrial, as restrições do BP são relaxadas.

Após essa região crítica as desvalorizações deixam de ter seu efeito positivo sobre  $g_I$ . Nesse sentido, o que se justifica é que o excesso de desvalorização cambial pode prejudicar as importações de insumos que são usados na indústria, o que diminui a lucratividade nesse setor, desestimulando os investimentos e a sua expansão em comparação ao setor não transacionável. Este processo proporciona a redução dos efeitos dinâmicos do setor industrial para o restante da economia,



reduzindo a produtividade agregada, o que acaba por aumentar as restrições impostas pelo BP, via aumento dos preços internos.

Ainda, o tamanho do hiato tecnológico pode acentuar essa dinâmica, visto que afeta diretamente a competitividade extra preço, bem como limita o efeito máximo do RER sobre mudanças estruturais e, logo, sobre o crescimento. Nesse sentido, como já apontado, mesmo que a RER esteja em um nível satisfatório em termos de competitividade internacional, a demanda por bens comercializáveis poderá ter menor aceleração, visto que o hiato tecnológico elevado faz com que os bens produzidos domesticamente possuam baixa demanda internacional.

O efeito do hiato tecnológico sobre  $y_{Bt}$  pode ser analisado por dois canais. Primeiramente, a redução do hiato tecnológico melhora a competitividade extra preço da economia. Países com baixa capacidade de inovar e embutir tecnologia em seus produtos, invariavelmente, vão incorrer em desequilíbrios no BP, proporcionados, sobretudo, pela baixa competitividade extra preço de seus produtos no comércio internacional. Logo, a melhora do progresso tecnológico relativo teria a capacidade de reverter esse cenário.

Em segundo lugar, por meio da maior competitividade preço, nota-se a redução do hiato tecnológico, o qual pode se traduzir em um aumento da produtividade, via mudanças estruturais, o que implica em maiores *spillovers* dinâmicos desse setor para o restante da economia. Esse fenômeno permite uma maior inserção no comércio internacional devido à redução do preço dos bens domésticos, o que afrouxa as restrições externas. Porém, como discutido ao longo desta seção, a relação máxima entre desvalorizações e mudanças estruturais positivas é condicionado ao nível do hiato tecnológico.

Nota-se, ainda, que  $y_{Bt}$  só poderá ser elevado a partir do aumento das elasticidades-renda das exportações em detrimento das elasticidades-renda das importações. Com efeito, essa variação só é possível se houver uma redução do hiato tecnológico, seja por meio da melhora do capital humano ou do aumento do estoque de conhecimento.

No Apêndice A são apresentadas as simulações numéricas deste modelo em que as dinâmicas mencionadas em relação à Equação 20

podem ser analisadas. A partir da Tabela A.1 temos todos os parâmetros e variáveis definidos (as), os (as) quais, a partir das condições acima, são apresentados os principais resultados do modelo para até 40 períodos.

Por meio da Figura A.1, podemos observar que há efeitos não lineares de RER sobre o processo de mudança estrutural, onde taxas de câmbio reais excessivamente desvalorizadas podem prejudicar esse processo. Além disso, caso o hiato tecnológico aumente, reduzindo a competitividade extra preço da economia, a taxa de crescimento compatível com equilíbrio no Balanço de Pagamentos  $y_{Bt}$  pode se reduzir, se tornando, inclusive, negativa, conforme a Figura A.2., mesmo a despeito do aumento de  $\theta_t$ .

A Figura A.3 apresenta a taxa de crescimento compatível com equilíbrio no Balanço de Pagamentos em que haverá um efeito positivo máximo das desvalorizações sobre o crescimento do produto (até  $t=10$ ), o qual induz a um processo de mudanças estruturais na economia. Entretanto, após esse período, como  $G$  não se reduz de forma sustentável os efeitos de  $\theta_t$  passam a ser menores e constantes sobre  $y_{Bt}$ <sup>11</sup>.

Por fim, é necessário analisar como o modelo KDT modificado se comporta em termos de estabilidade de longo prazo. Nesta abordagem, o modelo se volta ao apresentado por Dixon e Thirlwall (1975). Utilizando, assim, a Equação 6 somada às Equações 1, 4, 13, 14, 17, 18 e 19 – é possível analisar se o modelo possui um comportamento estável, isto é:

$$y_t = \kappa(-\gamma\eta\lambda)^t + \frac{\gamma\left(\eta\left\{w_{t-1}-r_a + \tau_{t-1} - p\hat{f}_{t-1} - e_{t-1} + s\left[\omega_0 - (\omega_1 - \omega_2\theta_{t-1})\theta_{t-1} + \omega_3G_{t-1}\right]\right\} + \varepsilon_{t-1}z_{t-1}\right)}{1 + \gamma\eta\lambda} \quad (21)$$

em que  $\varepsilon_{t-1} = \delta_0 - \delta_1 G_{t-1}$ ,  $G_{t-1} = a(H_{Nt-1} - H_{St-1}) + b(T_{Nt-1} - T_{St-1})$  e  $\kappa$  representa determinada condição inicial.

Os resultados em relação à estabilidade do modelo, se assemelham aos apresentados por Dixon e Thirlwall (1975). Assumindo constante as variáveis exógenas do sistema, o comportamento de  $y_t$  depende dos parâmetros  $\gamma$ ,  $\eta$  e  $\lambda$ . Dessa forma, ao assumir que  $\eta < 0$  implica que  $(-\gamma\eta\lambda)^t > 0$ . Logo, a condição de divergência cumulativa é que  $(-\gamma\eta\lambda)^t > 1$ ,

<sup>11</sup> Até, eventualmente, tornarem a taxa de crescimento do produto negativo.

caso contrário, ocorrerão diferenças constantes nas taxas de crescimento das nações.

Por fim, é importante destacar que o presente modelo sugere outros canais de causalidade que levam ao aumento da produtividade para além do coeficiente de Kaldor-Verdoorn, como aqueles relacionados à RER e ao hiato tecnológico. Esses novos canais, por meio de mudanças estruturais e na elasticidade renda do comércio internacional afetam a produtividade da economia, o que possibilita novos mecanismos de “causalidade cumulativa”. Embora outros modelos já tenham embutido esses fatores, como as extensões de Palley (2003), Gabriel, Jayme Júnior e Oreiro (2017), entre outros, eles não tentaram realizar uma confluência entre esses fatores, como é a estrutura do presente modelo. Assim, embora Gabriel e Missio (2018) já havia inserido as não linearidades da taxa de câmbio, o presente trabalho torna o hiato tecnológico o cerne do modelo, demonstrando que se não houver esforços na diminuição dessa medida, poucos efeitos de uma desvalorização ótima da taxa de câmbio podem ser notados na participação na indústria e, assim, no crescimento restrito pelo BP no longo prazo.

## 4. Conclusão

Considerando a influência do hiato tecnológico e da taxa de câmbio real, o presente artigo buscou ampliar a compreensão de como RER pode afetar não linearmente a taxa de crescimento econômico por meio de seus efeitos diretos sobre o setor industrial.

Foram inseridas funções que relacionam a participação na indústria no PIB ao crescimento da produtividade. Essa participação, por sua vez, passou a responder ao hiato tecnológico e de forma não linear à taxa de câmbio real, o que o diferencia dos demais trabalhos da literatura. Por sua vez, o hiato tecnológico passou a ser uma função da diferença do estoque de conhecimento e do capital humano entre países na fronteira do conhecimento e os países seguidores. O hiato

tecnológico afeta a competitividade extra preço da economia e foi endogeneizado nas elasticidades-renda do comércio internacional.

A redução do hiato, devido a um aumento exógeno do estoque de conhecimento ou do capital humano, levaria ao aumento (redução) das elasticidades-renda das exportações (importações), por meio, principalmente, da elevação da competitividade extra preço da economia. Esse processo relaxaria as restrições que surgem da necessidade de equilíbrio do BP, devido ao seu efeito sobre a diversificação e sofisticação dos bens domésticos.

Ainda, a redução do hiato tecnológico poderia levar também ao aumento da competitividade preço da economia, tendo em vista que uma maior participação industrial na economia resultaria no aumento da produtividade fora da indústria. A maior produtividade atuaria diretamente nos preços internos, o que aumentaria a competitividade dos produtos domésticos, que poderia levar ao aumento das exportações e, logo, do crescimento do produto.

Em uma perspectiva Kaldoriana ficou mais evidente que não é qualquer nível de desvalorização de RER que gera efeitos positivos sobre a taxa de crescimento da economia, compatível com o equilíbrio no BP. Maiores níveis de desvalorização de RER teriam efeitos decrescentes sobre a indústria (e, portanto, sobre o produto) podendo ter, inclusive, efeitos negativos, em magnitudes muito elevadas. Ressalta-se, com isso, que a escolha da autoridade central quanto a política cambial não deve ser arbitrária.

Entretanto, quanto maior o hiato tecnológico menor seria o limite ao qual o nível da taxa de câmbio real se relacionaria à mudança estrutural positiva, ou seja, afetando a produtividade. Nesse sentido, mesmo que a taxa de câmbio real esteja em um nível competitivo, a baixa atratividade dos bens domésticos impediria mudanças estruturais voltadas ao setor industrial (ao mesmo tempo que baixos níveis de capital humano e estoque de conhecimento seriam barreiras para a absorção de novos conhecimentos).

Por fim, vale ressaltar que o presente estudo apresentou alguns dos principais determinantes da taxa de crescimento do produto

restrito pelo BP a partir de novos componentes, sendo necessária a realização de pesquisas empíricas para uma ampla gama de países em desenvolvimento para corroborar o modelo teórico apresentado. Ainda, em uma agenda futura de pesquisa, seria necessário que a forma funcional do hiato tecnológico incorporasse, explicitamente, a possibilidade de absorção de *spillovers* tecnológicos. Esse procedimento, poderia proporcionar uma visão mais detalhada das possibilidades de causalidade advindas do processo de atualização tecnológica.

## Agradecimentos

“Os autores agradecem os comentários dos dois pareceristas anônimos, isentando-os de qualquer responsabilidade pelos equívocos que porventura restarem. Ademais, os autores agradecem ao CNPq e a CAPES pelo apoio financeiro na pesquisa”

## References

- AGUIRRE, A.; CALDERÓN, C. Real exchange rate misalignments and economic performance. Chile: Banco Central de Chile, 2005. p. 1-49. (Documentos de Trabajo, 315).
- ALONSO, J. A. Growth and the external constraint: lessons from the Spanish case. *Applied Economics*, London, v. 31, n. 2, p. 245-253, 1999.
- ARDALANI, Z.; BAHMANI-OSKOOEE, M. Is there a J-Curve at the industry level? *Economic Bulletin*, Baltimore, v. 6, n. 26, p. 1-12, 2007.
- ARRUDA, E. F.; CASTELAR, P. U. C.; MARTINS, G. The J-Curve and the Marshall-Lerner condition: evidence for net exports in the Southern region of Brazil. *Planejamento e Políticas Públicas*, Brasília, v. 52, n. 1, p. 17-48, 2019.

- ARRUDA, E. F.; MARTINS, G. Curva J e condição de Marshall-Lerner: evidências para as exportações líquidas cearenses. *Revista Economia e Desenvolvimento*, João Pessoa, v. 15, n. 1, p. 40-59, 2016.
- ATESOGLU, H. S. Balance-of-payments-constrained growth: evidence from United States. *Journal of Post Keynesian Economics*, Armonk, v. 15, n. 4, p. 37-68, 1993.
- BAHMANI-OSKOOEE, M.; BROOKS, T. J. Bilateral J-curve between US and her trading partners. *Weltwirtschaftliches Archiv*, Berlin, v. 135, n. 1, p. 156-165, 1999.
- BALDWIN, R. Hysteresis in trade. In: FRANZ, W. (Org.). *Hysteresis effects in economic models, studies in empirical economics*. Heidelberg: Physica-Verlag HD, 1990. p. 19-34.
- BARBOSA-FILHO, N. H. The balance-of-payments constraint: from balanced trade to sustainable debt. *PSL Quarterly Review*, Rome, v. 54, n. 219, p. 381-400, 2001.
- BENHABIB, J.; SPIEGEL, M. M. Human capital and technology diffusion. In: AGHION, P.; DURLAUF, S. (Org.). *Handbook of economic growth*. Philadelphia: Elsevier, 2005. p. 935-966. (v. 1).
- BERNAT JUNIOR, G. A. Does manufacturing matter? A spatial econometric view of Kaldor's laws. *Journal of Regional Science*, Amherst, v. 36, n. 3, p. 463-477, 1996.
- BERTOLA, L.; HIGACHI, H.; PORCILE, G. Balance of payments constrained growth in Brazil: a test of Thirlwall's Law 1890-1973. *Journal of Post Keynesian Economics*, Armonk, v. 25, n. 1, p. 123-140, 2002.
- BOTTA, A. A structuralist North-South model on structural change, economic growth and catching-up. *Structural Change and Economic Dynamics*, Amsterdam, v. 20, n. 1, p. 61-73, 2009.
- BREUER, S.; KLOSE, J. Who gains from nominal devaluation? An empirical assessment of euro-area exports and imports. *World Economy*, Willowdale, v. 38, n. 12, p. 1966-1989, 2015.

- CALVO, G. A.; REINHART, C. M. Fear of floating. *The Quarterly Journal of Economics*, New Brunswick, v. 117, n. 2, p. 379-408, 2002.
- CIMOLI, M.; PORCILE, G. Technology, structural change, and BOP-constrained growth: a structuralist toolbox. *Cambridge Journal of Economics*, Cambridge, v. 38, n. 1, p. 215-237, 2013.
- COLACELLI, M. Intensive and extensive margins of exports and real exchange rate. New York: Economics Department, Barnard College, Columbia University, 2009. (Working Paper).
- DE PRINCE, D.; KANNEBLEY JUNIOR, S. Strong hysteresis in Brazilian imports: a panel cointegration approach. *Journal of Economic Studies*, Glasgow, v. 40, n. 4, p. 528-548, 2013.
- DIXON, R.; THIRLWALL, A. P. A model of regional growth-rate differences on Kaldorian lines. *Oxford Economic Papers*, Oxford, v. 27, n. 2, p. 201-214, 1975.
- DOSI, G.; SOETE, L. Technology gaps and cost-based adjustment: some explorations on the determinants of international competitiveness. *Metroeconomica*, Bologna, v. 35, n. 3, p. 197-222, 1983.
- EICHENGREEN, B. The real exchange rate and economic growth. *Social and Economic Studies*, New York, v. 56, n. 4, p. 7-20, 2007.
- FAGERBERG, J. Technology and international differences in growth rates. *Journal of Economic Literature*, Nashville, v. 32, n. 3, p. 1147-1175, 1994.
- FAJNZYLBER, F. International competitiveness: agreed goal, hard task. *CEPAL Review*, Santiago, n. 36, p. 7-23, 1988.
- FELIPE, J. The role of the manufacturing sector in Southeast Asian development: a test of Kaldor's first law. *Journal of Post Keynesian Economics*, Armonk, v. 20, n. 3, p. 463-485, 1998.
- FELIPE, J.; MCCOMBIE, J. S. L.; NAQVI, K. 'Is Pakistan's growth rate balance of payments constrained? Policies and implications for development and growth'. *Oxford Development Studies*, Oxford, v. 38, n. 4, p. 477-496, 2010.

- FERRARI, M. A. R.; FREITAS, F. N. P.; BARBOSA-FILHO, N. H. A taxa de câmbio real e a restrição externa: uma proposta de releitura com elasticidades endógenas. *Revista de Economia Política*, São Paulo, v. 33, n. 1, p. 60-81, 2013.
- FINGLETON, B.; MCCOMBIE, J. S. L. Increasing returns and economic growth: some evidence for manufacturing from the European Union regions. *Oxford Economic Papers*, Oxford, v. 50, n. 1, p. 89-105, 1998.
- FREUND, C.; PIEROLA, M. D. Export surges. *Journal of Development Economics*, Netherlands, v. 97, n. 2, p. 387-395, 2012.
- GABRIEL, L. F.; JAYME JÚNIOR, F.; OREIRO, J. L. Economic growth, productive structure and real exchange rate: empirical evidence in panel data. In: ENCONTRO REGIONAL DE ECONOMIA, 22., 2017, Fortaleza. Anais... Niterói: ANPEC, 2017.
- GABRIEL, L. F.; MISSIO, F. J. Real exchange rate and economic complexity in a North-South structuralist BoPG model. *PSL Quarterly Review*, Rome, v. 71, n. 287, p. 439-465, 2018.
- GARCIMARTÍN, C.; ALONSO, J. A.; RIVAS, L. Convergence and balance of payments constrained growth: is there a puzzle? In: SOUZIAKIS, E.; CERQUEIRA, P. A. (Org.). *Models of balance of payments constrained growth*. 1. ed. London: Palgrave, 2012. p. 239-267. v. 1.
- GOYA, D. The exchange rate and export variety: a cross-country analysis with long panel estimators. *International Review of Economics & Finance*, Stamford, v. 70, p. 649-665, 2020.
- GREENWALD, B.; STIGLITZ, J. E. Helping infant economies grow: foundations of trade policies for developing countries. *The American Economic Review*, Nashville, v. 96, n. 2, p. 141-146, 2006.
- HADDAD, M.; PANCARO, C. Can real exchange rate undervaluation boost exports and growth in developing countries? Yes, but not for long. *Economic Premise*, Washington DC, v. 20, p. 1-5, 2010.
- HARRIS, R. I. D.; LAU, E. Verdoorn's Law and increasing returns to scale in the UK regions, 1968-91: some new estimates based on the



- cointegration approach. *Oxford Economic Papers*, Oxford, v. 50, n. 2, p. 201-209, 1998.
- HARRIS, R. I. D.; LIU, A. Verdoorn's law and increasing returns to scale: country estimates based on the cointegration approach. *Applied Economics Letters*, London, v. 6, n. 1, p. 29-33, 1999.
- JAYME JUNIOR, F. G. Balance-of-payments-constrained economic growth in Brazil. *Brazilian Journal of Political Economy*, São Paulo, v. 23, n. 89, p. 62-84, 2003.
- JAYME JUNIOR, F. G.; RESENDE, M. F. C. Crescimento econômico e restrição externa: teoria e a experiência brasileira. In: MICHEL, R.; CARVALHO, L. (Org.) *Crescimento econômico: setor externo e inflação*. Rio de Janeiro: IPEA, 2009.
- KALDOR, N. The case for regional policies. *Scottish Journal of Political Economy*, Oxford, v. 17, n. 3, p. 337-348, 1970.
- KRUGMAN, P.; TAYLOR, L. Contractionary effects of devaluation. *Journal of International Economics*, vol. 8, n. 3, p. 445-456, 1978.
- LALL, S. Technological capabilities and industrialization. *World Development*, New York, v. 20, n. 2, p. 165-186, 1992.
- LAMONICA, M. T.; OREIRO, J. L. C.; FEIJÓ, C. Acumulação de capital, restrição externa, hiato tecnológico e mudança estrutural: teoria e experiência brasileira. *Estudos Econômicos*, São Paulo, v. 42, n. 1, p. 151-182, 2012.
- LEÓN-LEDESMA, M. A. Economic growth and Verdoorn's law in the Spanish regions, 1962-91. *International Review of Applied Economics*, London, v. 14, n. 1, p. 55-69, 2000.
- LEÓN-LEDESMA, M. A. Cumulative growth, and the catching-up debate from a disequilibrium standpoint. In: MCCOMBIE, J. S. L.; PUGNO, M.; SORO, B. (Org.) *Productivity growth and economic performance: essays on Verdoorn's law*. New York: Palgrave Macmillan, 2002. p. 197-218.
- LUCAS, R. E. On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics*, Amsterdam, v. 22, n. 1, p. 3-42, 1988.

- MCCOMBIE, J. S. L.; ROBERTS, M. The role of balance of payments in economic growth. In: SETTERFIELD, M. (Org.). The economics of demand-led growth. Massachusetts: Edward Elgar, 2002. p. 87-114.
- MCCOMBIE, J. S. L.; THIRLWALL, A. P. Economic growth and the Balance-of-Payments constraint. New York: St. Martin's Press, 1994.
- MCMILLAN, M.; RODRIK, D. Globalization, structural change and productivity growth. Cambridge: National Bureau of Economic Research, 2011. Working Paper No. 17143.
- MISSIO, F. J. Endogeneidade das elasticidades-renda nos modelos de crescimento com restrição externa: uma resenha. *Brazilian Keynesian Review*, Pampulha, v. 1, n. 2, p. 135-165, 2015.
- MISSIO, F. J.; GABRIEL, L. F. Real exchange rate, technological catching up and spillovers in a balance-of-payments constrained growth model. *Economía*, Curitiba, v. 17, n. 3, p. 291-309, 2016.
- MISSIO, F. J.; JAYME JUNIOR, F. G. Structural heterogeneity and endogeneity of elasticities on the balance of payments constrained growth model. In: SOUZIAKIS, E.; CERQUEIRA, P. A. (Org.). *Models of balance of payments constrained growth*. 1. ed. London: Palgrave, 2012. p. 239-267. (v. 1).
- MISSIO, F. J.; JAYME JUNIOR, F. G.; CONCEIÇÃO, O. A. C. O problema das elasticidades nos modelos de crescimento com restrição externa: contribuições ao debate. *Estudos Econômicos*, São Paulo, v. 45, n. 2, p. 317-346, 2015.
- MORAES, B. M. et al. Evidências da curva J para a balança comercial do estado do Rio Grande do Sul (1999-2014). *Revista de Economia*, Curitiba, v. 41, n. 2, p. 123-150, 2015.
- MORENO-BRID, J. C. Capital flows, interest payments and the balance-of-payments. *Metroeconomica*, Bologna, v. 54, n. 2, p. 346-365, 2003.
- MORENO-BRID, J. C. On capital flows and the balance-of-payments constrained growth model. *Journal of Post Keynesian Economics*, Armonk, v. 21, n. 2, p. 283-297, 1998.

- MOURA, G.; SILVA, S. Is there a Brazilian J-curve? *Economic Bulletin*, Baltimore, v. 6, n. 10, p. 1-17, 2005.
- NARULA, R. Understanding absorptive capacities in an innovation systems context: consequences for economic and employment growth. Copenhagen: DRUID, 2004. (DRUID Working Paper, 04-02).
- OCAMPO, J. A. Raúl Prebisch y la agenda del desarrollo en los albores del siglo XXI. In: SEMINARIO SOBRE LA TEORÍA DEL DESARROLLO EN LOS ALBORES DEL SIGLO XXI: EVENTO CONMEMORATIVO DEL CENTENARIO DEL NACIMIENTO DE DON RAÚL PREBISCH, 2001, Santiago. Anais... Santiago: CEPAL, 2001. 28 p.
- PALLEY, T. I. Pitfalls in the theory of growth: an application to the balance of payments constrained growth model. *Review of Political Economy*, London, v. 15, n. 1, p. 75-84, 2003.
- PAPAGEORGIOU, C. Technology adoption, human capital, and growth theory. *Review of Development Economics*, Oxford, v. 6, n. 3, p. 351-368, 2002.
- PREBISCH, R. El desarrollo económico de América Latina y sus principales problemas. New York: United Nations, 1950.
- RAMOS FILHO, H. S.; FERREIRA, M. E. P. A taxa de câmbio e os ajustes no saldo da balança comercial brasileira: uma análise setorial da curva J. *Nova Economia*, Lisboa, v. 26, n. 3, p. 887-907, 2016.
- RAZIN, O.; COLLINS, S. M. Real exchange rate misalignments and growth. Cambridge: National Bureau of Economic Research, 1997. (Working Paper, 6174).
- RODRIG, D. The real exchange rate and economic growth. *Brookings Papers on Economic Activity*, Washington, n. 2, p. 365-412, 2008.
- ROMER, P. M. Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, Chicago, v. 98, n. 5, p. S71-S102, 1990.
- ROMERO, J. P.; SILVEIRA, F.; JAYME JUNIOR, F. G. Mudança estrutural, sistema nacional de inovações e restrição do balanço de

- pagamentos: teoria e implicações de política. Niterói: ANPEC, 2011. (Working Paper BNDES/ANPEC).
- SCALCO, P. R.; CARVALHO, H. D.; CAMPOS, A. C. Choques na taxa de câmbio real e o saldo da balança comercial agropecuária brasileira: evidências da curva J entre 1994 e 2007. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, Brasília, v. 54, n. 3, p. 595-610, 2012.
- SEERS, D. A model of comparative rates of growth in the world economy. *Economic Journal*, London, v. 72, n. 285, p. 45-78, 1962.
- SONAGLIO, C. M.; SCALCO, P. R.; CAMPOS, A. C. Taxa de câmbio e a balança comercial brasileira de manufaturados: evidências da J-curve. *Economía*, Curitiba, v. 11, n. 3, p. 711-734, 2010.
- STOKKE, H. E. Productivity growth and organizational learning. *Review of Development Economics*, Oxford, v. 12, n. 4, p. 764-778, 2008.
- STORM, S.; NAASTEPAD, C. W. M. Crisis and recovery in the German economy: the real lessons. *Structural Change and Economic Dynamics*, Amsterdam, v. 32, p. 11-24, 2015.
- SYRQUIN, M. Patterns of structural changes. In: CHENERY, H.; SRINIVASAN, T.N. (Org.). *Handbook of development economics*. Amsterdam: North-Holland, 1995, p. 205-273.
- THIRLWALL, A. P. The balance of payments constraint as an explanation of international growth rate differences. *The Quarterly Review*, New York, v. 64, n. 259, p. 429-438, 1979.
- THIRLWALL, A. P.; HUSSAIN, M. N. The balance of payments constraint, capital flows and growth rate differences between developing countries. *Oxford Economic Papers*, Oxford, v. 34, n. 3, p. 498-510, 1982.
- TÜRKAY, H. The validity of Marshall-Lerner condition in Turkey: a cointegration approach. *Theoretical and Applied Economics*, București, v. 21, n. 10, p. 21-32, 2014.

UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT – UNCTAD. Trade and development report 2003. New York: UN Publication, 2003.

VERDOORN, P. J. Factors that determine the growth of labour productivity. In: MCCOMBIE, J. S. L.; PUGNO, M.; SORO, B. (Org.). Productivity growth and economic performance: essays on Verdoorn's law. Tradução A. P. Thirlwall. New York: Palgrave Macmillan, 2002. p. 28-36.

VERHEYEN, F. Exchange rate nonlinearities in EMU exports to the US. Economic Modelling, Canberra, v. 32, p. 66-76, 2013.

VERSPAGEN, B. Uneven growth between interdependent economies. London: Averbury, 1993.

WELLS, H.; THIRLWALL, A. P. Testing Kaldor's laws across the countries of Africa. African Development Review, Abidjan, v. 15, n. 2-3, p. 89-105, 2003.

### **Contribuição dos autores:**

A. Fundamentação teórico-conceitual e problematização: Matheus Ribeiro e Luciano Ferreira Gabriel

B. Pesquisa de dados e análise estatística: Matheus Ribeiro e Luciano Ferreira Gabriel

C. Elaboração de figuras e tabelas: Matheus Ribeiro e Luciano Ferreira Gabriel

D. Elaboração e redação do texto: Matheus Ribeiro e Luciano Ferreira Gabriel

E. Seleção das referências bibliográficas: Matheus Ribeiro e Luciano Ferreira Gabriel

**Conflito de interesse:** Informamos que não há conflito de interesses

**Fontes de financiamento:** Os autores agradecem ao CNPq e à CAPES pelo apoio financeiro na pesquisa.

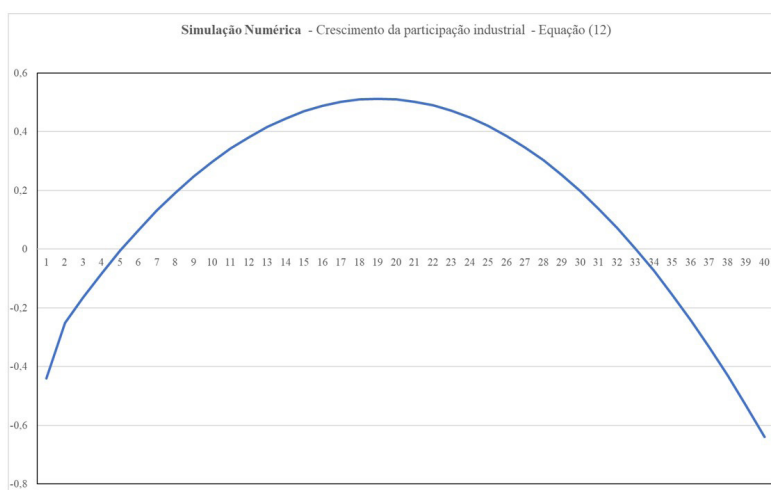
## APÊNDICE A Simulação numérica para o modelo

**Tabela A.1**  
**Simulação numérica para o modelo – Parâmetros e Variáveis**

Parâmetros e Variáveis	Valores Atribuídos e Variações*
$\eta$	-0,95
$\psi$	-0,70
$w_t$	0,05
$r_a$	0,01
$\tau_t$	0,20
$Pft$	0,01
$e_t$	0,01
$s$	0,30
$\omega_0$	0,10
$\omega_1$	2,00
$\omega_2$	1,05
$\theta_t$	0,05
$\omega_3$	0,10
$G_t$	$0 < G_t < 10$
$\varepsilon_t$	1,20
$z_t$	0,05
$\pi_t$	1,10

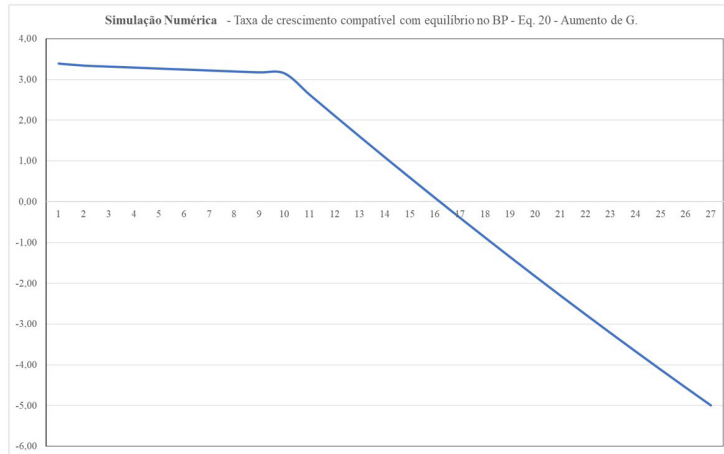
\*A taxa de variação de  $\theta_t$  foi de 5% por período ( $t$ ), partir do parâmetro inicial. Considerou-se sempre que  $H_{Nt} > H_{St}$  e que  $T_{Nt} > T_{St}$ , ou seja, há necessidade de a economia em questão realizar um esforço de *catching up*. **Fonte:** Elaboração própria.

**FIGURA A.1**  
**Simulação Numérica - Crescimento da participação industrial - Equação 12.**



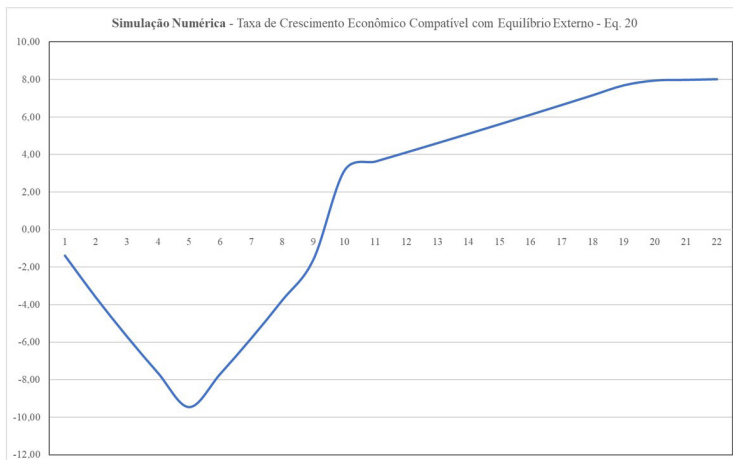
**Fonte:** Elaboração própria.

**FIGURA A.2**  
**Simulação Numérica - Taxa de Crescimento Econômico Compatível com Equilíbrio Externo -**  
**Equação 20 - Aumento de G.**



Fonte: Elaboração própria.

**FIGURA A.3**  
**Simulação Numérica - Taxa de Crescimento Econômico Compatível com Equilíbrio Externo -**  
**Equação 20.**



Fonte: Elaboração própria.



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.