

# SISTEMA NACIONAL DE INOVAÇÃO EM UM MODELO COM RESTRIÇÃO EXTERNA

Fabricao J. Missio<sup>1</sup> Luciano F. Gabriel<sup>2</sup>

## Resumo:

O objetivo do artigo é investigar as inter-relações teóricas e empíricas entre crescimento econômico, Sistema Nacional de Inovação (SNI) e exportações. Teoricamente, propõem-se alterações no modelo de Kaldor-Dixon-Thirlwall a partir da introdução da hipótese de endogeneidade das elasticidades renda do comércio internacional e de mudanças na função que capta a endogeneidade da produtividade. Posteriormente, realizam-se testes empíricos para o Brasil utilizando-se da metodologia de Vetores Auto Regressivos (VAR), funções de impulso repostas (FIR) e da análise da decomposição da variância (ADV). Os principais resultados mostram que as exportações de bens manufaturados afetam de maneira mais duradoura a taxa de crescimento do produto real trimestral e que o grau de desenvolvimento do SNI tem efeitos importantes sobre as exportações, o que implica que o mesmo é um determinante qualitativo do potencial produtivo do país, ao exercer papel central na explicação do desempenho do comércio internacional e, também, na explicação da evolução e do diferencial entre as elasticidades renda da demanda por exportações (importações) entre os países.

**Palavras Chaves:** Crescimento Econômico; Exportações, endogeneidade das elasticidades e Sistema Nacional de Inovações.

## Abstract:

The aim of this article is to analyze the theoretical and empirical interrelationship between economic growth, National System of Innovation (NSI) and exports. Theoretically the Kaldor-Dixon-Thirlwall model is modified in a way that embodies the international trade income elasticity endogeneity and productivity. Afterwards, empirical tests are performed using Vector Autorregressive (VAR), impulse response functions and (IRF) variance decomposition analysis (FEVD). The main results show that after 10 quarters manufacture export goods affects in a more lasting way the quarterly economic growth rates. Besides, it can be observed that the NSI affects in an important way the exports. In other words, the degree of development of this system is a qualitative determinant of productive potential, which plays a central role in explaining aggregate exports by factor of national production (and therefore also for the income elasticity of demand), as the theoretical assumptions presents.

**Key Words:** Economic growth; Exports; endogeneity of the elasticities and national system of innovation

**JEL:** E12. O11.C22.

---

<sup>1</sup> Doutor em economia e professor da UEMS. E-mail: [fabriciomissio@gmail.com](mailto:fabriciomissio@gmail.com)

<sup>2</sup> Doutorando em economia pelo CEDEPLAR/UFMG. Professor do Centro Universitário UNA. Email: [lucianoofg@gmail.com](mailto:lucianoofg@gmail.com)

Este trabalho contou com o apoio da FAPEMIG.

## ÁREA 6 - CRESCIMENTO, DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E INSTITUIÇÕES

### 1. INTRODUÇÃO

A investigação dos fatores determinantes do crescimento econômico dos diversos países sempre ocupou um lugar central nos debates em ciência econômica, gerando uma vasta literatura sobre o tema. Não obstante, a busca persistente por explicações que consigam desvendar o enigma sobre o porquê de determinadas nações apresentarem um melhor desempenho econômico relativamente a outras economias está muito distante de ser um consenso.

A tradição heterodoxa dos modelos de crescimento com restrição no balanço de pagamentos, que encontra suas bases fundamentais na teoria de crescimento de Nicholas Kaldor e na abordagem pioneira de Thirlwall (1979), admite que as taxas de crescimento dos países divirjam entre si dada às diferenças nas elasticidades-renda da demanda do comércio internacional. Assim, países com maior (menor) elasticidade renda da demanda por exportações (importações) crescem a taxas maiores.

Um dos pressupostos fundamentais dessa abordagem é que as exportações constituem-se no componente mais importante da demanda agregada, pois estimulam o crescimento através do efeito multiplicador e ao mesmo tempo relaxam a condição de restrição de equilíbrio intertemporal do Balanço de Pagamentos proporcionando a possibilidade de crescimento dos outros componentes da demanda agregada sem comprometer o crescimento futuro.

Recentemente, uma série de desdobramentos tem ampliado essa literatura, inclusive com a perspectiva de integração com outras abordagens (especialmente com a evolucionária e a institucionalista). Nessa perspectiva Romero, Silveira e Jayme Jr. (2011), Jayme Jr. e Resende (2009), Missio, Jayme Jr. e Conceição (2014) sustentam, por exemplo, que o grau de desenvolvimento do Sistema Nacional de Inovação (SNI) é um determinante qualitativo do potencial produtivo de um país, o qual exerce um papel central na explicação das elasticidades renda da demanda pela produção nacional, ou seja, há relações causais entre o SNI, elasticidades-renda do comércio internacional e competitividade das exportações de uma economia.

Em outras palavras, pode-se dizer que a estrutura produtiva influencia diretamente a pauta exportadora, afetando as elasticidades dos produtos exportados e importados. Ressalta-se que, apesar dos autores precursores já enfatizarem teoricamente essa relação, apenas recentemente tem-se avançado na explicação (incluindo a construção de abordagens formais e a ampliação da investigação empírica) de quais são os mecanismos de transmissão entre estrutura produtiva e elasticidades das importações e exportações (Araújo e Lima, 2007; Gouvêa e Lima, 2010; Missio, 2012).

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é investigar as inter-relações teóricas e empíricas entre crescimento econômico, Sistema Nacional de Inovação e exportações. Para tanto, inicialmente propõem-se um modelo teórico formal que incorpora algumas modificações ao modelo *benchmark* de Kaldor-Dixon-Thirlwall, a partir da introdução da hipótese de endogeneidade das elasticidades e de mudanças na função que capta a endogeneidade da produtividade. O modelo avança na elucidação das relações entre estrutura produtiva/elasticidades e na integração entre diferentes abordagens teóricas (especialmente a pós keynesiana e a evolucionária). Posteriormente, realizam-se testes empíricos para o Brasil utilizando-se da metodologia de vetores auto regressivos e funções de impulso repostas. Os testes empíricos buscam avaliar algumas das proposições pressupostas na abordagem teórica, dentre as quais o papel do SNI e das exportações - mensuradas pelo seu fator agregado (quantidade de transformação e conteúdo tecnológico) - sobre o crescimento. Esse teste está em consonância com a literatura que mostra que o Brasil não obteve êxito em fazer o *catch up*, tampouco rompeu a restrição externa (Porcile, Bertola e Higachi, 2002; Santos, Lima e Carvalho, 2005; Oliveira, Jayme Jr., Lemos, 2006; Carvalho, 2006).

Para cumprir com os objetivos o trabalho encontra-se dividido em três seções, além desta introdução e das considerações finais. A seção 2 apresenta o modelo de Kaldor-Dixon-Thirlwall. A seção seguinte apresenta uma extensão do referido modelo a partir da hipótese de endogeneidade

das elasticidades e do papel do SNI como determinantes da composição e da taxa de crescimento do produto industrial. A seção 4 apresenta a análise empírica realizada a partir de um modelo de vetores auto regressivos, suas funções de impulso resposta e da análise da decomposição da variância dos erros de previsão das séries temporais.

## 2. O MODELO DE KALDOR-DIXON-THIRLWALL

O modelo de causalção cumulativa foi delineado por Kaldor (1966; 1970) e formalizado pela primeira vez por Dixon e Thirlwall (1975). Posteriormente, é possível estender esse modelo com base em Thirlwall (1979), incluindo a hipótese de que o crescimento é restrito pela condição de equilíbrio intertemporal do Balanço de Pagamentos (BP). Formalmente, o modelo pode ser descrito pelas seguintes equações:

- (1)  $y_t = \gamma \cdot x_t$ , em que onde  $y_t$  é a taxa de crescimento do produto no período  $t$ ,  $x_t$  é a taxa de crescimento das exportações e  $\gamma$  é a elasticidade do crescimento do produto em relação ao crescimento das exportações. Essa equação descreve o pressuposto de que o crescimento da economia é liderado pelas exportações;
- (2)  $x_t = \eta \cdot (p_{dt} - p_{ft} - e_t) + \varepsilon \cdot z_t$ , em que  $p_{dt}$  ( $p_{ft}$ ) é a taxa de crescimento dos preços domésticos (externos);  $x_t$  é a taxa de crescimento das exportações;  $e_t$  é a variação na taxa de câmbio nominal;  $\eta$  é a elasticidade preço das exportações ( $\eta < 0$ );  $\varepsilon$  é a elasticidade renda das exportações ( $\varepsilon > 0$ ); e  $z_t$  é a taxa de crescimento da renda mundial. Essa equação representa a demanda por exportações, sendo que  $z_t$  e  $p_{ft}$  são determinados exogenamente;
- (3)  $p_{dt} = w_t - r_t + \tau_t$ , onde  $w_t$  é a taxa de crescimento dos salários nominais,  $r_t$  é a taxa de crescimento da produtividade média do trabalho e  $\tau_t$  é a taxa de crescimento do *mark-up* sobre os custos do trabalho. Essa equação descreve que taxa de crescimento dos preços dos bens domésticos é determinada por uma equação de *mark-up*;
- (4)  $r_t = r_a + \lambda \cdot y_t$ , em que  $r_a$  é o crescimento autônomo da produtividade do trabalho e  $\lambda$  é a elasticidade do crescimento da produtividade em relação ao crescimento da produção, ou coeficiente de Verdoorn. Conhecida como lei de Verdoorn, a equação descreve o reconhecimento da existência de regularidade da associação entre a taxa de crescimento do produto e a taxa de crescimento da produtividade;
- (5)  $m_t = \psi \cdot (p_{ft} + e_t - p_{dt}) + \pi \cdot y_t$ , em que  $m_t$  é a taxa de crescimento das importações;  $y_t$  é a taxa de crescimento do produto doméstico no período  $t$ ;  $\psi$  é a elasticidade preço das importações ( $\psi < 0$ );  $\pi$  é a elasticidade renda das importações ( $\pi > 0$ ). Equação representa a demanda por importações;
- (6)  $p_{dt} + x_t = p_{ft} + e_t + m_t$ , equação que descreve o equilíbrio da balança comercial.

O modelo original de Dixon e Thirlwall (1975) é dado pelo conjunto de equações (1)-(4). A equação fundamental é a que expressa a lei de Verdoorn, uma vez que admite a possibilidade de crescimento cumulativo. O crescimento do produto aumenta a produtividade do trabalho, reduzindo o preço dos bens domésticos que leva, por conseguinte, a uma nova rodada de crescimento das exportações. O modelo também ressalta o argumento proposto por Kaldor de que a taxa de crescimento da demanda, mais especificamente a taxa de crescimento das exportações, assim como a existência de retornos crescentes de escala no setor manufatureiro, são os principais fatores explicativos da taxa de crescimento do PIB e suas disparidades entre países (Britto e Romero, 2011).

Substituindo as equações (2), (3) e (4) em (1), a expressão da taxa de crescimento do produto é dada por:

$$y_t = \gamma \frac{[\eta(w_t - r_a + \tau_t - p_{ft} - e_t) + \varepsilon.(z_t)]}{1 + \gamma\eta\lambda} \quad (7)$$

Na equação (7) a taxa de crescimento do produto varia positivamente em função do crescimento autônomo da produtividade, da taxa de crescimento dos preços externos, da taxa de desvalorização do câmbio, da taxa de crescimento da renda mundial e da elasticidade renda da demanda por exportações. A taxa de crescimento do produto varia negativamente em função do crescimento dos salários nominais e da taxa de crescimento do *mark-up*<sup>3</sup>. Ademais, observa-se que coeficiente de Verdoorn ( $\lambda$ ) determina a natureza cumulativa e circular do modelo. Não obstante, sua existência não é suficiente para explicar diferenças nas taxas de crescimento entre países, já que essas, *ceteris paribus*, estão relacionadas a níveis distintos de  $\lambda$ <sup>4</sup>.

Por fim, convém observar qual o comportamento do modelo em termos da estabilidade dos parâmetros no longo prazo, ou seja, qual é o comportamento da taxa de crescimento (convergência ou divergência) uma vez que ela seja alterada. Para tanto, utilizando a função defasada das exportações, tem-se que:

$$x_t = \eta.(p_{dt-1} - p_{ft-1} - e_t) + \varepsilon.z_{t-1} \quad (8)$$

A partir da combinação das equações (7), (3) e (4) obtém-se a solução geral:

$$y_t = A(-\gamma\eta\lambda)^t + \gamma \frac{[\eta(w_t - r_a + \tau_t - p_{ft-1} - e_{t-1}) + \varepsilon.(z_{t-1})]}{1 + \gamma\eta\lambda} \quad (9)$$

em que  $A$  é a condição inicial.

A equação (9) demonstra que a estabilidade do modelo depende do resultado da multiplicação entre a elasticidade do crescimento do produto em relação ao crescimento das exportações, a elasticidade preço da demanda por exportações e o coeficiente de Verdoorn. Se o valor desse produto for maior do que a unidade, então ocorrerá um processo de divergência cumulativa. Caso contrário, as diferenças nas taxas de crescimento entre países serão constantes ao longo do tempo.

Ressalta-se que no modelo anterior a taxa de crescimento predita não tem um limite superior. Contudo, conforme mostrou originalmente Thirlwall (1979), na prática a condição de equilíbrio intertemporal do BP constitui esse limite. Ou seja, tanto para países desenvolvidos quanto para países em desenvolvimento, a taxa de crescimento de longo prazo pode ser restrita pela referida condição, de tal forma que é possível impor limites ao crescimento muito antes de se alcançar a plena utilização da capacidade produtiva.

Formalmente, o modelo original de Thirlwall (1979) é dado pelas equações (3), (5) e (6). Substituindo as duas primeiras na última, é possível mostrar que a taxa de crescimento da renda doméstica compatível com o equilíbrio no BP é dada por:

$$y_t = [(1 + \eta + \psi)(p_{dt} - p_{ft} - e_t) + \varepsilon.(z_t)]/\pi \quad (10)$$

A equação (10) expressa as seguintes proposições econômicas:

<sup>3</sup> Observe que o impacto da elasticidade preço da demanda por exportações sobre o crescimento do produto é indeterminada, sendo que seu efeito líquido dependerá dos valores reais das outras variáveis e parâmetros.

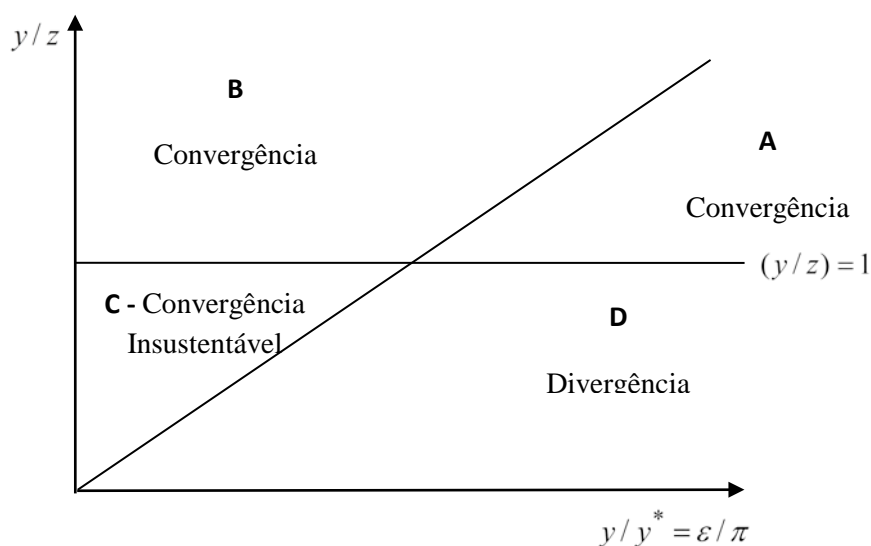
<sup>4</sup> Segundo Dixon e Thirlwall (1975, p. 211) "In other words, an autonomous shock which raises a region's output is not enough for its growth advantage to be maintained [...] except to the extent that the autonomous shock affects favorably the parameters of the model".

- (i) A inflação doméstica vai diminuir  $y_B$  se a soma da elasticidade própria da demanda por exportações e a elasticidade cruzada da demanda por importações for maior que a unidade em valor absoluto;
- (ii) A inflação externa vai aumentar  $y_B$  se a soma da elasticidade própria da demanda por importações e a elasticidade cruzada da demanda por exportações for maior que a unidade em valor absoluto;
- (i) A desvalorização ou a depreciação da moeda doméstica vai aumentar  $y_B$  se a soma da elasticidade própria da demanda por importações e exportações for maior que a unidade em valor absoluto (condição Marshall-Lerner). Deve ser notado, todavia, que esse crescimento depende de depreciações contínuas, ou seja, em sucessivos períodos deve-se ter  $e_t > 0$ ;
- (ii) Um crescimento mais rápido na renda mundial vai aumentar a taxa de crescimento de equilíbrio compatível com a BP; e
- (iii) Quanto maior a elasticidade renda da demanda por importações ( $\pi$ ), menor a taxa de crescimento  $y_B$ .

Ademais, esse modelo pode ser usado para responder à questão central da moderna teoria sobre o motivo de as taxas de crescimento diferirem entre os países (Cimoli *et al.*, 2010). A relação entre restrição do BP e convergência é representada na Figura (A). Quatro cenários podem ser identificados:

- (i) Convergência sustentável – ocorre quando a taxa de crescimento efetiva dos países em desenvolvimento é maior que a unidade e ao mesmo tempo é menor ou igual à razão das elasticidades ( $\varepsilon/\pi$ ) (Figura A, quadrante nordeste A, em que  $\varepsilon/\pi \geq y/z > 1$ );
- (ii) Divergência sustentável – ocorre quando os países em desenvolvimento crescem menos do que o resto do mundo enquanto mantêm o equilíbrio (ou superávit) em conta corrente (Figura A, quadrante sudeste D, em que  $\varepsilon/\pi \geq y/z < 1$ ). Nesse caso, o país cresce menos do que o permitido pela restrição de equilíbrio do BP;
- (iii) Convergência insustentável – ocorre quando a taxa relativa de crescimento (razão das elasticidades) é maior (menor) que a unidade (Figura A, quadrante noroeste B, em que  $\varepsilon/\pi < y/z > 1$ ). A convergência, nesse caso, ocorre com o aumento da dívida externa. Todavia, em algum ponto do tempo esse débito deverá ser pago, de tal forma que o processo de convergência será interrompido.
- (iv) Divergência insustentável – ocorre quando a razão das elasticidades é menor que a taxa de crescimento efetiva, o que implica déficits crescentes em conta corrente (Figura A, quadrante sudoeste C, em que  $\varepsilon/\pi < y/z < 1$ ). Nesse caso, a taxa de crescimento prevalente no país é insuficiente para produzir convergência com a economia internacional.

**Figura A:** Convergência, divergência e restrição externa



**Fonte:** Cimoli, Porcile e Rovira (2010).

Por outro lado, se a ideia de causalção circular cumulativa for introduzida com o impacto do crescimento endógeno da produtividade na taxa de crescimento das exportações, dada pelas equações (4) e (5), a taxa de crescimento da economia no modelo de Kaldor-Dixon-Thirlwal (doravante KDT) se torna:

$$y_B = \frac{[(1 + \eta + \psi)(w_t - r_a + \tau_t - p_{ft} - e_t) + \varepsilon \cdot (z_t)]}{\pi + \lambda(1 + \eta + \omega)} \quad (11)$$

Considerando que os preços relativos não afetam o equilíbrio no BP de maneira significativa no longo prazo, isto é, se os termos de troca são neutros, a equação (11) pode ser simplificada de tal forma a obter-se a denominada “Lei de Thirlwall”:

$$y_t = \varepsilon \cdot (z_t) / \pi \quad (12)$$

A equação (12) mostra que o crescimento liderado pelas exportações é restrito pelo BP. Nesse caso, quanto maior for a elasticidade renda da demanda por importações, maior será a restrição sobre o crescimento. Assim, a importância da taxa de crescimento das exportações para o aumento da taxa de crescimento do PIB é reforçada nessa versão do modelo, uma vez que possui uma dupla função. Em primeiro lugar, conforme argumentou Kaldor, o funcionamento do multiplicador do comércio externo de Harrod (1933) é refletido pelo aumento da demanda agregada ocasionado pelo aumento das exportações. Em segundo lugar, o aumento das exportações proporciona o influxo de moeda estrangeira necessário para permitir que os demais componentes da demanda agregada cresçam, dado que a expansão do consumo e do investimento agregados certamente estarão associados a volumes crescentes de importações. Logo, mesmo que o crescimento do PIB seja derivado em grande medida da dinâmica do mercado interno, o crescimento das exportações viabiliza os requerimentos crescentes de importações sem que o balanço de pagamentos seja deficitário (Britto e Romero, 2011).

### 3 O MODELO KALDOR-DIXON-THIRLWALL REVISITADO

Existe uma série de desdobramentos teóricos e empíricos que exploram diferentes pontos dentro dessa abordagem inaugurada pelo modelo KDT (Elliot e Rhodd, 1999; Thirlwall e Hussain, 1982; Moreno-Brid, 2003). Dois desses principais desdobramentos devem ser destacados: o primeiro é uma série de trabalhos que destaca o “efeito composição”, qual seja, a ideia de que a composição setorial da estrutura produtiva de uma economia (e, sobretudo, das suas exportações) é fundamental para explicar suas taxas de crescimento compatíveis com a restrição externa (Araújo e Lima, 2007; Araújo, 2012; dentre outros). O principal argumento desses modelos é de que mudanças na composição da demanda, que não se refletem em mudanças nas elasticidades, mas advém de mudanças na participação de cada setor na exportação ou importação agregada, também afetam o crescimento econômico.

O segundo desdobramento, em grande parte complementar ao primeiro, destaca a hipótese da endogeneidade das elasticidades renda da demanda por exportações e importações. Ou seja, propõem-se identificar quais são as variáveis capazes de alterar a magnitude das referidas elasticidades e, assim, relaxar a restrição externa.

Nesse contexto, admitindo que as elasticidades reflitam em grande parte a diversidade e o grau de sofisticação da estrutura produtiva de uma economia, variáveis como o nível da taxa real de câmbio e o grau de desenvolvimento do Sistema Nacional de Inovações, consideradas capazes de induzir a mudança estrutural e provocar a alteração nas referidas elasticidades, passam a ser consideradas como elementos chaves para promover alterações pró-crescimento (Missio, Jayme Jr. e Conceição, 2014).

O modelo proposto a seguir se encaixa dentro dessa abordagem e é capaz de mostrar como a incorporação desses argumentos permite estabelecer um raciocínio lógico sequencial que, ao complementar a tradição econômica inaugurada pelo modelo KDT com outras abordagens teóricas, como a evolucionária, por exemplo, contribui para melhorar a fundamentação teórica sobre os determinantes do processo de crescimento.

Antes da apresentação formal, ressaltam-se, brevemente, os principais argumentos que fundamentam as duas hipóteses a serem adicionadas ao modelo KDT: a hipótese de endogeneidade das elasticidades e o papel do Sistema Nacional de Inovação (SNI).

### **3.1 A HIPÓTESE DE ENDOGENEIDADE DAS ELASTICIDADES**

No longo prazo, conforme Thirlwall (2005, p. 69), a única solução segura para elevar a taxa de crescimento de um país, em consonância com o equilíbrio intertemporal do BP, é a mudança estrutural, no sentido de se aumentar  $\varepsilon$  e reduzir  $\pi$ . No modelo de Thirlwall a direção da causação vai das elasticidades, que refletem a estrutura de produção, para o crescimento. Conforme ressalta o autor, esse é o pressuposto básico de todos os modelos centro-periferia clássicos, como Prebisch (1950), Myrdal (1957), Seers (1962) e Kaldor (1970).

A questão torna-se, portanto, compreender como diferenças nas elasticidades provocam diferentes taxas de crescimento e, principalmente, quais são os fatores que às determinam. A hipótese de que as elasticidades são endógenas capta esse argumento. Ou seja, admite-se que mudanças da estrutura produtiva alteram a restrição externa e, portanto, políticas que promovem a referida mudança estrutural tem efeitos sobre o crescimento. Nesse sentido, recentemente uma série de autores tem incorporado nessa classe de modelos funções que buscam captar essa endogeneidade propondo, por exemplo, que a elasticidade-renda da demanda por importações é uma função negativa do excesso de capacidade (Palley, 2002). A justificativa para tal procedimento é o fato das importações estarem relacionadas aos “gargalos” da economia. À medida que o excesso de capacidade e o desemprego diminuem, esses “gargalos” se tornam mais relevantes e a participação das importações no incremento da renda aumenta. Por outro lado, McCombie e Roberts (2002) incorporam a mudança estrutural à lei de Thirlwall por meio da introdução de *histerese* nos parâmetros que determinam a taxa de longo prazo da economia. Nesse caso, a elasticidade renda da demanda é especificada como função não linear das taxas de crescimento passada. Botta (2009)

admite que as elasticidades renda da demanda por exportações (importações) nos países em desenvolvimento sejam uma função positiva (negativa) da participação das manufaturas no produto doméstico. Ou seja, as elasticidades renda da demanda por importações-exportações são endógenas, sendo sua evolução dependente dos efeitos da industrialização dos países em desenvolvimento sobre o padrão das elasticidades renda das importação/exportações.

Admite-se, ainda, a endogeneidade das elasticidade renda da demanda por importações e exportações em relação ao nível da taxa real de câmbio (Barbosa-Filho, 2006; Missio, 2012; Ferrari, Freitas e Barbosa-Filho, 2013; Missio, Oreiro e Jayme Jr, 2014). Segundo Missio e Jayme Jr. (2012) isso ocorre porque a manutenção de um câmbio real desvalorizado gera incentivos à pesquisa e a inovação via efeitos sobre as condições de autofinanciamento e de acesso ao crédito, o que permite a modernização e a diversificação da capacidade produtiva. Isso implica na ampliação (diminuição) da capacidade de exportação (importar) no longo prazo.

Mais especificamente, os autores argumentam que a elasticidade renda da demanda por exportações é uma função direta, entre outros fatores, do número de produtos produzidos pelo país e do grau de tecnologia incorporado nesses produtos. Em relação ao número de produtos, variações no câmbio real alteram o salário real, levando a diversificação ou a especialização da produção. Isso porque, quando ocorre um aumento dos salários reais, por exemplo, os setores que já competem com desvantagens no mercado internacional, dado o baixo conteúdo tecnológico incorporado em seus produtos, perdem mercados ou deixam de existir, forçando a economia a se especializar em setores onde existem vantagens comparativas naturais. Para países em desenvolvimento, isso significa a especialização na produção de produtos naturais primários. Acontece que a elasticidade renda da demanda por exportações desses produtos é baixa, o que mostra que a especialização nestes setores impõe uma maior restrição ao crescimento com equilíbrio externo. Por outro lado, uma redução nos salários reais (desvalorização) leva a uma diversificação produtiva, o que no longo prazo representa uma maior capacidade de exportar e uma menor dependência das importações. Em relação ao grau de sofisticação dos produtos, os autores observam que a desvalorização cambial – ao aumentar o lucro das empresas e a sua capacidade de autofinanciamento – altera a disponibilidade de fundos que as mesmas dispõem para realizarem seus projetos de investimentos relacionados à pesquisa e inovação.

### **3.2. O PAPEL DO SISTEMA NACIONAL DE INOVAÇÕES**

A presença de divergências estruturais capazes de explicar em grande parte as diferenças de elasticidades renda (e sua evolução) entre os países encontra explicação também na teoria evolucionária, em especial na análise do papel desempenhado pelo Sistema Nacional de Inovações (SNI). Mais particularmente, o que a abordagem dos modelos pós-keynesianos de crescimento com restrição de equilíbrio do balanço de pagamentos argumenta é que as diferenças de elasticidades advêm de diferenças estruturais. Pois bem, a existência dessas diferenças podem ser explicadas, em grande parte, com o auxílio da teoria evolucionária, principalmente, pela análise das trajetórias dos progressos tecnológicos seguidos e desenvolvidos pelos diferentes países.

O ponto inicial dessa interação é a compreensão do conceito de SNI. Segundo Albuquerque (1996, p. 228), o mesmo pode ser assim definido:

Trata-se de uma construção institucional que impulsiona o progresso tecnológico (...) através da construção de um sistema nacional de inovações, viabiliza-se a realização de fluxos de informação e conhecimento científico e tecnológico necessários ao processo de inovação. Esses arranjos institucionais envolvem firmas, redes de interação entre empresas, agências governamentais, universidades, institutos de pesquisa e laboratório de empresas, bem como a atividade de cientistas e engenheiros: arranjos institucionais que se articulam com o sistema educacional, com o setor industrial e empresarial e com as instituições financeiras, compondo o circuito dos agentes que são responsáveis pela geração, implementação e difusão das inovações tecnológicas.



Em segundo lugar, ressalta-se o argumento de que há um vínculo entre a estrutura produtiva e as elasticidades renda do comércio internacional que pode ser explicado pela complexidade da cadeia produtiva do país.<sup>5</sup> Assim, mesmo países que realizaram o processo de industrialização, continuam a sofrer com a restrição externa ao seu crescimento. A inspiração para esta argumentação está na literatura evolucionária:

*Country-specific factors are, through various channels, assumed to influence the process of technological change, and thus give the technologies-and the process of technological change-of different countries a distinct "national" flavor ("national technology"; Nelson and Wright 1992, p. 1935). Thus, as an analytical device, many writers in this area-explicitly or implicitly-view countries as separate (technological) systems, each with its own specific dynamics. Bengt-Ake Lundvall (1992) and Nelson (1993) both use the concept "national system of innovation" for this purpose (FAGERBERG, 1994, p.1156).*

Para Fajnzylber (1983) *apud* Jayme Jr e Resende (2009), o fato da restrição externa ser mais efetiva nos países em desenvolvimento se deve a debilidade tecnológica desses países, em grande parte, em decorrência do baixo nível de progresso e difusão do seu núcleo de dinamização tecnológica, entendido como uma infraestrutura científico-tecnológica estreitamente inserida e vinculada ao aparato produtivo. A ideia subjacente é de que as inovações oriundas do núcleo endógeno de progresso tecnológico aumentam a competitividade internacional da estrutura produtiva fazendo com que o setor exportador seja beneficiado com o desenvolvimento de produtos com maior elasticidade renda.<sup>6</sup>

Em outras palavras, existe um diferencial de competitividade (e, por tanto, também nas elasticidades renda) entre economias especializadas em bens intensivos em tecnologia e a economias especializadas em bens com baixa intensidade tecnológica.

Para Jayme Jr. e Resende (2009, p. 18) bem como Resende e Torres (2008) o valor exportado de uma economia depende de quatro características dos mercados dos produtos exportados. A primeira diz respeito a estrutura de mercado dos bens exportados, a segunda o dinamismo do mercado do produto exportado e a terceira o grau de proteção do mercado<sup>7</sup>. Por fim, o quarto e último fator é aquele relacionado à diversificação da base produtiva da economia.

Neste quarto e último fator aparece como fundamento o desenvolvimento do SNI uma vez que este sistema afetará o grau de sofisticação tecnológica de sua produção, com efeitos sobre suas exportações através do processo de *catching up*, fundamental para que economias em desenvolvimento sejam capazes de alcançar o padrão tecnológico de economias centrais.

Assim, em relação a diversificação da base produtiva da economia, quanto mais desenvolvido for seu SNI, maior será a possibilidade de se avançar em direção à fronteira tecnológica dos diversos setores de produção da economia. Nesse sentido, maior tenderá a ser o grau de diversificação da base produtiva da economia. Essa diversificação atrelada ao maior

---

<sup>5</sup>Sobre esse vínculo da estrutura produtiva e as elasticidades renda do comércio internacional temos que: “*Moreover, different commodities and sectors are likely to be associated with different levels of opportunities for innovation and different income elasticities of demand. Hence, the national patterns of technological and production specialization may feedback on the long term dynamism of each economy*”. (Dosi, Freeman e Fabiani, 1994, p.16)

<sup>6</sup>Na interpretação da obra de Fajnzylber (1983) por Jayme Jr. e Resende (2009, p.12) pode-se ver que “(...) o incipiente desenvolvimento da indústria de bens de capital dos países da América Latina estaria associado à debilidade tecnológica que a caracteriza. Essa debilidade, por sua vez, repercute sobre a competitividade não apenas da própria indústria de bens de capital, mas, também, sobre toda a indústria dessas economias, principalmente em seus segmentos capital-intensivo. Por este motivo estaria explicado o déficit externo estrutural das economias latino-americanas, bem como o não desenvolvimento de um “núcleo endógeno de dinamização tecnológica”.

<sup>7</sup>Em relação à estrutura de mercado Jayme Jr. e Resende (2009) explicam que quanto mais próxima da estrutura de oligopólio ou de monopólio for a estrutura de mercado das exportações, maior será a capacidade da empresa exportadora de fixar os preços de seus produtos e, portanto, maior tende a ser a rentabilidade e o valor de suas exportações. Em relação ao dinamismo do mercado, quanto maior for a taxa de crescimento da demanda em um mercado, maior tende a ser o valor das exportações para este mercado. No que diz respeito à proteção de mercado, quanto menos sujeito o mercado estiver a práticas protecionistas, maior tende a ser o valor das exportações para este mercado.

conteúdo tecnológico implicará em uma maior elasticidade renda da exportação. Além disso, dada esta maior diversificação da base produtiva, maior será o coeficiente de exportações e os valores exportados.

Evidencia-se, portanto, que o desenvolvimento do SNI possibilita maior sofisticação tecnológica à estrutura produtiva, o que se reflete em mudanças nas elasticidades renda do comércio (maior elasticidade renda da demanda por exportações e menor elasticidade renda da demanda por importações) e, por conseguinte, no relaxamento da restrição externa e no maior crescimento econômico de longo prazo. Ou seja, é a intensidade tecnológica dos produtos comercializados que sustenta o resultado comercial positivo ao longo do tempo, bem como o maior nível das elasticidades renda das exportações<sup>8</sup>. Estabelece-se, assim, a conexão entre a teoria evolucionária (neo-shumpeteriana) e a literatura dos modelos de crescimento com restrição externa.

### 3.3 O MODELO

Com base na discussão anterior, propõem-se duas modificações no modelo KDT:

i) a primeira incorpora a hipótese de endogeneidade das elasticidades renda em relação ao nível da taxa real de câmbio e o grau de desenvolvimento do SNI;

Formalmente, a endogeneidade das elasticidades é dada por:

$$\varepsilon_0 = f(\theta, SNI) \quad \text{com } \frac{\partial \varepsilon}{\partial \theta} > 0 ; \frac{\partial \varepsilon}{\partial SNI} > 0$$

$$\pi_0 = f(\theta, SNI) \quad \text{com } \frac{\partial \pi}{\partial \theta} < 0 ; \frac{\partial \pi}{\partial SNI} < 0$$

em que, por conveniência, admite-se a seguinte fórmula funcional<sup>9</sup>:

$$\varepsilon = \delta_0 + \delta_1 \theta + \delta_2 SNI \quad (13)$$

$$\pi = \alpha_0 + \alpha_1 \theta + \alpha_2 SNI \quad (14)$$

sendo  $\delta_0$  e  $\alpha_0$  constantes,  $\delta_1, \delta_2 > 0$  e  $\alpha_1, \alpha_2 < 0$ .

ii) a segunda admite que a produtividade é uma função também da participação da indústria no produto total à *la* Verdoorn por meio dos mecanismo associados à capacidade de aprendizagem na indústria (Verspagen, 1993). Esse argumento está em concordância com a literatura kaldoriana e neoschumpeteriana, as quais enfatizam o papel fundamental da indústria como atividade de rendimentos crescentes de escala e de economias dinâmicas. Estas últimas se referem aos rendimentos crescentes acarretados pelo progresso tecnológico induzido pela aprendizagem (especificamente *learning by doing*) na indústria.

Segundo Verspagen (1993) e Setterfield (2002) em um modelo em que o crescimento é liderado pela demanda pode-se afetar o desenvolvimento dos recursos produtivos por meio de sua

<sup>8</sup>Para que isso seja possível “countries cannot rely on a combination of technology imports and investments, but have to increase their national technological activities as well.”(FAGERBERG, 1988, p. 451).

<sup>9</sup> Admite-se a possibilidade de que exista um efeito combinado entre nível da taxa real de câmbio e o grau de desenvolvimento do SNI, bem como a presença de não linearidades na relação entre câmbio real e as elasticidades. Por exemplo, é provável que a relação entre o nível da taxa real de câmbio e a elasticidade renda da demanda por exportações seja dada por uma equação não linear de segundo grau côncava em relação a origem. Ou seja, o resultado inicial de uma desvalorização na taxa real de câmbio é o aumento dos lucros e, conseqüentemente, dos investimentos (sobretudo em inovação) por partes das empresas. Contudo, à medida que essa desvalorização aumenta, esse efeito indutor do investimento pode ser contrabalanceado pelo aumento de custos, dado o aumento do preço dos bens intermediários (insumos) e dos bens de capital importados. No entanto, a introdução de não linearidades no modelo gera complicações desnecessárias para o propósito do trabalho.

influência sobre o processo de *learning by doing*, na medida em que afeta a produtividade vinculada à atividade industrial. A partir disso, a equação da produtividade é dada por:

$$r_t = r_a + \lambda y_t + v gdp_t \quad (15)$$

em que  $gdp_t$  é a taxa de crescimento do produto industrial.

A taxa de crescimento de  $gdp_t$ , por sua vez, é dada por:

$$gdp_t = \rho_0 + \rho_1 \theta + \rho_2 SNI \quad (16)$$

A novidade na equação 16 em relação a equação proposta por Missio, Araújo e Jayme Jr. (2013) é o último termo, ou seja, a inclusão do SNI como determinante da participação da indústria no produto. A inclusão desse termo busca captar a argumentação da teoria evolucionária e, mais especificamente, a ideia de que é preciso ter um núcleo endógeno de dinamização tecnológica capaz de promover uma industrialização em direção aos setores intensivos em tecnologia, conforme discutido nas seções 3.1 e 3.2.

Substituindo (16) em (15), tem-se:

$$r_t = \sigma_0 + \sigma_1 \theta + \sigma_2 SNI + \sigma_3 y_t \quad (17)$$

em que  $\sigma_0 = r_a + \rho_0$ ,  $\sigma_1 = v\rho_1$ ,  $\sigma_2 = v\rho_2$  e  $\sigma_3 = \lambda$ .

Incorporando às mudanças no modelo KDT,

$$y_B = \frac{[(1 + \eta + \psi)(w_t - \sigma_a - \sigma_1 \theta - \sigma_2 SNI + \tau_t - p_{ft} - e_t) + (\delta_0 + \delta_1 \theta + \delta_2 SNI) \cdot (z_t)]}{\alpha_0 + \alpha_1 \theta + \alpha_2 SNI + \sigma_3 (1 + \eta + \omega)} \quad (18)$$

Admitindo novamente que os preços relativos não afetam o equilíbrio no BP de maneira significativa no longo prazo, a equação anterior pode ser simplificada para:

$$y_B = \frac{[(\delta_0 + \delta_1 \theta + \delta_2 SNI) \cdot (z_t)]}{\alpha_0 + \alpha_1 \theta + \alpha_2 SNI} \quad (19)$$

Derivando (19) em relação ao nível da taxa real de câmbio e ao grau de desenvolvimento do SNI temos:

$$\frac{\partial y_t}{\partial \theta} = \frac{[(\delta_1 \cdot z_t) \cdot (\alpha_0 + \alpha_1 \theta + \alpha_2 SNI)] - \alpha_1 \cdot [(\delta_0 + \delta_1 \theta + \delta_2 SNI) \cdot (z_t)]}{(\alpha_0 + \alpha_1 \theta + \alpha_2 SNI)^2} > 0 \quad (20)$$

$$\frac{\partial y_t}{\partial SNI} = \frac{[(\delta_2 \cdot z_t) \cdot (\alpha_0 + \alpha_1 \theta + \alpha_2 SNI)] - \alpha_2 \cdot [(\delta_0 + \delta_1 \theta + \delta_2 SNI) \cdot (z_t)]}{(\alpha_0 + \alpha_1 \theta + \alpha_2 SNI)^2} > 0 \quad (21)$$

Os resultados mostram a partir das inovações introduzidas no modelo KDT, que desvalorizações da taxa de câmbio real têm impactos positivos sobre o crescimento e que, também, SNI's mais desenvolvidos impactam positivamente na taxa de crescimento do produto.

Do ponto de vista prático, o modelo pode ser testado através da estimação da equação (19) ou do sistema de equações dadas por (2) e (13) a (16). A seguir, propõe-se um teste empírico para o Brasil que busca captar o efeito sobre o crescimento de algumas das variáveis utilizadas no modelo

teórico. Mais especificamente, estima-se o efeito do grau de desenvolvimento do SNI sobre o crescimento do produto, bem como o efeito das exportações consideradas de acordo com o grau de intensidade tecnológica. Assim, o teste inova e avança nessa literatura uma vez que propõem um exercício empírico ainda pouco explorado.

#### 4. ANÁLISE EMPÍRICA

O objetivo desta seção é analisar empiricamente para o Brasil as relações entre crescimento econômico, Sistema Nacional de Inovações e exportações, conforme a abordagem teórica anterior. Para tanto, o exercício econométrico aqui proposto utiliza o modelo de vetores auto regressivos (VAR). Essa abordagem contorna o problema de determinar quais variáveis são endógenas e quais são exógenas, por não fazer nenhuma distinção *a priori* entre as variáveis; permitindo, portanto, que a simultaneidade entre as variáveis se manifeste livremente. Contudo, é inteiramente aberta a possibilidade de inclusão de variáveis puramente exógenas, com ou sem defasagens, como termos de tendências e *dummies* sazonais (MADDALA, 1992).

No sistema VAR, o comportamento das variáveis, grosso modo, é explicado por  $p$  defasagens da própria variável explicada e por  $p$  defasagens das variáveis explicativas. Em conformidade com a metodologia dos vetores auto regressivos e com base na fundamentação teórica desenvolvida nos tópicos anteriores, a equação a ser estimada será:

$$y_t = \sum_{k=1}^p \alpha_k y_{t-k} + \sum_{k=1}^p \beta_k y^E_{t-k+1} + \sum_{k=1}^p \xi_k \theta_{t-k+1} + \sum_{k=1}^p \gamma_k SNI_{t-k+1} + \sum_{k=1}^p \lambda_k X_{m,t-k+1} + \sum_{k=1}^p \eta_k X_{sm,t-k+1} + \sum_{k=1}^p \sigma_k X_{b,t-k+1} + \mu_t \quad (22)$$

onde,  $y$  é o PIB real,  $y^E$  é uma *proxy* para o PIB do resto do mundo representando a demanda externa,  $\theta$  é taxa de câmbio real,  $SNI$  é uma *proxy* para o Sistema Nacional de Inovação,  $X_m$  são as exportações de bens de maior fator agregado, ou seja manufaturados,  $X_{sm}$  representam as exportações de bens semi manufaturados, de fator agregado intermediário e  $X_b$  representam os bens de fator agregado mais básico<sup>10</sup> (Tabela 1).

A equação busca identificar como choques sobre a exportação de bens manufaturados, semimanufaturados, básicos, o resto do mundo (crescimento da economia norte americana como *proxy* da demanda externa) e a *proxy* para o Sistema Nacional de Inovação influenciaram o PIB Real do Brasil do primeiro trimestre de 1999 até o último trimestre de 2011. A descrição das variáveis e suas respectivas fontes são descritas na tabela a seguir.

**Tabela 1** – Variáveis do modelo, descrição e fonte - de 1999: Q1 até 2011Q4

VARIÁVEIS	SIGLA	DESCRIÇÃO	FONTE
PIB real do Brasil	<i>PIBREAL</i>	Taxa de crescimento do PIB real trimestral do brasileiro	IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística)
PIB real dos EUA	<i>PIBEUA</i>	Taxa de crescimento do PIB real trimestral estadunidense	BACEN (Banco Central do Brasil)
Sistema nacional de Inovação	<i>SNI</i>	<i>Proxy</i> para o Sistema Nacional de Inovação (SI). Para tanto se utilizou do número de patentes depositadas trimestralmente em termos acumulados no período em estudo, seguindo metodologia de	USPTO (United States Patent and Trademark Office) e INPI (Instituto Nacional de Patentes Industriais)

<sup>10</sup> De acordo com a Funcex (2013) o conceito de exportações por fator agregado envolve o agrupamento dos produtos em três grandes classes, levando-se em conta a maior ou menor quantidade de transformação (agregação de valor) que a mercadoria sofreu durante o seu processo produtivo até a venda final. São eles: a) produtos básicos, compostos de produtos de baixo valor, normalmente intensivo em mão-de-obra, cuja cadeia produtiva é simples e que sofrem poucas transformações; b) produtos industrializados, os quais se dividem em semimanufaturados (produto que passou por alguma transformação) e manufaturados (produto normalmente de maior tecnologia, com alto valor agregado).

		Verspagen (1993)	
Taxa de câmbio real (CAMBREAL)	<i>CAMBREAL</i>	Taxa de câmbio real trimestral deflacionada pelo IPCA	IPEA
Exportação de produtos manufaturados (MANU)	<i>MANU</i>	Valor das exportações de produtos manufaturados - (FOB) - US\$ (milhões)	Fundação Centro de Estudos do Comércio Exterior (Funcex).
Exportação de produtos básicos	<i>BASICO</i>	Valor das exportações de produtos básicos - (FOB) - US\$ (milhões)	Fundação Centro de Estudos do Comércio Exterior (Funcex).
Exportação de produtos semimanufaturados	<i>SEMI</i>	Valor das exportações de produtos semimanufaturados - (FOB) - US\$ (milhões)	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, Secretaria de Comércio Exterior.

Fonte: Elaboração própria

Inicialmente, realizam-se os testes de Raiz Unitária (Tabela 2). À exceção das variáveis PIB real dos Estados Unidos (PIBREALEUA) e PIB real do Brasil (PIBREALBRA), todas as demais são não estacionárias (em nível), ou seja, não rejeitamos a hipótese nula de presença de raiz unitária. As variáveis relacionadas às exportações se tornam estacionárias em primeira diferença, bem como a variável de taxa de câmbio real (CAMBREAL). Somente a variável SNI se torna estacionária utilizando mais um processo de diferenciação, sendo, portanto, a única variável integrada de ordem 2 – I(2).

**Tabela 2** - Testes de Raiz Unitária ADF (Dickey-Fuller Aumentado) e PP (Phillips e Perron) para cada variáveis de 1999:Q1 até 2011Q4.

Série	ADF			PP		
	t-ADF	Defasagem	OI	t-PP	Bandwidth	OI
PIBREALBRA	-4.149722**	5	I(0)	-3.209552***	3	I(0)
PIBREALEUA	-4.050415**	0	I(0)	-3.955572**	4	I(0)
DCAMBREAL	-6.796747*	1	I(1)	-5.113847*	48	I(1)
DDSNI	-7.226982*	0	I(2)	-7.248909*	3	I(2)
DMANU	-3.609349**	4	I(1)	-9.256656*	24	I(1)
DBASICO	-5.238813*	10	I(1)	-12.14528*	14	I(1)
DSEMI	-8.622006*	1	I(1)	-15.75185*	46	I(1)

**Notas:** O prefixo D indica que a variável em primeira diferença, dado o diagnóstico dos testes ADF e PP; \* indica rejeição de H0 a 1% de significância; \*\* indica rejeição de H0 a 5% de significância e \*\*\* indica rejeição de H0 a 10% de significância. As estimações foram feitas considerando o intercepto e tendência; OI significa ordem de integração da série; os valores críticos para o teste ADF são -4.170583 (1%) -3.510740 (5%) e -3.185512 (10%) e para o teste PP são 4.148465 (1%), -3.500495 (5%) e -3.179617 (10%).

De acordo com a metodologia adotada, o comportamento das variáveis é explicado exclusivamente pelos valores presentes e passados das “n” outras variáveis do modelo e é fundamental a escolha correta do número de defasagens para o modelo VAR. Nesse sentido, procedeu-se para os testes de escolha das defasagens dos modelos baseado no procedimento de redução do número de defasagens de cada modelo, tendo-se como referência os resultados dos critérios de informação de Akaike (AIC), Schwarz (SC) e Hannan-Quinn (HQ) (Tabela 3).

Nos modelos estimados foram inicialmente testadas 4 defasagens. Tomando-se como parâmetro os valores mais baixos dados pelo critério de informação de AIC, SC e HQ, o modelo mais adequado para a estimação da equação (22) é um modelo VAR(1).

**Tabela 3** – Escolha das Defasagens do Modelo VAR

Lag	AIC	SC	HQ
0	72.04890	72.32717	72.15314
1	69.21903	71.44520*	70.05297
2	69.14960	73.32368	70.71324
3	68.20430	74.32627	70.49763
4	66.66648*	74.73636	69.68951*

Além dos testes de estacionariedade e da escolha da melhor defasagem do modelo VAR realizaram-se análises de cointegração entre as séries econômicas brasileiras. De acordo com Enders (1995) a interpretação econômica da cointegração é que se duas (ou mais) variáveis possuem uma relação de equilíbrio de longo prazo, então mesmo que as séries possam conter tendências estocásticas (isto é, serem não estacionárias), elas irão mover-se juntas no tempo e a diferença entre elas será estável. Portanto, o conceito de cointegração indica a existência de um equilíbrio de longo prazo, para o qual o sistema econômico converge no tempo.

De acordo com os resultados (Tabela 4), pode-se dizer que há evidência empírica de relação de longo prazo entre as variáveis analisadas.

**Tabela 4** – Teste de Cointegração de Johansen para as séries econômicas da Tabela 1

Hipótese sobre o número de cointegrações	Autovalor	Estatística do Traço	Valores Críticos a 0,05	Prob.
None *	0.801154	163.7108	117.7082	0.0000
At most 1 *	0.554438	91.02578	88.80380	0.0342
At most 2	0.470157	54.64689	63.87610	0.2333
At most 3	0.337753	26.06401	42.91525	0.7339
At most 4	0.123811	7.518773	25.87211	0.9889
At most 5	0.034308	1.570948	12.51798	0.9888

Fonte: Elaboração própria.

Nota:\* Denota rejeição da hipótese nula a 5% de significância. Neste caso, há a possibilidade de até 2 equações cointegrantes.

As primeiras análises realizadas com o modelo VAR estimado foram as funções de impulso-resposta (FRI's). As FRI's revelam o comportamento de longo prazo das séries temporais em estudo quando os resíduos de alguma variável alteram de valor. Nesse sentido, pode-se observar o comportamento e as inter-relações das séries temporais do modelo sugerido, conforme o arcabouço teórico desenvolvido nos tópicos anteriores. Considerou-se primeiro os choques sobre todas as variáveis do modelo em relação ao PIB real do Brasil (Figura 1).

Para a estimação das FIRs dos gráficos da Figura 1 optou-se pelo método *Generalized Impulse-Response Function* (GIR) em que, neste caso, os resultados não são afetados pela ordenação das variáveis nos sistemas de vetores auto regressivos. Como observado, um choque sobre as exportações básicas do Brasil afeta positivamente o PIB real por cerca de 3 trimestres e meio, fazendo com que após esse período o choque inicial se dissipe. Entretanto, entre o quarto trimestre e o oitavo o efeito das exportações de produtos básicos é negativa sobre o PIB real.

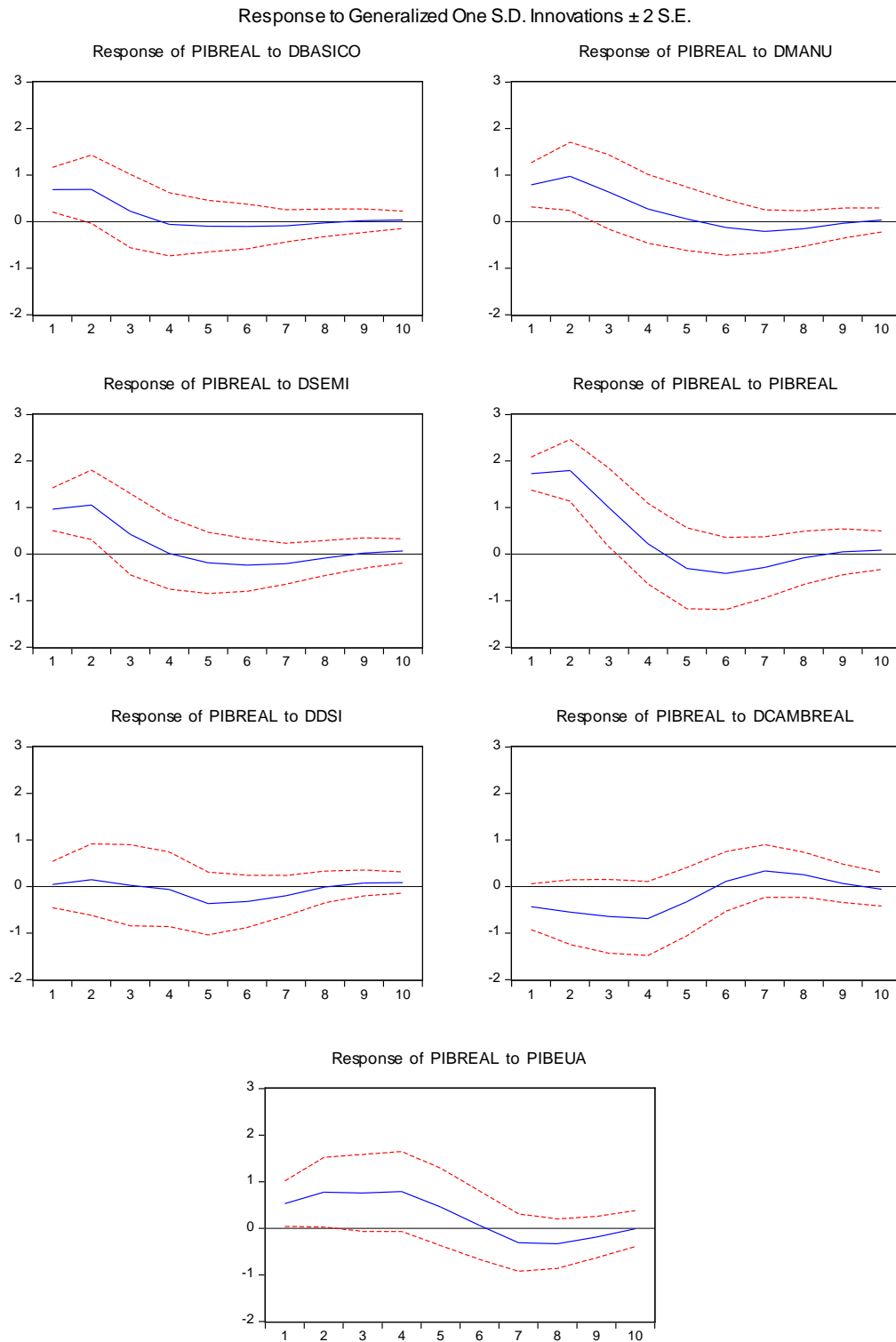
Por outro lado, um choque sobre as exportações de produtos manufaturados gera um efeito positivo sobre o PIB real trimestral levemente superior ao verificado em relação às exportações básicas e também por um período de tempo maior (aproximadamente 5 trimestres). Além disso, no processo de convergência para o valor inicial da série, o efeito negativo sobre o PIB é de 4 trimestres.

Um choque sobre as exportações de bens semimanufaturados gera um efeito positivo sobre o PIB real por cerca de três trimestres e meio. Também pode ser observado no processo de convergência da série um efeito negativo sobre o PIB real por cerca de 4 trimestres, assim como as demais séries de exportações. Esses resultados sugerem que quanto maior o nível do fator agregado dos produtos exportados mais intenso tende a ser os seus efeitos positivos sobre o PIB real do Brasil.

Em relação às demais variáveis, observa-se que um choque sobre o PIB real dos Estados Unidos geram efeitos positivos sobre o PIB real brasileiro por 5 trimestres e meio, enquanto que a

variável *proxy* para o Sistema Nacional de Inovação (SNI) parece não ter efeitos sobre o PIB real trimestral brasileiro.

**Figura 1** – Análise das Funções de Impulso-Resposta (FIR) do PIB real a choques próprios e às demais variáveis do modelo

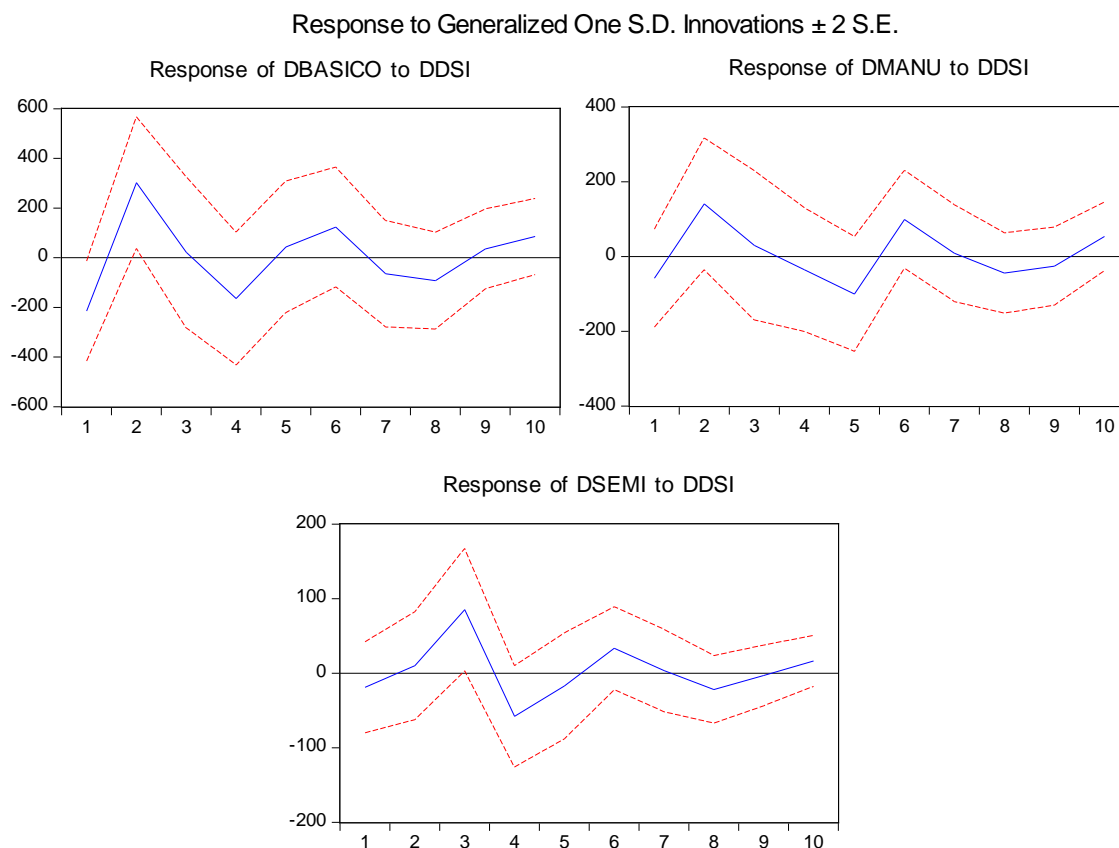


Fonte: Resultados extraídos do EViews 6.0

Um choque sobre a variável taxa de câmbio real tem um impacto negativo sobre o PIB ao longo de 5 trimestres e meio. Entretanto, após esse período, o impacto é positivo até convergir para o seu valor inicial.

A hipótese do modelo teórico é que o Sistema Nacional de Inovações (SNI) afeta as exportações<sup>11</sup>. Desta forma, procedeu-se a estimação das FIRs da variável SNI sobre as exportações. Na Figura 2 é possível observar os efeitos de choques da variável DDSNI sobre as diferentes categorias de bens exportados pelo Brasil em termos de fator agregado.

**Figura 2** - Análise das Funções de Impulso-Resposta (FIR) das exportações por fator agregado (DBASICO, DMANU e DSEMI) em relação à choques próprios do Sistema Nacional de Inovação (SI)



Fonte: Resultados extraídos do EVIEWS 6.0

Observa-se, ainda, que inovações (choques) no SNI sobre as exportações são positivas nos primeiros trimestres, mas apresentam volatilidade ao longo do tempo até convergirem para um valor inicial superior ao inicial (Figura 2). Este resultado sugere que o referido sistema afeta primeiramente as exportações que, por sua vez, afetam diretamente a taxa de crescimento real do PIB do Brasil.

Desta análise pode-se abstrair que o grau de desenvolvimento do Sistema Nacional de Inovação (SNI) é um determinante qualitativo do potencial produtivo de um país, o qual exerce um papel central na explicação das exportações por fator agregado (e, portanto, também para as elasticidades renda da demanda) pela produção nacional, ou seja, há relações causais entre o SNI, elasticidades-renda da demanda de exportação e crescimento econômico. De outra maneira, pode-se dizer que a estrutura produtiva influencia diretamente a pauta exportadora, afetando as elasticidades dos produtos exportados e importados e o fator agregado destas exportações.

De acordo com Enders (1995) outro instrumento de análise do VAR é a decomposição da variância do erro. O objetivo da análise da decomposição variância é explicitar a participação de cada variável do modelo na variância dos resíduos das demais variáveis. De acordo com este autor

<sup>11</sup> Efeitos *via* mudanças nas elasticidades (equações 13 e 14).



essa técnica contribui para identificar as relações de causalidade existentes dentro do modelo. Nesse sentido, será utilizada a metodologia de decomposição da variância para demonstrar como o PIB real trimestral do Brasil é, a “grosso modo”, afetado pelas outras variáveis do modelo. A decomposição da variância é outra forma de descrever a dinâmica do sistema VAR definido no modelo da equação (22).

Por este método, torna-se possível identificar a proporção da variação total do PIB real do Brasil devido a cada choque individual em “k” variáveis. Portanto, a decomposição da variância fornece informação sobre a importância relativa de cada “inovação” sobre as demais variáveis do sistema<sup>12</sup>.

A análise da decomposição da variância (Tabela 5) indica que grande parte da variação do PIB real do Brasil depois de 10 períodos se dá em função primeiramente de choques próprios seguidos por choques na exportação de bens manufaturados, no PIB real dos EUA, nas exportações de produtos básicos, na exportação de produtos semimanufaturados, pela taxa de câmbio real e, por fim, do Sistema Nacional de Inovação, respectivamente.

**Tabela 5** – Decomposição da Variância – PIB real

Period	S.E.	DBASICO	DMANU	DSEMI	DDJNI	PIBEUA	PIBREAL	DCAMBREAL
1	709.3774	15.75519	5.777015	10.36055	0.041789	0.275004	67.79045	0.000000
2	877.2643	15.07787	10.10276	9.743313	0.209701	1.197243	63.65418	0.014935
3	981.9870	12.60835	14.32427	7.741164	0.170964	3.981356	59.75697	1.416927
4	1077.569	11.03686	15.09362	7.179418	0.272292	9.821699	52.50989	4.086219
5	1119.508	10.24337	14.29206	7.911125	1.580416	12.01735	48.99713	4.958549
6	1169.400	10.02400	13.88986	8.354083	2.394770	11.98060	48.55332	4.803375
7	1195.646	9.903450	14.04679	8.346289	2.633687	12.17059	47.86329	5.035910
8	1221.395	9.770843	14.21638	8.228857	2.597787	12.79296	47.18929	5.203879
9	1236.365	9.715181	14.18620	8.217956	2.646428	13.12013	46.93009	5.184016
10	1254.946	9.711019	14.16223	8.246503	2.703290	13.11401	46.87394	5.189011

Cholesky Ordering: DBASICO DMANU DSEMI DDJNI PIBEUA PIBREAL DCAMBREAL

Os resultados demonstram que 67,79% da variação do PIB real do Brasil no primeiro período respondem ao seu próprio comportamento, tendo participação elevada durante todo o período considerando (evidência de *path dependence*). Em segundo lugar estão as exportações de produtos básicos que respondem por 15,75% da variação do PIB real, seguido pelas exportações dos bens semimanufaturados (10,36%), exportação de bens manufaturados (5,77%) e pelo PIB dos EUA (0,27%).

Com efeito, na medida em que o horizonte temporal aumenta a ordem de importância das variáveis vai se modificando, de forma que o PIB real dos EUA e as exportações de bens manufaturados começam a ficar mais relevantes para explicar o comportamento do PIB real do Brasil (Tabela 5). Nesse contexto, ao longo dos 10 períodos de análise a exportação de bens manufaturados passa a responder mais pelo crescimento do PIB real do Brasil, respondendo por 14,16% da variação do mesmo e as exportações de bens básicos reduz seu poder de resposta sobre o PIB real para aproximadamente 13,23%. Também é possível verificar uma sensível mudança da relevância das exportações de bens semimanufaturados sobre o PIB real de 10,36% (no 1º. período) para 8,24% (no 10º período). A variável taxa de câmbio real tem maior participação no 10º. trimestre, explicando cerca de 5,18% da variação do PIB real.

Pode-se concluir que analisando as exportações pelo método do fator agregado, no longo prazo as exportações de bens manufaturados têm uma maior poder explicativo sobre o comportamento do PIB real do Brasil. Ademais, observa-se que no curto prazo a demanda externa,

<sup>12</sup> Segundo Enders (1995) caso um choque exógeno no resíduo de uma dada variável não explique nenhuma parcela da variância dos demais resíduos pode-se afirmar que essa variável é exógena no modelo.

representada pelo PIB dos EUA, explica muito pouco da variação do PIB real do Brasil, mas que ao longo do tempo ganha significativa importância (13,51%).

A participação do SNI ao longo do tempo é reduzido. Este resultado sugere que o mesmo pode influenciar indiretamente o crescimento do PIB no caso brasileiro, a partir do seu papel decisivo na pauta de exportações.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.

As exportações diferem dos outros componentes da demanda em dois aspectos importantes. Primeiro, elas são o único componente da demanda autônoma que tem sua origem fora do sistema. Ou seja, a maior parte da demanda de consumo e investimento depende do crescimento da própria renda, exceto as exportações. Segundo, elas são o único componente da demanda capaz de custear os requisitos de importação para o crescimento. É possível, durante breve período, dar início ao crescimento impulsionado pelo consumo, pelos investimentos ou pelos gastos governamentais. Entretanto, todos esses componentes da demanda têm um conteúdo de importações.

Nesse contexto, admite-se a estrutura produtiva influencia diretamente a pauta exportadora, afetando as elasticidades dos produtos exportados e importados, sendo que o grau de desenvolvimento do Sistema Nacional de Inovação é um determinante qualitativo do potencial produtivo de um país, isto é, da própria estrutura produtiva. Assim, este trabalho incorporou algumas modificações ao modelo *benchmark* de Kaldor-Dixon-Thirlwall (1975), considerando essa perspectiva a partir da introdução da hipótese de endogeneidade das elasticidades e da produtividade em relação ao câmbio real e ao Sistema Nacional de Inovações. Os resultados encontrados mostram que taxas reais de câmbio mais desvalorizadas e SNI's mais desenvolvidos implicam em maiores taxas de crescimento do produto.

Do ponto de vista empírico, para verificar como o SNI e as exportações por fator agregado afetam o PIB, se estimou um modelo VAR, bem como se utilizou a metodologia de decomposição da variância do erro de previsão. Os resultados encontrados sugerem que as exportações de bens manufaturados afetam de maneira mais duradoura a taxa de crescimento do PIB real do Brasil. Além disso, outro fator preponderante que influenciou a taxa de crescimento no período foi demanda externa.

Em síntese, os resultados mostraram que existem elementos que fundamentam a hipótese da existência de relações causais entre o SNI e a estrutura produtiva - o que implica na endogeneidade das elasticidades-renda da demanda por exportações (importações) - e entre a taxa de crescimento econômico. Ademais, os resultados encontrados estão de acordo com a literatura utilizada, pois mostram que o crescimento de longo prazo é liderado pelas exportações, especialmente aquelas de maior intensidade tecnológica.

## BIBLIOGRAFIA

- ALBUQUERQUE, E. M. Notas sobre a contribuição de Kenneth Arrow para a fundamentação teórica dos sistemas nacionais de inovações. *Revista Brasileira de Economia*, abr./jun.1996.
- ARAUJO, R. A. Efeitos de variações cambiais em uma abordagem de dinâmica de mudança estrutural à teoria do crescimento restrito pelo balanço de pagamentos. *Economia e Sociedade (UNICAMP. Impresso)*, v. 21, p. 585-606, 2012.
- ARAUJO, R. A.; LIMA, G. T. A structural economic dynamics approach to balance of-payments-constrained growth. *Cambridge Journal of Economics*, v. 31, n. 5, p. 755-774, 2007.
- BARBOSA-FILHO, N. Exchange rates, growth and inflation. Paper presented at the Annual Conference on Development and Change, Campos do Jordão, Brazil, November 2006.
- BOTTA, A. A structuralist north-south model on structural change, economic growth and catching-up. *Structural change and Economic Dynamics*, v. 20, p. 61-73, 2009.

- BRITTO, G. ROMERO, J. P. Modelos Kaldorianos de crescimento e suas extensões contemporâneas. TD no. 449, UFMG, 2011.
- CARVALHO, V. R. A restrição externa e a perda de dinamismo da economia brasileira: investigando as relações entre estrutura produtiva e crescimento econômico. 2005. 211 f. Dissertação (Mestrado em Economia)–Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- CIMOLI, M.; PORCILE, G. e ROVIRA, S. Structural Change and the BOP Constraint: Why did Latin America Fail to Converge? *Cambridge Journal of Economics*, 34(2), pp. 389-411, 2010.
- DIXON, R.; THIRWALL, A. A model of regional growth-rate differences on kaldorian lines. In: J. E. King, 1994, Economic growth in theory and practice, Edward Elgar, Aldershot, n. 43, 1975.
- DOSI, G. Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation. *Journal of Economic Literature*, Sept. 1988, 26(3), pp. 1120-71.
- DOSI, G. FREEMAN, C. e FABIANI, S. Introducing Some Stylized Facts and Theories on Technologies, Firms and Institutions. *Industrial and Corporate Change*, v. 3, n. 1, november, p. 1-45, 1994.
- DOSI, G., FREEMAN, C., FABIANI, S. (1994). The Process of Economic Development: Dosi, Giovanni. Preface to part III. In: DOSI, G. et al. eds. *Technical change and economic theory*. London : Pinter. 1988.
- ELLIOT, D.; RHODD, R. Explaining growth rate differences in highly indebted countries: an extension to Thirlwall and Hussain. *Applied Economics*, 31, 1999.
- ENDERS, W. *Applied Econometric Time Series*. New York: Wiley, 1995.
- FAGERBERG, J. Why Growth Rates Differ? In G Dosi, C Freeman, R Nelson, G Silverberg and L. Soete (eds), *Technical Change and Economic Theory*. Pinter: London and Columbia University Press. New York. 1988
- FAGERBERG, J. Technology and International Differences in Growth Rates. *Journal of Economic Literature*, Vol. 32, n. 3, p. 1147-1175, 1994.
- 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*, v. 33, n. 1 (130), p. 60-81, janeiro-março/2013.
- GOUVÊA, R. R.; LIMA, G. T. Structural change, balance-of-payments constraint, and economic growth: evidence from the multisectoral Thirlwall's law. *Journal of Post Keynesian Economics*, v. 33, p. 169-204, 2010.
- HOLLAND, M.; PORCILE, G. Brecha tecnológica y crecimiento en América Latina. In: *Heterogeneidad estructural, asimetrías tecnológicas y crecimiento en América Latina*. Santiago, Chile: Cepal, 2005.
- HARROD, R. International Economics. Cambridge: Cambridge University Press, 1933.
- JAYME JR., F. G.; Balance-of-payments constrained economic growth in Brazil. *Revista de Economia Política*. v. 23, 2003.
- JAYME JR., 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. *Causes of the slow rate of economic growth of the United Kingdom*, Cambridge: Cambridge University Press, 1966.
- KALDOR, N. The case for regional policies. *Scottish Journal of Political Economy*, nov. 1970.
- MADDALA, G. S. *Introduction to Econometrics*. New York: Macmillian Publishing Company. 1992.
- MISSIO, F. J. Câmbio e Crescimento na Abordagem Keynesiana-Estruturalista. Tese de Doutorado em Economia do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Minas Gerais, 293 p., 2012.
- MISSIO, F.; JAYME JR., F. G. Structural Heterogeneity and Endogeneity of Elasticities on the Balance of Payments Constrained Growth Model. In: Souziakis, Elias; Cerqueira, Pedro. (Org.). *Models of Balance of Payments Constrained Growth*. 1ed.London: Palgrave, v. 1, p. 239-267, 2012.

- \_\_\_\_\_. Restrição Externa, Câmbio e Crescimento em um Modelo com Progresso Técnico Endógeno. *Economia e Sociedade* (UNICAMP. Impresso), v. 22, p. 367-407, 2013.
- MISSIO, F. J.; ARAÚJO, R. A.; JAYME JR.; F. G. An Extended SED Approach to BPCG: Level of the Real Exchange Rate and Endogenous Elasticities. Paper presented at the Eastern Economic Association Meetings, New York - EUA. *Anais eletrônicos do Eastern Economic Association Meetings*, 2013.
- MISSIO, F. J.; OREIRO, J. L.; JAYME JR., F. G. Real exchange rate and economic growth in a keynesian-structuralist model. In: 11th International Conference Developments in Economic Theory and Policy. *Anais 11th International Conference*, Bilbao, June 26-27, 2014.
- MISSIO, F. J. ; JAYME JR., F. G.; CONCEICAO, O. A. C. O problema das elasticidades nos Modelos de Crescimento com Restrição Externa: contribuições ao debate. *Estudos Econômicos (São Paulo. Impresso)*, 2014 (a ser publicado).
- MORENO-BRID, J. C. Capital flows, interest payments and the balance-of-payments constrained growth model: a theoretical and an empirical analysis. *Metroeconomica*, v. 54, n. 2, May 2003.
- McCOMBIE, J.; ROBERTS, M. The role of the balance of payments in economic growth. In Setterfield, M. (org.). *The Economics of Demand Led-Growth: challenging the supply-side vision of the long run*. Edward Elgar: Aldershot, p. 87-114. 2002.
- McCOMBIE, J.; THIRLWALL, A. *Economic growth and the balance of payments constraint*. New York: St. Martin's Press, 1994.
- MYRDAL, G. *Economic theory and underdeveloped regions*. Londres: Duckworth, 1957.
- PALLEY, T. I. Growth theory in a Keynesian mode: some Keynesian foundations for new endogenous growth theory. *Journal of Post Keynesian Economics*, v. 19, n.1, p. 113-135, 1996.
- PATEL, P.; PAVITT, K. *Large Firms in the Production of the World's Technology: An Important Case of 'Non-Globalisation'* . Int.Bus. Stud., First Quarter 1991, 22(1), pp. 1-21.
- PORCILE, G; BÉRTOLA, L.; HIGACHI, H.; Balance-of-payments-constrained growth in Brazil: a test of Thirlwall's law, 1890-1973. *Journal of Post Keynesian Economics*, v. 25, n. 1, p. 123-140, 2002.
- PORCILE, G; LIMA, G. T. Tipo de cambio, empleo y crecimiento em un modelo com restrição externa. *Investigación Económica*, Vol. LXV, n. 257, 2006.
- PREBISCH, R. *The economic development of Latin America and its principal problems*. Nova York: CEPAL, Departamento de Assuntos Econômicos da ONU, 1950.
- OLIVEIRA, F. H.; JAYME JR, F. G.; LEMOS, M. B. Increasing returns to scale and international diffusion of technology: An empirical study for Brazil (1976 - 2000). *World Development*, Canadá, v. 34, n.1, p. 75-88, 2006.
- RESENDE, M. F. da C.; TORRES, D. A. R. National Innovation System, Trade Elasticities and Economic Growth. In: XXXVI Encontro Nacional de Economia, 2008, Salvador. XXXVI Encontro Nacional de Economia, 2008.
- ROMERO, J. P.; SILVEIRA, F.; JAYME JR, F. G. Brasil: Cambio estructural y crecimiento con restrição de balanza de pagos. *CEPAL Review (Print)*, v. 105, p. 185-208, 2011.
- SANTOS, A. T. L. A.; LIMA, G. T.; CARVALHO, V. R. S. A Restrição externa como fator limitante do crescimento econômico brasileiro: um teste empírico, *Anais Eletrônicos do XXXIII Encontro Nacional de Economia*, Natal, 2005 [disponível em [www.anpec.org.br](http://www.anpec.org.br)].
- SEERS, D. A model of comparative rates of growth of the world economy. *Economic Journal*, mar. 1962.
- THIRLWALL, A, P. The balance of payments constraint as an explanation of international growth rates differences, *Banca Nazionale del Lavoro Quarterly Review*, v. 128, p. 45-53, 1979, In: *PSL Quartely Review*, v. 64, n. 259 (2011), p. 429-438.
- THIRLWALL, A. P. Reflections on the Concept of Balance-of-Payments-Constrained Growth. *Journal of Post Keynesian Economics*, v. 19, n. 3, p. 377-385, Spring, 1997.
- THIRWALL, A. P.; HUSSAIN, M. N. The balance of payments constraint, capital flows and growth rates differences between developing countries. *Oxford Economic Papers*, Oxford, v. 34, n. 3, p. 498-509, 1982.