

**Francisco Horácio Pereira de Oliveira**

**Crescimento econômico a partir da articulação entre retornos crescentes de escala, inovação tecnológica e especialização produtiva**

Belo Horizonte, MG

UFMG/Cedeplar

2013

**Francisco Horácio Pereira de Oliveira**

**Crescimento econômico a partir da articulação entre retornos crescentes de escala, inovação tecnológica e especialização produtiva**

Tese apresentada ao curso de Doutorado em Economia do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do Título de Doutor em Economia.

Orientador: Prof. Dr. Gilberto de Assis Libânio

Co-Orientador: Prof. Dr. Mauro Borges Lemos

Belo Horizonte, MG

Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional

Faculdade de Ciências Econômicas – UFMG

2013

**“O plano divino é de natureza trina, e o caminho da evolução do homem de natureza sétupla.”**

**Pitágoras**

**Dedicado à Benedita, Mariana e Helena, três gerações de mulheres, cada uma a seu tempo e seu modo, imprescindíveis para a minha jornada**

## **Agradecimentos**

Agradecer é, ao mesmo tempo, um ato de generosidade, mas também de extrema dificuldade, pois sempre corremos o risco de esquecer pessoas extremamente importantes para a nossa trajetória pessoal e para a conclusão desta tese. Assim, peço a todas as pessoas que me conhecem, desde os amigos da infância até todos os meus alunos, de todas as disciplinas, de todas as instituições, que sintam o meu mais sincero agradecimento, pois todos vocês me modificaram e foram modificados por mim, e para essa “riqueza” não existem agradecimentos suficientes. Muito obrigado! Agradeço também aos professores Gilberto Libânio e Mauro Borges, pelas orientações, críticas, sugestões e pela imensa compreensão com a minha trajetória pessoal, que ao longo desses quatro anos influenciou muito o meu doutorado, inclusive levando-me a considerar algumas vezes a hipótese de desistir dele. O apoio e a compreensão de ambos foram fundamentais para que eu conseguisse concluir essa tese. Muito obrigado!

Agradeço também a todos os meus amigos da Escola Iniciática Aurora Renenutet Sortillege, em especial à minha querida Eduvirges Martins, que me incentivou enormemente não apenas na busca pelo autoconhecimento, mas que em momentos chave me dirigiu palavras de apoio para que eu permanecesse no doutorado. Muito obrigado!

Aos amigos do Cedeplar, professores Lúzia Figueiredo, Marco Flávio e Cândido Guerra, que além de serem meus mestres, tive o imenso prazer de compartilhar a amizade. O carinho e o incentivo de vocês foi fundamental para mim! Muito obrigado! Aos amigos recém descobertos na UFOP, os professores André Mourthé, Léo de Deus e Paulo Saraiva, a presença de vocês foi imprescindível para que eu mantivesse a motivação na reta final do doutorado. Muito obrigado!

Não posso deixar de agradecer enormemente à minha família, mais especificamente minha mãe Benedita, meu pai João e meu irmão Fernando, que sempre estiveram ao meu lado em todos os momentos, e cuja presença alegra meu coração e me dá forças para executar todos os sonhos em minha vida. O apoio e amor de vocês foram essenciais para que eu chegasse até aqui! Muito obrigado!

Por fim, gostaria de fazer um agradecimento a duas mulheres que alegram minha alma com muito amor e carinho. Minha esposa Mariana, companheira de todos os momentos, cujo amor incondicional tem me confortado sempre, e com quem me sinto privilegiado de poder amar e me sentir amado. Obrigado pelo seu espírito alegre e seu amor! E a minha filha Helena, tão pequena, mas tão intensa, cuja chegada modificou todas as nossas vidas para muito melhor. O seu sorriso é o melhor presente que um pai poderia ter, ele me revigora todos os dias! Muito obrigado!

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1 - O CRESCIMENTO ECONÔMICO A PARTIR DA ARTICULAÇÃO ENTRE RETORNOS CRESCENTES DE ESCALA, INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E ESPECIALIZAÇÃO PRODUTIVA: ELEMENTOS PARA UM DIÁLOGO ENTRE KALDORIANOS E SCHUMPETERIANOS.....</b>	<b>8</b>
1.1 CRESCIMENTO ECONÔMICO ORIENTADO PELA DEMANDA .....	8
1.2 DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO A PARTIR DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA .....	20
1.3 RETORNOS CRESCENTES E CAPACITAÇÕES INSTITUCIONAIS: UMA FORMALIZAÇÃO COM ELEMENTOS KALDORIANOS E DE CATCHING UP .....	29
1.4 ESPECIALIZAÇÕES PRODUTIVAS, COMÉRCIO EXTERIOR E HIATOS TECNOLÓGICOS .....	33
1.5 ESPECIALIZAÇÃO RICARDIANA, ELASTICIDADES E CRESCIMENTO ECONÔMICO.....	37
1.6 MUDANÇAS NA ESPECIALIZAÇÃO PRODUTIVA E PROGRESSO TECNOLÓGICO.....	45
<b>CAPÍTULO 2 – PROPOSTA DE UM NOVO MODELO: INTEGRANDO HIPÓTESES A PARTIR DOS RETORNOS CRESCENTES DE ESPECIALIZAÇÃO .....</b>	<b>51</b>
<b>CAPÍTULO 3 - EVIDÊNCIAS MPÍRICAS PARA AS RELAÇÕES ENTRE CRESCIMENTO ECONÔMICO, HIATO TECNOLÓGICO, EXPORTAÇÕES E RETORNOS CRESCENTES DE ESPECIALIZAÇÃO.....</b>	<b>62</b>
3.1 ESPECIFICAÇÕES DAS EQUAÇÕES ESTIMADAS E BASE DE DADOS .....	62
3.2 SÉRIES TEMPORAIS, COINTEGRAÇÃO E FUNÇÕES IMPULSO-RESPOSTA.....	66
3.2.1 <i>Estacionaridade</i> .....	66
3.2.2 <i>Testes de Estacionaridade ou “Raiz Unitária”</i> .....	70
3.2.3 <i>Cointegração</i> .....	73
3.3 TESTES PARA PRESENÇA DE RAIZ UNITÁRIA NAS PRINCIPAIS SÉRIES TEMPORAIS .....	77
3.4 ESTIMATIVAS DAS REGRESSÕES COINTEGRANTES ENTRE PRODUTO, EXPORTAÇÕES, HIATO TECNOLÓGICO E ÍNDICES DE ESPECIALIZAÇÃO.....	81
3.5 EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS PARA AS RELAÇÕES ENTRE ÍNDICE DE ESPECIALIZAÇÃO, HIATO TECNOLÓGICO E PRODUTO EM T-1 .....	96
<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>106</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>119</b>

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### Figuras

- Figura 1:** Produtividades relativas do trabalho e um *continuum* de especializações produtivas.....39
- Figura 2:** Conjuntos de possibilidade salário/renda, com assimetrias tecnológicas e restrições na balança comercial.....41
- Figura 3:** Relações teóricas explicativas do crescimento econômico a partir dos principais elementos kaldorianos e neoschumpeterianos.....111

### Gráficos

- Gráfico 1:** Funções resposta para um choque nas exportações – equação 12.....86
- Gráfico 2:** Funções resposta para um choque no hiato tecnológico – equação 12.....87
- Gráfico 3:** Funções resposta para um choque no índice de especialização kaldoriano – equação 12.....88
- Gráfico 4:** Funções resposta para um choque nas exportações – equação 13.....93
- Gráfico 5:** Funções resposta para um choque no hiato tecnológico – equação 13.....94
- Gráfico 6:** Funções resposta para um choque no índice de especialização schumpeteriano – equação 13.....95
- Gráfico 7:** Funções resposta para um choque no produto (t-1) – equação 14.....100
- Gráfico 8:** Funções resposta para um choque no hiato tecnológico – equação 14.....101
- Gráfico 9:** Funções resposta para um choque no produto (t-1) – equação 15.....104
- Gráfico 10:** Funções resposta para um choque no hiato tecnológico – equação 15.....105

## Tabelas

<b>Tabela 1:</b> Testes com presença de intercepto para detectar raiz unitária – séries em nível e em primeira diferença ( $\Delta$ ).....	78
<b>Tabela 2:</b> Testes com presença de intercepto e tendência linear para detectar raiz unitária – séries em nível e em primeira diferença ( $\Delta$ ).....	80
<b>Tabela 3:</b> Teste de Johansen para cointegração e número de equações cointegrantes - Produto, Exportação, Hiato e Índice kaldoriano.....	81
<b>Tabela 4:</b> Coeficientes Cointegrantes para a relação entre Produto, Exportação, Hiato e Índice kaldoriano.....	82
<b>Tabela 5:</b> Teste de Johansen para cointegração e número de equações cointegrantes - Produto, Exportação, Hiato e Índice schumpeteriano.....	90
<b>Tabela 6:</b> Coeficientes Cointegrantes para a relação entre Produto, Exportação, Hiato e Índice schumpeteriano.....	91
<b>Tabela 7:</b> Teste de Johansen para cointegração e número de equações cointegrantes Índice kaldoriano, Hiato e Produto (t-1).....	96
<b>Tabela 8:</b> Coeficientes cointegrantes para a relação entre Índice kaldoriano, Hiato e Produto (t-1).....	97
<b>Tabela 9:</b> Teste de Johansen para cointegração e número de equações cointegrantes Índice schumpeteriano, Hiato e Produto (t-1).....	102
<b>Tabela 10:</b> Coeficientes cointegrantes para a relação entre Índice schumpeteriano, Hiato e Produto (t-1).....	102

## RESUMO

O principal objetivo desta tese é propor um modelo analítico no qual emerge um novo parâmetro essencial para explicar o comportamento da taxa de crescimento, denominado retornos crescentes de especialização. Esse parâmetro faz a mediação entre o comportamento do produto e a pauta de exportação dos países, sendo que a hipótese levantada é que o crescimento econômico impacta positivamente a participação das manufaturas intensivas em tecnologia (UNCTAD, 2002), em relação às *commodities* e produtos intensivos em recursos naturais, na pauta de exportação dos países. A partir de três modelos principais – Setterfield, 1997; Dosi, Pavitt, Soete, 1990; Porcile, Cimoli, 2007 – esta tese procura fazer uma síntese das principais relações de causalidade presentes no processo de crescimento econômico descrito pela literatura kaldoriana, neoschumpeteriana e cepalina, destacando as relações de causação circulares que, por ventura, possam existir entre as principais variáveis e os efeitos para a trajetória final do produto ao longo do tempo. O segundo objetivo é estimar os principais parâmetros propostos pelo modelo teórico, para a economia brasileira, especialmente o parâmetro de retornos crescentes de especialização. O período de análise será entre o primeiro trimestre de 1989 até o quarto trimestre de 2012, totalizando 96 observações para as seguintes variáveis: produto industrial, exportações, hiato tecnológico, índices de especialização da pauta de exportação. A metodologia estatística utilizada é a de cointegração entre séries temporais. Os resultados trazem parâmetros estimados para as relações entre essas séries e indicam que os retornos crescentes de especialização são expressivos e significativos estatisticamente, ratificando o proposto pelo modelo teórico. No entanto, seu valor diminui consideravelmente quando sua estimativa considera o impacto do crescimento do produto para a ampliação especificamente das manufaturas de média e alta intensidade tecnológica na pauta de exportação brasileira. Esse resultado sugere que, apesar dos efeitos advindos do crescimento econômico serem importantes, o processo de *catching up* tecnológico – proporcionado por um sistema de inovação maduro (Albuquerque, 1999) e pela entrada nos novos paradigmas tecnológicos da economia mundial em suas fases iniciais – ainda é o melhor caminho para sofisticar a pauta de exportação brasileira.

**Palavras-chave:** crescimento econômico, pauta de exportações, hiato tecnológico, retornos crescentes de escala, retornos crescentes de especialização.

## ABSTRACT

The main goal of this thesis is to propose an analytical model from which emerges a new essential parameter to explain growth rate behavior, named specialization returns to scale. This parameter mediates the product behavior and the exportation roll of the countries, based on the hypothesis that economic growth affects positively the share, in the countries exportation roll, of the technology intensive goods production (UNCTAD, 2002), compared to commodities and natural resources intensive goods. Build on three principal models – Setterfield, 1997; Dosi, Pavitt, Soete, 1990; Porcile, Cimoli, 2007 –, this thesis synthetizes the main causality relationships in the process of economic growth – as described in kaldorian, neoschumpeterian and cepaline literature –, highlighting possible circle causation relationships that can happen between the main variables and their respective effects for the final trajectory of the product, over time. The second goal is to estimate the main parameters proposed by the theoretical model, for Brazilian economy, especially the parameter related to increasing returns to specialization. The analyses will cover the period from the first trimester of 1989 until the fourth trimester of 2012, counting 96 observations for the following variables: industrial product, exportations, technological gap, specialization indexes of the exportation roll. The statistical methodology used is the cointegrated temporal series. The results of the thesis are estimated parameters for the relationships between those series. The estimated parameters indicate that the increasing returns to specialization are statistically expressive and significant, confirming the predictions of the theoretical model. However, the value of the increasing returns to specialization diminishes considerably when its estimative considers the effect of the product growth for the increase specifically in the medium and high technology intensive production in the Brazilian exportation roll. This result suggests that, in despite of the importance of the effects caused by the economic growth, the technology catching up process - resulted from a mature innovation system (Albuquerque, 1999) and from the entrance in new technological paradigms of the global economy in their respective initial phases – is still the best way to sophisticate Brazilian exportation roll.

**Key-words:** economic growth, exportation roll, technological gap, increasing returns to scale, increasing returns to specialization.

## Introdução

A discussão sobre os determinantes do desenvolvimento e do crescimento econômico é muito extensa e tradicional dentro da Ciência Econômica. Desde Adam Smith (1776) essa questão é pensada e estudada por diferentes escolas de pensamento. Além disso, os critérios utilizados para diferenciar esses dois fenômenos – desenvolvimento e crescimento – também são muito variados entre os economistas, tornando-se imprescindível realizar escolhas teóricas para uma abordagem analítica mais sólida e consistente que permita distinguir com clareza as diferenças e complementaridades entre esses dois fenômenos.

É importante destacar também que dentro da produção teórica e empírica do *mainstream*, desde o artigo seminal de Solow (1956), o crescimento econômico possui um *status* na agenda de pesquisa muito superior ao fenômeno do desenvolvimento, sendo que, em não raras vezes, não existe a preocupação em definir as diferenças entre os dois conceitos.

Esse trabalho de tese assume que o processo do desenvolvimento econômico é um tema de pesquisa relevante, entre outros motivos, porque existe uma série de problemas e fatos estilizados quando se compara a realidade econômica entre países (Todaro, Smith, 2009), que não são explicados satisfatoriamente pelos modelos de crescimento econômico do *mainstream*. Outra suposição importante adotada por esse trabalho é reconhecer que a formação do capitalismo entre os países é um fenômeno condicionado por trajetórias históricas distintas, o que conduz ao estabelecimento de estruturas e relações de produção não homogêneas entre os países classificados como “desenvolvidos e subdesenvolvidos” (Furtado, 2000a, 2000b). Apesar de esses países apresentarem características comuns às economias de mercado, as características estruturais distintas fazem com que eles não estejam em “pontos diferentes de uma mesma curva de desenvolvimento”, mas sim em pontos diferentes de curvas diferentes. Nesse sentido, o ato de “caminhar ao longo da curva” não é uma condição necessária e suficiente para que os países “em desenvolvimento” alcancem o status de países desenvolvidos.

Outra questão fundamental é que a delimitação precisa das características estruturais típicas dos países atrasados e as ações necessárias para promover a ruptura e a transformação tornam-se objetos de pesquisa relevantes para a literatura de desenvolvimento econômico. Para Myrdal (1960), todo processo de desenvolvimento econômico pode ser entendido como um processo de “transformação social”. Assim, o cientista social que pretende estudar esse fenômeno deve partir de uma metodologia de pesquisa capaz de explicar a dinâmica da mudança dos sistemas sociais. A essência desse fenômeno é a ruptura com as estruturas consolidadas e que perpetuam as condições de atraso

ou subdesenvolvimento. Myrdal (1960) e Furtado (2000b) são autores que expressam com muita clareza o porquê da “dimensão da mudança ou da transformação” ter um *status* teórico muito elevado na literatura de desenvolvimento. É possível inclusive se perguntar: será que esse é um dos motivos centrais pelos quais o *mainstream* econômico não consegue reconhecer a pertinência do fenômeno do desenvolvimento econômico? Como um paradigma teórico, estruturado a partir da centralidade dos conceitos de equilíbrio e de “trajetórias para pontos de equilíbrio”, pode incorporar um objeto de estudo que em essência significa rupturas e transformações?

A literatura de desenvolvimento possui um pluralismo teórico extremamente saudável em torno das questões citadas nessa introdução. As origens das “estruturas capitalistas subdesenvolvidas” e os elementos teóricos necessários para explicar a perenidade dessas condições de atraso, além das condições necessárias para induzir às transformações dessas estruturas são temas recorrentes dentro dessa literatura. A literatura de desenvolvimento também deu origem a uma série de modelos de crescimento econômico, mas que ao contrário da literatura de crescimento do *mainstream*, não são dominados por um esforço teórico de identificação das características e das transições para os pontos de *steady states* (Higachi, Canuto, Porcile, 1999). Exatamente por se originarem das discussões da literatura de desenvolvimento, cuja ênfase está na transformação social e em todos os mecanismos que impulsionam o sistema econômico para “fora do equilíbrio”, tais modelos de crescimento são mais aptos a indicar as relações de causalidade relevantes entre as variáveis que atuam na dinâmica das economias capitalistas subdesenvolvidas ou atrasadas. A opção desta tese será utilizar as contribuições inauguradas por dois economistas, Schumpeter (1911) e Kaldor (1966), sem a pretensão de esgotá-las, mas especialmente indicar seus principais elementos explicativos para o processo de desenvolvimento econômico, os possíveis pontos de articulação entre os arcabouços kaldoriano e schumpeteriano e as estruturas básicas dos modelos de crescimento originados por suas contribuições.

A importância desses dois autores para a literatura de desenvolvimento é muito expressiva. Em relação a Kaldor (1966), é interessante ressaltar que, apesar de seu artigo possuir como preocupação central o crescimento econômico (*Causes Of The Slow Rate Of Economic Growth Of The United Kingdom*), sua contribuição foi essencial para estruturar uma série de conceitos e explicações teóricas que possuíam forte articulação, mas que não formavam um modelo analítico mais amplo, que pudesse explicar não apenas o crescimento mas também as principais restrições estruturais para o processo de desenvolvimento econômico dos países. O resgate da idéia smithiana de que a *demand* é a variável central para explicar tanto o crescimento econômico, como os aumentos de produtividade do trabalho, foi imprescindível para que Kaldor conseguisse articular a discussão de

“crescimento dual” desenvolvida originalmente por Lewis (1969), o “princípio de causação circular cumulativa” desenvolvido por Myrdal (1960) e o conceito de “retornos crescentes de escala”, cujas origens encontram-se nas economias internas marshallianas (Marshall, 1890).

Várias das proposições originais kaldorianas possuem muitas intersecções com a discussão da CEPAL – Comissão Econômica para América Latina e Caribe – (Bielschowsky, 2000), tais como a importância da diversificação da pauta de exportações e a formação de um “mercado interno” como elemento chave o processo de desenvolvimento econômico dos países periféricos. Esses pontos de interlocução também serão destacados no primeiro capítulo dessa tese. Além disso, a utilização do conceito de retornos crescentes de escala em seu arcabouço teórico é fundamental, pois além de implicar na não aceitação da hipótese de que as economias estão em concorrência perfeita – reafirmando o status teórico de seu modelo distinto das explicações do *mainstream* – assumir retornos crescentes significa que uma parcela do *progresso tecnológico* é determinada pela decisão interna das empresas de quanto produzir. Kaldor (1966) reconhece que o valor do coeficiente que mede retornos crescentes é um parâmetro tecnológico, determinado por variáveis relacionadas à capacidade de absorção das empresas de novas tecnologias de produção. Essa implicação teórica permite a criação de pontos de intersecção entre as contribuições kaldorianas e neoschumpeterianas.

As obras de Schumpeter (1911, 1943) e as extensões dos neoschumpeterianos constituem-se em contribuições centrais para a literatura de desenvolvimento econômico. Como citado anteriormente nessa introdução, existe uma idéia que perpassa a literatura de que a “transformação social” é um dos elementos constitutivos de qualquer processo de desenvolvimento econômico. Schumpeter (1911) talvez seja um dos autores que mais contribuíram para essa percepção, pois em seu livro dedicado à questão do desenvolvimento – *Teoria do Desenvolvimento Econômico (TDE)* – o autor elabora uma teoria para entender o fenômeno do desenvolvimento a partir da construção de um novo arcabouço teórico para o funcionamento do capitalismo. E nessa construção analítica, *a essência da dinâmica do capitalismo é a promoção da mudança, da constante ruptura das condições de equilíbrio, na qual as forças motrizes são os empresários e as inovações tecnológicas. E desenvolvimento econômico para Schumpeter é uma consequência desse processo de ruptura.* Assim, Schumpeter (1911) faz uma associação direta entre capitalismo, mudanças (inovações) e desenvolvimento econômico, demonstrando como essas três variáveis são essenciais para entender a economia e a concorrência capitalista.

Uma extensão importante realizada pela literatura neoschumpeteriana é que o processo de inovação/aprendizado de novas tecnologias é um processo *complexo*, no sentido de que não depende exclusivamente dos gastos em P&D – Pesquisa e Desenvolvimento – das empresas

inovadoras. Novamente, as “características estruturais” das economias nas quais essas empresas estão inseridas condicionam fortemente o sucesso de suas estratégias de inovação. Essas características estruturais referem-se à presença de *instituições* que possam agregar competências às atividades de inovação tecnológica das empresas, tais como as universidades e centros de pesquisa, fundos de financiamento específicos para a inovação, fundações que promovam a pesquisa conjunta entre universidades e empresas, dentre algumas outras estudadas por autores como Freeman (1995), Nelson (1993) e Albuquerque (1999). Assim, a presença dessas instituições e a capacidade das empresas de se integrarem às competências existentes constituem a essência dos *sistemas nacionais de inovação*, conceito fundamental para a discussão neoschumpeteriana e que sintetiza as condições necessárias para que um país atrasado viabilize seu processo de *catching up*.

A partir desses elementos teóricos gerais, existe um amplo espectro de variáveis que podem ser caracterizadas como constituintes de um sistema nacional de inovação. Desde variáveis que podem ser facilmente correlacionadas com o “comportamento macro” do SI (Sistema de Inovação), tal como a escolaridade da população – medida em número médio de anos de estudo – que se constitui em uma “característica estrutural transversal”, até variáveis correlacionadas com o “comportamento micro” do sistema, tal como as relações que grupos de pesquisa de áreas de conhecimento distintos estabelecem com setores específicos da economia. Nesse contexto, para que determinados resultados tidos como “naturais” na literatura de desenvolvimento econômico, tal como os “setores mais inovadores são os mais competitivos”, existem uma série de perguntas sobre os “aspectos micro do sistema de inovação” que podem ter respostas variadas: qual a intensidade das relações desses setores inovadores com as ICTs – Instituições de Ciência e Tecnologia? A interação das áreas de conhecimento científico é similar com empresas inovadoras de setores econômicos idênticos? Em que medida a localização geográfica influencia a interação universidade-empresa? E, uma pergunta fundamental, o gasto público para financiar projetos de inovação tecnológica entre ICTs e empresas consegue repercutir em mudanças estruturais que permitam o *catching up* dos países? Essa tese não tem como objetivo fornecer respostas específicas para essas perguntas, pois a literatura indica que cada país, a partir de suas experiências históricas, utilizou políticas diferentes para a formação dos seus Sistemas Nacionais de Inovação (Nelson, 1993). No entanto, essas perguntas são essenciais para identificar os principais aspectos que devem ser objetos de políticas públicas para a construção de Sistemas Nacionais eficientes, capazes de viabilizar o *catching up* (Lundvall, 1995).

O primeiro capítulo da tese tem como objetivo central explicitar os principais elementos teóricos da literatura kaldoriana, especialmente os relacionados à dinâmica de retornos crescentes em uma

economia, ressaltando a importância do crescimento econômico “liderado pelas exportações”. Esses modelos apresentam uma conexão teórica importante entre as características estruturais de uma economia e seu processo de crescimento econômico através das elasticidades de exportação e importação de uma economia. O principal modelo de origem kaldoriana que norteará a discussão do capítulo subsequente, na qual será proposto um novo modelo que permita integrar contribuições kaldorianas e schumpeterianas, é o modelo apresentado por Setterfield (1997).

Assumindo a hipótese de diversos autores, o primeiro capítulo também considera que a mudança em características estruturais, que implicam mudanças nas elasticidades, depende do processo de inovação tecnológica do país. Nesse sentido, a segunda parte do capítulo explicitará os principais elementos teóricos da literatura neoschumpeteriana, mais especificamente a literatura referente aos modelos de “*catching up*” e sistemas nacionais de inovação. O objetivo não é esgotar essa literatura, mas ressaltar seus principais elementos e relações teóricas que explicam a dinâmica de inovação tecnológica entre países “líderes e seguidores”.

Na sequência, o primeiro capítulo também apresentará um modelo desenvolvido por Dosi, Pavitt, Soete (1990) que é fundamental para articular os elementos teóricos apresentados pela literatura kaldoriana e neoschumpeteriana. Mais especificamente, entende-se que esse modelo pode ser utilizado como uma “síntese analítica” das discussões anteriores, pois além de se utilizar de várias hipóteses das duas literaturas, o modelo procura evidenciar as relações entre especializações produtivas, comércio exterior e inovações tecnológicas. A formalização teórica derivada desse modelo é apresentada por Porcile, Cimoli (2007) e é de fundamental importância, pois permite ao capítulo seguinte apresentar uma nova proposta de formalização matemática que integre de maneira mais explícita elementos das duas literaturas.

O segundo capítulo trata exatamente de propor uma nova formalização matemática que integre as contribuições kaldorianas e schumpeterianas, mediadas pelo modelo de Porcile, Cimoli (2007), e apresenta também uma resolução para esse novo modelo supondo que suas equações formam um sistema de equações em diferença – assim como feito por Dixon, Thirlwall (1975) e Setterfield (1997). O objetivo dessa resolução é isolar os parâmetros mais importantes que condicionam o comportamento da taxa de crescimento ao longo do tempo e discutir quais são as características estruturais do sistema econômico a que esses parâmetros estão associados. Em especial, essa tese propõe uma nova relação de causalidade entre a taxa de crescimento da economia e a especialização da pauta de exportações de um país, denominando-a de “retornos crescentes de especialização”, em analogia com a expressão ‘retornos crescentes de escala’, que identifica a relação de causalidade entre crescimento econômico e produtividade do trabalho (Thirlwall 2005). Como alguns autores da

literatura de desenvolvimento, tais como Kaldor (1966) e Prebisch (1950), sugerem que o processo de desenvolvimento exitoso ocorre quando um país consegue se especializar na exportação líquida de bens manufaturados<sup>1</sup>, assim, a hipótese é de que retornos crescentes de especialização surgem quando o crescimento econômico provoca mudanças na pauta de exportação de um país no sentido de aumentar a participação dos bens manufaturados em relação ao total exportado. Em geral, os modelos de crescimento derivados da literatura kaldoriana enfatizam a relação entre as mudanças na especialização da pauta de exportação causando aumentos no crescimento econômico, em função das mudanças nas elasticidades dos produtos exportados pelos países (Jayme Jr, 2003; Medeiros, Serrano, 2003). A mudança estrutural (mudança na especialização) na pauta se refletiria nessa mudança das elasticidades, o que conduziria a um crescimento econômico maior. Por mecanismos teóricos diferentes, motivados especialmente por um processo de *catching up* tecnológico bem sucedido, a literatura de origem neoschumpeteriana também destaca a causalidade de mudanças na especialização produtiva, no sentido de setores mais inovadores, proporcionando impactos no crescimento econômico (Silverberg, Soete, 1994). Existe também na literatura mais específica de economia regional e urbana o conceito de economias de especialização (Henderson, 2003) e as consequências dessa hipótese para a manutenção das desigualdades regionais ao longo do tempo (Krugman, 1991; Kubo, 1995). Mas, novamente, as fontes para as economias de especialização estão relacionadas às considerações de oferta, especialmente da aglomeração do capital no espaço, e as mudanças nas taxas de crescimento regionais são consequências da “espiral de desigualdade” (Krugman, 1990) que se estabelece a favor das regiões com maior concentração de capital.

Adotando as recomendações de Myrdal (1960) – de que o fenômeno do desenvolvimento econômico deve ser identificado a partir das “relações de causação circulares” existentes no sistema econômico – essa tese supõe que o crescimento econômico é impulsionado por mudanças na especialização produtiva, em especial da sua pauta de exportações, mas também que o crescimento impulsiona essa mudança na especialização, no sentido de aumentar a participação das manufaturas intensivas em tecnologia no total do produto. Assim, essa tese propõe inverter o sentido tradicional de causalidade entre os ganhos de especialização e o crescimento econômico, e, ademais, através do processo de desenvolvimento descrito por Kaldor (1966), incorporar a possibilidade de transbordamento desse processo para a pauta de exportações dos países. Esse mecanismo abre a possibilidade para um processo de causação circular cumulativa (Myrdal, 1960), mas que não possui como *modus operandi* apenas o “coeficiente de Verdoorn” – parâmetro que mede os retornos

---

<sup>1</sup> Kaldor (1966) ainda é mais específico ao dizer que o último estágio do processo de desenvolvimento seria o país se tornar exportador líquido de bens de capital.

crescentes de escala nos modelos kaldorianos de crescimento – mas também um coeficiente de retornos crescentes de especialização.

O aumento da participação dos bens manufaturados pressupõe a possibilidade de um aumento na diversificação produtiva dentro desse conjunto de setores produtores de manufaturas. Como esse espectro entre diversificação e especialização é muito amplo, essa tese adotará um critério para “aumento da especialização” a partir da classificação definida por Lall (2000), na qual os produtos exportados se subdividem em seis categorias: *commodities*; produtos intensivos em recursos naturais; manufaturas de baixa, média e alta intensidade tecnológica; petróleo e seus derivados. Assim, o critério adotado para aumento de especialização da pauta de exportação será a ampliação da participação das manufaturas – à exceção do petróleo – em relação ao total exportado pelo país. Em outras palavras, o país se tornará mais especializado em manufaturas quando diminuir a participação das *commodities* e produtos intensivos em recursos naturais.

O terceiro capítulo se utilizará da metodologia de séries temporais para encontrar evidências empíricas para as principais relações de causalidade propostas no modelo do capítulo 2, para a economia brasileira, entre 1989 a 2012. Os dados foram organizados com periodicidade trimestral, e são testadas as relações entre o comportamento da série de produto, exportações, hiato tecnológico (definido como a produtividade relativa entre EUA e Brasil) e os índices de especialização para a pauta de exportação brasileira propostos por Libânio (2012). Em especial a tese ratifica a possibilidade empírica dos “retornos crescentes de especialização”, ao encontrar parâmetros significativos e positivos que fazem a mediação da relação de causalidade entre taxa de crescimento e mudanças na especialização da pauta de exportação. Após esse capítulo seguem as considerações finais com uma síntese das contribuições dessa tese.

# CAPÍTULO 1 - O CRESCIMENTO ECONÔMICO A PARTIR DA ARTICULAÇÃO ENTRE RETORNOS CRESCENTES DE ESCALA, INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E ESPECIALIZAÇÃO PRODUTIVA: ELEMENTOS PARA UM DIÁLOGO ENTRE KALDORIANOS E SCHUMPETERIANOS

## 1.1 Crescimento econômico orientado pela demanda

O objetivo do trabalho de Kaldor (1966) era identificar possíveis causas para o comportamento declinante da taxa de crescimento da Inglaterra durante a década de 50. Na parte inicial do artigo Kaldor realiza exercícios econométricos, através dos quais enfatiza determinadas relações entre variáveis muito usadas na literatura de crescimento econômico – tais como taxas de crescimento do produto industrial e da produtividade do trabalho – que são claramente distintas das causalidades destacadas pela ortodoxia econômica. Essas hipóteses e relações econômicas se tornaram conhecidas como “leis do crescimento kaldorianas” (Thirlwall, 1983) e sintetizam um arcabouço teórico inovador, no qual o *papel da demanda* é central para o entendimento dos fenômenos do crescimento e desenvolvimento econômico.

A primeira lei de crescimento kaldoriana é de que o setor industrial é o “motor do crescimento da economia”, influenciando positivamente o crescimento dos demais setores econômicos de um país. Essa causalidade já fora evidenciada por outros economistas antes de Kaldor, mas sua principal contribuição está na estruturação de um modelo teórico que, apesar de se utilizar de várias hipóteses já existentes na literatura, é inovador na explicação dessa relação e suas implicações para o crescimento econômico.

A hipótese central, como já comentado na introdução, é a de que **a economia está submetida a retornos crescentes de escala**. Inicialmente, Kaldor (1966) estabelece essa hipótese apenas para o setor industrial, ao afirmar que existe uma “forte relação entre o crescimento do produto industrial e da produtividade do trabalho nesse setor”. Essa correlação, denominada por Thirlwall (1983) de “segunda lei do crescimento kaldoriana”, também é conhecida na literatura de desenvolvimento econômico como a “Lei de Verdoorn”, pois o próprio Kaldor faz referência a um trabalho anterior do economista J. P. Verdoorn<sup>2</sup>, no qual também se evidencia uma correlação empírica, positiva e significativa entre a taxa de crescimento do produto industrial e da produtividade do trabalho para

---

<sup>2</sup> Verdoorn, J. P., “Fattori che regolano lo sviluppo della produttività del lavoro”, L’Industria, 1949.

um conjunto de países desenvolvidos. Kaldor (1966) também demonstrará como o crescimento do produto industrial aumenta a produtividade média dos demais setores econômicos, inclusive daqueles setores que não estão submetidos a retornos crescentes de escala. Nas palavras de McCombie, Thirlwall (1994, p.164):

The faster the rate of growth of the manufacturing sector, the faster will be the rate of growth of GDP, not simply in a definitional sense in that manufacturing output is a large component of total output, but for fundamental economic reasons connected with induced productivity growth inside and outside the manufacturing sector.

Uma das questões que se discute em torno dessa relação empírica é qual seria o sentido da causalidade entre a taxa de crescimento e a produtividade do trabalho. Para alguns autores, especialmente da ortodoxia econômica, a relação entre produtividade do trabalho e taxa de crescimento é uma “via de mão única”, na qual a produtividade é um componente explicativo da taxa de crescimento da economia, mas o contrário não se verifica. Alterações na produtividade do trabalho seriam atribuídas somente à produção e difusão de novas tecnologias pelo sistema econômico, o que, segundo esses autores, não teria relação de causalidade com a taxa de crescimento.

Nesse sentido, alterações na produtividade seriam explicadas somente por um *componente tecnológico exógeno*. Esse é um argumento necessário para a sustentação do modelo de concorrência perfeita, pois admitir que aumentos na produção afetem a produtividade dos fatores é incompatível com a “lei dos rendimentos marginais decrescentes” e impediria afirmar que a “concorrência” – no sentido de aumento do estoque de capital – conduziria, necessariamente, a uma redução no produto marginal até zero.

Para Kaldor, um aumento exógeno na produtividade do trabalho certamente acarretará um impacto positivo sobre a taxa de crescimento da economia, mas a causalidade contrária também é verdadeira e significativa. A relação entre essas duas variáveis seria então uma “via de mão de dupla” e a importância da Lei de Verdoorn é a de explicitar a relação de circularidade que existe entre essas duas variáveis. Nas palavras de Kaldor (1966, p. 286):

There is, however, a third possible explanation the existence of economies of scale, or increasing returns, which causes productivity to increase in response to, or as a by-product of, the increase in total output. That manufacturing activities are subject to the ‘law of increasing returns’ was of course a well-known contention of the classical economists. One finds the origin of this doctrine in the first three chapters of the *Wealth of Nations*.

Para que o crescimento do produto de uma empresa, ou de um setor industrial, possa implicar em aumento da produtividade do trabalho, as empresas precisam aumentar seu produto em uma proporção maior do que os aumentos de insumos necessários para aquele aumento de produção, ou pelo menos o insumo trabalho deve aumentar em uma proporção menor do que o aumento do produto. Assim, para que a Lei de Verdoorn seja válida, as **empresas devem estar sujeitas aos retornos crescentes de escala**, ou seja, as empresas devem estar sujeitas a uma tecnologia que lhes permita aumentar o produto em determinada proporção sem que exista a necessidade de aumentar seu insumo trabalho na mesma proporção. Dentro da literatura de crescimento econômico existem muitos autores que apresentam evidências empíricas para retornos crescentes e argumentos teóricos que ratificam essa hipótese enfatizada por Kaldor, tais como Blicht (1983), McCombie (1983), Thirlwall (1983 e 1987).

Em outra das regressões realizadas por Kaldor (1966), uma relação evidenciada foi o impacto positivo que o crescimento do produto industrial possui sobre a produtividade do trabalho nos setores não industriais, mais especificamente a agricultura e as atividades extrativas. Para explicar esse fenômeno, Kaldor se utiliza das hipóteses e relações teóricas de alguns modelos já existentes na literatura de desenvolvimento econômico, denominados de “modelos de crescimento dual”, e em especial o modelo de Lewis (1969). Nesse modelo, existe uma hipótese importante de que a agricultura está submetida a *retornos decrescentes de escala*. Isso significa supor que existe um excesso de mão de obra que permanece subutilizado na agricultura dos países em estágios iniciais de desenvolvimento, provocando um produto marginal negativo para esse setor. Assim, quando o setor industrial cresce, esse excesso do fator de produção trabalho nos setores primários migra para o setor industrial, permitindo que o produto médio da agricultura aumente. Para que isso ocorra, é necessário que os salários reais oferecidos no setor industrial estejam acima do nível de subsistência obtido pelo trabalhador nos “setores tradicionais” dos países subdesenvolvidos (Furtado, 2000b). Essa hipótese é conhecida como a “terceira lei de crescimento de Kaldor”. Nas palavras de Thirlwall (1987, p. 185):

(...) the faster the rate of growth of manufacturing output, the faster the rate of transference of labour from other sectors of the economy where there may be either diminishing returns or where no relationship exists between employment growth and output growth. In either case, a reduction in the amount of labour in these sectors will raise productivity growth outside manufacturing. Thus, as a result of increasing returns in manufacturing on the one hand and induced productivity growth in non-manufacturing (...) the faster the rate of growth of manufacturing output, the faster the rate of growth of productivity in the economy as a *whole*.

Ao incorporar os “modelos duais”, Kaldor (1966) estabelece em seu arcabouço teórico um aspecto dinâmico que permite distinguir características e estágios de desenvolvimento diferentes para os países atrasados e aqueles que já atingiram a “maturidade econômica”. Os países atrasados são aqueles que ainda possuem a predominância em sua economia do setor primário submetido a retornos decrescentes de escala e não conseguem imprimir mudanças na alocação da força de trabalho entre agricultura e indústria. Os “países em desenvolvimento” são aqueles que já iniciaram um processo de expansão do setor industrial, atraindo assim o excesso de trabalho do setor primário e impactando positivamente sobre o crescimento da produtividade em ambos os setores. Nesse contexto, um elemento dinâmico muito importante surge no modelo de Kaldor e permite uma aproximação teórica significativa com as discussões de Myrdal (1960) e da CEPAL (Bielschowski, 2000). Essa característica pode ser chamada de “dinâmica”, pois no sentido atribuído por Myrdal, permite à transformação social – a expansão da indústria – perpetuar-se ao longo do tempo a partir das forças endógenas do próprio sistema econômico. A atração de força de trabalho para o setor industrial ocorre no modelo desde que, além das hipóteses apresentadas até agora, exista também livre mobilidade desse fator de produção e que o salário real da indústria seja superior ao produto médio de subsistência da agricultura<sup>3</sup>. Se essas condições se verificam, a força de trabalho que migra para o meio urbano se apropria de uma parcela do produto superior ao obtido na agricultura (a massa de salário aumenta), o que irá impactar em *umentos na demanda* do setor industrial. Esse aumento na demanda, por sua vez, estimula novos aumentos na produção da indústria, que via retornos crescentes, obtém aumentos na produtividade do trabalho<sup>4</sup>. Esses aumentos no produto aumentam a demanda por trabalhadores no setor industrial, e os incrementos na produtividade permitem que o salário pago na indústria permaneça superior à remuneração do trabalho na agricultura sem reduzir a parcela do excedente destinada ao lucro. Assim, ocorre um crescimento contínuo do “mercado interno” desse país, que se constitui no elemento essencial, além da existência de retornos crescentes, para um “processo de causação circular cumulativa” (Myrdal, 1960) que perpetua aumentos na demanda e sustenta o crescimento da indústria dos países que iniciam seu processo de superação das “estruturas tradicionais e arcaicas”. Nas palavras de Kaldor (1966, p. 298):

---

<sup>3</sup> Importante notar que o “produto médio de subsistência” pode ser diferente do produto médio da agricultura, sendo que em geral, nos países subdesenvolvidos, o primeiro é menor que o segundo. Isso ocorre porque a estrutura da terra pode ser tão concentrada que, na esfera da distribuição desse produto, aquela parcela destinada à subsistência da força de trabalho é muito menor quando comparada ao excedente destinado aos proprietários de terra.

<sup>4</sup> Esses aumentos da demanda através da expansão do mercado interno foram enfatizados por Prebisch (1964) como uma estratégia importante para alavancar o desenvolvimento econômico dos países latino-americanos.

In the middle zone in which this proportion is both large and growing, there is a double interaction making for faster economic growth: the expansion of the industrial sector enhances the rate of growth in real incomes; the rise in real incomes steps up the rate of growth of demand for industrial products.

No entanto, o próprio Kaldor sinaliza para o momento no qual se esgotam as possibilidades de crescimento via “expansão do mercado interno”. O ponto no qual o país atinge a “maturidade econômica” (Kaldor, 1966, p. 281) é quando já se completou seu processo de industrialização, diversificando esse setor com empresas produtoras de bens de consumo não duráveis até bens de capital, e o país alcança uma produtividade do trabalho idêntica no setor industrial e primário. Essa condição é resultante também de um esgotamento do “excesso de trabalhadores” no setor primário característico dos estágios iniciais de desenvolvimento. Para os países que completam seu processo de desenvolvimento, Kaldor (1966) argumenta que *o principal componente da demanda que poderá sustentar um crescimento econômico significativo é a demanda por exportações*. Em outras palavras, o crescimento dos países desenvolvidos será “liderado pelas exportações”.

Dixon, Thirlwall (1975) formalizaram matematicamente o arcabouço original de Kaldor através de um sistema de equações em diferença, cuja resolução se constitui em uma equação final na qual a taxa de crescimento depende do tempo e do valor de alguns parâmetros que expressam características estruturais da economia. Importante ressaltar que as equações iniciais do sistema incorporam a essência das “leis de crescimento kaldorianas”, mas partem da suposição de que a economia já concluiu seu processo de desenvolvimento, ou seja, o crescimento do produto é determinado pelo crescimento das exportações. A primeira equação explicita essa suposição e é descrita da seguinte forma:

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

A variável  $g_t$  é a taxa de crescimento do produto através do tempo,  $\gamma$  é um coeficiente maior do que zero e  $x_t$  é a taxa de crescimento das exportações. É importante ressaltar que, ao adotar a hipótese do “crescimento liderado pelas exportações”, o modelo apresenta uma série de suposições simplificadoras principalmente quando se estuda a realidade dos países em desenvolvimento ou subdesenvolvidos. A primeira dessas suposições relaciona-se ao fato de que os países em desenvolvimento ainda não concluíram seu processo de formação do mercado interno e, como consequência, o consumo e o investimento seriam mais importantes para a dinâmica da demanda agregada do que as exportações. A não consolidação do mercado interno, mesmo em países relativamente industrializados, pode ocorrer em função do não esgotamento da capacidade de aumentar a demanda interna através da migração de força de trabalho do setor primário para o setor

industrial, ou seja, as transformações estruturais descritas por Lewis (1969) podem ainda ser relevantes para a dinâmica dos países em desenvolvimento.

A segunda suposição simplificadora é o fato de que, implicitamente, o modelo de Dixon, Thirlwall (1975) supõe a não existência de restrições significativas advindas de desequilíbrios no Balanço de Pagamentos. Como ressaltado pelo próprio Kaldor (1966) e por Prebisch (1950; 1964), se os países em desenvolvimento não conseguirem “transbordar” seu processo de industrialização para a pauta de exportação, eles podem apresentar sérias restrições ao crescimento devido à tendência aos déficits no Balanço de Pagamentos e à necessidade de redução desses déficits. O crescimento econômico também traz uma mudança no perfil das importações dos países, seja porque aumenta o consumo de bens industrializados, ou também porque a importação de bens de capital torna-se significativa para viabilizar o processo de industrialização e o crescimento. Se os países subdesenvolvidos, ou “periféricos”, continuam especializados na exportação de produtos primários (*commodities*), os períodos de crescimento econômico podem ser acompanhados pelos déficits no Balanço de Pagamentos, que, mesmo diante do crescimento das exportações, podem implicar em dificuldades para a manutenção do crescimento econômico.

A segunda equação do modelo irá expressar as taxas de variação dos fatores que determinam a taxa de crescimento das exportações ( $x_t$ ), e pode ser escrita da seguinte forma:

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

Na equação 2,  $p_{dt}$  é a taxa de variação dos preços domésticos dos produtos exportados (pode ser entendido como um índice de preços específico para os produtos exportados),  $p_{ft}$  é a taxa de variação dos preços desses mesmos produtos exportados, mas referentes àqueles que são produzidos em países estrangeiros, ou seja, os produtos concorrentes dos produtos domésticos, e  $z_t$  é a taxa de crescimento da renda dos mercados consumidores das exportações. Se a inflação dos bens estrangeiros é superior à inflação dos bens *tradables* ( $p_{dt} < p_{ft}$ ), isso implica em uma vantagem competitiva para as exportações do país doméstico e, conseqüentemente, em um aumento em  $x_t$ . O impacto dessa vantagem sobre  $x_t$  será ponderado pelo parâmetro  $\eta$ , definido como a elasticidade-preço da demanda pelos bens domésticos exportados, e  $\eta$  é menor do que zero.

Outra variável que afeta o desempenho das exportações é o crescimento da renda dos países consumidores dos bens *tradables*, representado pela variável  $z_t$ . Os impactos de variações na renda

desses mercados consumidores internacionais são ponderados pelo parâmetro  $\varepsilon$ , que é maior do que zero e constitui-se na elasticidade-renda da demanda por exportações.

Assim, todo ganho de competitividade via diferencial de preços ou aumento na renda mundial resultará em um aumento em  $x_t$ , com conseqüente crescimento da economia liderado pelas exportações. Dentre essas três variáveis ( $p_{dt}$ ,  $p_{ft}$ ,  $z_t$ ) a única que pode ser determinada endogenamente é o comportamento dos preços das exportações, ou seja, a próxima equação do modelo (3) visa explicitar que fatores determinam o comportamento de  $p_{dt}$ .

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

Na equação 3,  $w_t$  é a taxa de variação dos salários,  $t_t$  é a taxa de variação do *mark-up* e  $r_t$  é a taxa de crescimento da produtividade do trabalho. Essa equação para o comportamento dos preços expressa a hipótese clássica de que o preço unitário é formado a partir de um *mark-up* sobre os custos e que aumentos na produtividade do trabalho implicam em redução da variação dos preços. Em outras palavras, quando o trabalhador fica mais produtivo, há uma redução do custo unitário da mercadoria e conseqüentemente uma redução do seu preço. O modelo supõe que a variação dos salários e do *mark-up* são exógenas, e que o comportamento da produtividade do trabalho é descrito pela equação (4) abaixo:

$$r_t = r_{at} + \lambda(g_t) \quad (4)$$

Essa equação sintetiza a hipótese mais importante da teoria kaldoriana sobre crescimento econômico que é a existência de retornos crescentes de escala fazendo a mediação entre a taxa de crescimento e a taxa de variação da produtividade do trabalho. O coeficiente  $\lambda > 0$  é chamado de “coeficiente de Verdoorn”, e é o parâmetro que mede o impacto da mudança em  $r_t$  devido a variações na taxa de crescimento da economia. O parâmetro  $r_{at}$  corresponde à variações na produtividade do trabalho não explicadas pelos retornos crescentes de escala.

Assim, Dixon, Thirlwall (1975) formalizaram as principais hipóteses da teoria de crescimento kaldoriana, como a idéia de que o crescimento é governado pela demanda, e principalmente pela demanda por exportações (equação 1), e a “Lei de Verdoorn” que expressa a existência de retornos crescentes de escala (equação 4). Essas equações também expressam a possibilidade do surgimento de um “círculo vicioso” como definido por Myrdal (1960), pois caso o país adquira uma vantagem exógena competitiva, tal como uma redução nos preços das exportações ( $p_{dt} < p_{ft}$ ), essa redução

tenderá a se perpetuar ao longo do tempo a partir das relações de causalidade entre as “forças internas” do sistema econômico, ampliando assim a vantagem competitiva inicial. A partir das equações descritas acima, essa redução de preços implicará em um aumento das exportações (equação 2), o que aumentará a demanda agregada da economia e conseqüentemente a sua taxa de crescimento (equação 1). No entanto, os efeitos não cessam com o aumento em  $g_t$ , pois a suposição dos retornos crescentes de escala, através do coeficiente de Verdoorn maior do que zero, faz com que ocorram novos aumentos na produtividade do trabalho, o que implicará em uma redução dos custos unitários de produção e uma nova diminuição dos preços (equação 3). Essa redução de preços provocará novos aumentos nas exportações e na taxa de crescimento da economia, caracterizando a possibilidade indicada pelo próprio Kaldor (1966) de que a interdependência entre a taxa de crescimento da economia e a taxa de variação da produtividade do trabalho pudessem gerar um mecanismo de “causação circular cumulativa” (Myrdal, 1960) que conduzisse um país a perpetuar uma vantagem inicial exógena. O coeficiente de Verdoorn é o *modus operandi* desse processo de causação circular cumulativa. Nas palavras de Thirlwall (1987, p.197):

The Verdoorn relation opens up the possibility of a virtuous circle of export-led growth. The model becomes ‘circular’ since the faster the rate of growth of output the faster the rate of growth of productivity; and the faster the growth of productivity the slower the rate of increase in unit costs and hence the faster the rate of growth of exports and output.

No entanto, Dixon, Thirlwall (1975) indicam que, historicamente, os países não conseguem perpetuar uma taxa de crescimento “explosiva”. Assim, existem mecanismos dentro do sistema econômico que, apesar da existência de retornos crescentes de escala, podem amortecer esses “mecanismos de transmissão” entre exportações, taxa de crescimento e variações da produtividade do trabalho. Para resolver esse questionamento Dixon, Thirlwall (1975) transformaram as quatro equações descritas acima em um sistema de equações em diferença<sup>5</sup>:

$$g_t = \gamma(x_t), \quad (1)$$

$$x_t = \eta(p_{dt-1} - p_{ft-1}) + \varepsilon(z_{t-1}), \quad (2.1)$$

$$p_{dt-1} = w_{t-1} - r_{t-1} + t_{t-1}, \quad (3.1)$$

$$r_{t-1} = r_{at-1} + \lambda(g_{t-1}), \quad (4.1)$$

---

<sup>5</sup> A construção desse sistema deve manter a equação (1) em termos do período presente e as demais equações terão suas variáveis explicativas reescritas com uma defasagem temporal de  $t-1$ . Os passos para a solução de um sistema de equações em diferença de um modelo com origem kaldoriana e elementos schumpeterianos também serão utilizados no capítulo 2 para a resolução do modelo proposto nesta tese.

Substituindo as equações (4.1) e (3.1) em (2.1), e substituindo a equação resultante em (1), temos:

$$g_t = \mathcal{N}[\eta(w_{t-1} - r_{at-1} + t_{t-1} - p_{ft-1}) + \mathcal{E}(z_{t-1})] - \gamma\lambda(g_{t-1})$$

O termo  $\mathcal{N}[\eta(w_{t-1} - r_{at-1} + t_{t-1} - p_{ft-1}) + \mathcal{E}(z_{t-1})]$  pode ser substituído por  $\xi_{t-1}$  e o termo  $\gamma\lambda$  por  $\psi$ . Dessa forma, temos que:

$$g_t = \xi_{t-1} - \psi(g_{t-1}) \quad (5)$$

Através de procedimentos análogos aos que foram feitos acima, pode-se dizer que  $g_{t-1} = \xi_{t-2} - \psi(g_{t-2})$  e substituindo essa equação em (5), temos:

$$g_t = \xi_{t-1} - \psi(\xi_{t-2} - \psi(g_{t-2})) \Rightarrow g_t = \xi_{t-1} - \psi\xi_{t-2} + (-\psi)^2(g_{t-2}) \quad (6)$$

A partir de passos idênticos aos que foram feitos para obter a equação (5), podemos dizer que  $g_{t-2} = \xi_{t-3} - \psi(g_{t-3})$ ;  $g_{t-3} = \xi_{t-4} - \psi(g_{t-4})$ ;  $g_{t-4} = \xi_{t-4} - \psi(g_{t-4})$  e, sucessivamente, podemos substituir na equação (6) essas equações das taxas de crescimento com diversas defasagens temporais. O resultado dessas substituições sucessivas pode ser descrito na seguinte expressão:

$$g_t = \xi_{t-1} + (-\psi)\xi_{t-2} + (-\psi)^2\xi_{t-3} + (-\psi)^3\xi_{t-4} + \dots + (-\psi)^{t-1}\xi_0 + (-\psi)^t g_0 \quad (7)$$

Na expressão 7,  $g_0$  é a taxa de crescimento inicial (também chamado de “condição inicial” para a resolução do sistema). Supondo que todos os parâmetros do modelo (todos eles, à exceção de  $\lambda$ , compõem o termo  $\xi$ ) são constantes em todos os períodos de tempo, podemos colocar  $\xi$  em evidência na equação (7), tendo:

$$g_t = \xi [ 1 + (-\psi) + (-\psi)^2 + (-\psi)^3 + (-\psi)^4 + \dots + (-\psi)^{t-1} ] + (-\psi)^t g_0 \quad (8)$$

A partir de Boyce, Di Prima (1994, p.76) pode-se substituir na equação (8) o somatório  $[ 1 + (-\psi) + (-\psi)^2 + (-\psi)^3 + (-\psi)^4 + \dots + (-\psi)^{t-1} ]$  pela expressão  $1 - (-\psi)^t / 1 - (-\psi)$  (para  $\psi \neq -1$ ), chegando a seguinte equação:

$$g_t = \frac{\xi (1 - (-\psi)^t)}{1 - (-\psi)} + (-\psi)^t g_0 \quad (9)$$

Por fim, substituindo o valor de  $\psi$  na equação (9), tem-se a solução final na qual a taxa de crescimento está em função do tempo e de uma série de parâmetros presentes nas equações. Essa equação final é descrita a seguir:

$$g_t = \frac{\xi (1 - (\gamma\eta\lambda)^t)}{1 + \gamma\eta\lambda} + (\gamma\eta\lambda)^t g_0 \quad (10)$$

Na equação 10, o parâmetro  $\xi$  é representado por um conjunto de variáveis exógenas e  $g_0$  é a taxa de crescimento no período inicial do sistema. Assim, o comportamento de  $g_t$  ao longo do tempo dependerá do valor do produto entre os parâmetros  $\gamma$ ,  $\eta$  e  $\lambda$ . A principal conclusão de Dixon, Thirlwall (1975) é que, mesmo ao obter uma vantagem competitiva inicial (como, por exemplo, um aumento exógeno da produtividade do trabalho) a “espiral de crescimento” que pode ocorrer nos estágios iniciais de desenvolvimento não é uma consequência imediata. Essa espiral será amortecida por algumas características da economia tais como a elasticidade-preço dos bens exportados ( $\eta$ ), a articulação do setor exportador com os outros setores da economia ( $\gamma$ ) e a elasticidade que mede os retornos crescentes ( $\lambda$ ) a que a economia está submetida. Se o produto entre os valores absolutos desses parâmetros for menor que 1, a taxa de crescimento tende a um valor constante ao longo do tempo, ou seja, tende a estagnação. Contrariamente, se o produto for maior que 1, a taxa de crescimento tende a se afastar cada vez mais do valor de equilíbrio [ $\xi / 1 - (\gamma\eta\lambda)$ ]. Nesse sentido o trabalho desenvolvido por Dixon, Thirlwall (1975) foi importante porque conseguiu incorporar em um mesmo modelo a possibilidade teórica indicada por Kaldor (“explosão” da taxa de crescimento) e a possibilidade indicada por algumas evidências empíricas de estabilidade da taxa de crescimento (como a Inglaterra na década de 50). Mais importante ainda foi conservar como uma das variáveis condicionantes dos resultados do modelo a existência de retornos crescentes, que é fundamental para a existência da Lei de Verdoorn explicitada por Kaldor (1966).

A argumentação kaldoriana não se esgota com a suposição de que os países desenvolvidos alcançam a maturidade econômica e passam a apresentar o crescimento “liderado pelas exportações”. Os países podem incorrer em dificuldades advindas do próprio processo de desenvolvimento, mais especificamente em função do crescimento e diversificação do setor

industrial<sup>6</sup>. Essa industrialização intensa, típica dos estágios intermediários de desenvolvimento, aumentará a importação de máquinas, equipamentos e insumos. Se essa diversificação e crescimento das importações do país não forem compensados pelo crescimento das exportações, poderão ocorrer restrições no Balanço de Pagamentos. Essa escassez de divisas internacionais pode comprometer o crescimento econômico do país, seja pela insuficiência de recursos para continuar as importações essenciais à industrialização, ou por ajustes – recessivos ou inflacionários – para manter a taxa de crescimento compatível com o equilíbrio do Balanço de Pagamentos. Esse argumento possui uma capacidade explicativa muito grande, e com a formalização estruturada por Thirlwall em 1979 (McCombie, Thirlwall, 1994) inaugurou-se também uma série de modelos de crescimento econômico, que incorporam as hipóteses kaldorianas, mas nos quais o resultado do Balanço de Pagamentos constitui-se na principal restrição ao crescimento econômico. Mais especificamente, a chamada “Lei de Thirlwall” (Thirlwall, 2005) mostra que a taxa de crescimento do país, com equilíbrio do BP, dependerá da taxa de expansão das exportações e da elasticidade-renda das importações.

A proximidade da argumentação kaldoriana com as idéias produzidas pela CEPAL no final da década de 40 e início dos anos 50 é bastante evidente. Especialmente quando se considera as hipóteses de que os países periféricos, com economias fortemente especializadas na exportação de produtos primários, são mais suscetíveis às restrições ao Balanço de Pagamentos ao longo do seu processo de industrialização<sup>7</sup>. Além disso, a tendência à importação de “tecnologias modernas” incorporadas aos bens de capital produzidos nos países centrais tende a elevar a relação capital produto na periferia antes que se esgote o processo de formação dos mercados internos nesses países. Esse fato cria “desemprego estrutural” e acaba perpetuando a convivência entre setores “modernos e arcaicos” na periferia, mas não apenas entre agricultura e indústria, como também na reprodução dessa dicotomia nos espaços urbanos. Essa é uma característica fundamental do fenômeno do *subdesenvolvimento* (Furtado, 2000a).

Essas tendências verificadas no processo de desenvolvimento econômico dos países periféricos são amplamente discutidas pelo arcabouço teórico cepalino (Bielschowsky, 2000). Entre as diferentes alternativas e recomendações para superar as restrições estruturais da periferia, uma hipótese indicada por Fajnzylber (1984), **é de que as economias periféricas podem se contrapor a essas restrições estruturais ao crescimento econômico dinamizando seu processo endógeno de**

---

<sup>6</sup> Kaldor (1966) em diversos momentos denomina desenvolvimento econômico como o processo de industrialização.

<sup>7</sup> Importante ressaltar que tais constrangimentos ao processo de desenvolvimento periférico possuem *natureza estrutural*, decorrentes da inserção histórica das economias latino americanas na evolução do capitalismo, e não por expansões da base monetária devido a políticas econômicas expansionistas tal como argumenta a escola neoclássica.

**inovação tecnológica.** Uma pergunta importante que pode ser formulada a partir dessa hipótese é a seguinte: se a inovação tecnológica pode se tornar um fenômeno que absorva a força de trabalho na periferia, com o surgimento de novos setores inovadores e capaz de introduzir um elemento dinâmico nessas economias, o que é necessário para a constituição desse *núcleo endógeno* criador de inovações?

A literatura cepalina e, mais explicitamente, a neoschumpeteriana apontam que a resposta para essa questão passa pela construção de “competências institucionais” (ou capacitações sociais, como define Abramovitz, 1986) que consigam estruturar um ambiente capaz de dinamizar o processo de inovação tecnológica e torná-lo uma força propulsora do desenvolvimento econômico periférico. Assim, estabelecer capacitações e relações institucionais na direção de um “sistema nacional de inovação maduro” (Albuquerque, 1999) é fundamental para uma estratégia de desenvolvimento econômico nacional. As formulações das escolas kaldoriana e schumpeteriana, além de apresentarem muitos elementos importantes para a explicação do desenvolvimento econômico, também possuem diversos pontos de articulação com outros arcabouços teórico-analíticos, especialmente as contribuições da CEPAL, o que aumenta o potencial dessas teorias para o entendimento dos obstáculos e desafios que os países subdesenvolvidos possuem para superarem essa condição. A *demanda* e a *inovação tecnológica* são as categorias-chave para entender essas contribuições e, especialmente, a articulação entre elas. Os desdobramentos mais importantes decorrentes do uso dessas duas categorias são os *modelos de crescimento restringidos pelo Balanço de Pagamentos* e a *construção dos sistemas nacionais de inovação*. Ambos os desdobramentos também se articulam em torno de uma pergunta central: como os países periféricos podem mudar sua inserção histórica no capitalismo mundial? Certamente as restrições no Balanço de Pagamentos refletem características estruturais das economias periféricas que não conseguiram diversificar sua pauta de exportação na mesma intensidade com que realizaram suas industrializações, mesmo que “tardias”, e também não conseguiram construir um conjunto de instituições que permitam às empresas nacionais se conectarem às “janelas de oportunidade” decorrentes das mudanças de paradigmas científicos e tecnológicos nos países centrais. Assim, a incapacidade de criar esse *núcleo endógeno de inovação tecnológica*, ou sistema nacional de inovação, certamente é um fator que contribui para perpetuar os problemas no Balanço de Pagamentos dos países atrasados. Além disso, a convivência de “características duais” impede a expansão dos mercados internos da periferia, o que é um importante obstáculo à ampliação da demanda do setor industrial, e certamente restringe a rentabilidade de investimentos em P&D – Pesquisa e Desenvolvimento – na busca por inovações tecnológicas. Ao que tudo indica, um processo de “causação circular cumulativo” atua nos países subdesenvolvidos no sentido de perpetuar essa condição, e a escola kaldoriana e

schumpeteriana apontam com muita clareza o *modus operandi* desse processo. As experiências internacionais (Nelson, 1993, Chang, 2003) também evidenciam que a atuação do Estado é fundamental e imprescindível para reverter essas características do atraso e promover o fenômeno do desenvolvimento econômico.

O arcabouço teórico inaugurado por Schumpeter (1911) e expandido pelos autores neoschumpeterianos é muito complementar às questões propostas por Kaldor e pela Cepal, e por esse motivo algumas de suas contribuições serão sistematizadas no próximo item.

## **1.2 Desenvolvimento econômico a partir da inovação tecnológica**

O título do livro seminal de Schumpeter (1911) – *Teoria do Desenvolvimento Econômico* – é importante porque expressa o objetivo dessa obra: formular uma teoria capaz de definir e explicar o processo do desenvolvimento econômico. Além da relevância do tema, é o primeiro livro de um grande economista que possui como principal objetivo estudar o “fenômeno do desenvolvimento”.

Para atingir tal objetivo, Schumpeter (1911) usa como ponto de partida o arcabouço teórico walrasiano. O primeiro capítulo da Teoria do Desenvolvimento Econômico (TDE) é uma tentativa de descrever a economia supondo a validade de todas as hipóteses e relações de causalidade descritas pelo modelo de equilíbrio geral. Em outras palavras, Schumpeter (1911) procura descrever o funcionamento do sistema econômico se as suas “leis gerais” fossem exatamente iguais às postuladas pelo referencial ortodoxo.

Após essa descrição pormenorizada do “fluxo circular da renda”, que comanda as ações dos indivíduos com “grilhões de ferro”, Schumpeter inicia uma série de questionamentos aos pressupostos ortodoxos walrasianos. Nesse “exercício lógico-teórico”, Schumpeter não aponta apenas fragilidades e inconsistências do modelo de equilíbrio geral, como também propõe alternativas teóricas a essas lacunas. Assim, ao longo dos demais capítulos da TDE, Schumpeter “desconstrói” gradativamente o sistema ortodoxo e começa a construir outro conjunto de hipóteses e relações para a economia que se constituem nos fundamentos da escola de pensamento neoschumpeteriana. Em outras palavras, Schumpeter (1911) elabora um modelo analítico teórico que fornece uma explicação muito distinta para a dinâmica do capitalismo do que aquela vigente no *mainstream* do pensamento econômico.

Um dos seus questionamentos é sobre a “racionalidade” que conduz alguns agentes a se tornarem “homem de negócios”. Se em equilíbrio geral a remuneração do fator trabalho é idêntica, independentemente da posição no processo de produção que eles ocupem (em função das hipóteses de livre mobilidade, informação perfeita e não diferenciação na qualificação entre os agentes), o arcabouço neoclássico não conseguiria explicar o que faz com que alguns indivíduos optem por se tornarem “organizadores do processo de produção” em detrimento de outras posições na divisão social do trabalho<sup>8</sup>.

A hipótese de Schumpeter (1911) é que essa escolha é feita porque alguns agentes, propensos ao risco, identificam na posição de homem de negócios uma possibilidade de obter uma remuneração “extra-normal” que um agente no “chão de fábrica” não possui. Essa possibilidade existe porque os “empresários” podem introduzir mudanças no sistema econômico que, se bem sucedidas, serão a fonte de ganhos advindos das *inovações tecnológicas*. **Esses ganhos, para Schumpeter, são a verdadeira natureza dos lucros**, e por esse motivo os empresários estão sempre tentando inovar seus processos de produção, produzir novas mercadorias, obter novos mercados e novas tecnologias. Nesse sentido, a “racionalidade do empresário” implica em ações deliberadas para introduzir inovações tecnológicas no mercado, pois é esse fato que lhe permite auferir lucros e que condicionou sua “escolha” por se tornar um empresário. Assim, a possibilidade de introduzir inovações tecnológicas é o objetivo final de toda empresa capitalista que busca maximizar lucros. Uma situação de equilíbrio tal como descrita pela teoria ortodoxa não é uma situação desejável para os empresários, e caracteriza-se por um estado de exceção no qual os agentes não são bem sucedidos na introdução de inovações tecnológicas. Os empresários são racionais quando buscam, em todos os momentos do tempo, romper com as condições dadas do “fluxo circular da renda”, tornando assim a *mudança tecnológica* a variável mais importante da dinâmica capitalista. Nas palavras de Schumpeter (1911, p.112):

O capitalismo, então, é, pela própria natureza, uma forma ou método de mudança econômica, e não apenas nunca está, mas nunca pode estar estacionário. (...) O impulso fundamental que inicia e mantém o movimento da máquina capitalista decorre dos novos bens de consumo, dos novos métodos de produção ou transporte, dos novos mercados, das novas formas de organização industrial que a empresa capitalista cria.

---

<sup>8</sup> Importante notar que Schumpeter (1911) não se utiliza de argumentos históricos ou marxistas para explicar a divisão social do trabalho. Ele parte do suposto ortodoxo de que essa divisão é determinada por “escolhas racionais dos agentes” que maximizam seu bem estar a partir de suas preferências, dotações iniciais e informação perfeita. Com a tendência de mercado à igualação dos salários, existe um ponto de indiferença na escolha dos agentes sobre que posição ocupar na organização da produção, e o modelo de equilíbrio geral não explica como os agentes saem dessa situação de indiferença.

Quando uma empresa obtém lucros advindos de alguma inovação criam-se incentivos para que outras empresas também possam inovar ou se apropriarem da inovação original através da “imitação” tecnológica. Dessa forma, aquele ganho extra-normal obtido pela empresa inovadora sofre um processo de erosão (do ponto de vista da empresa inovadora) ao mesmo tempo em que é difundido (do ponto de vista das empresas imitadoras) até o momento em que deixa de ser uma vantagem competitiva. Quando isso acontece, as empresas são impulsionadas novamente a inovar, alimentando novamente esse caráter mutável do capitalismo. Essa atitude das empresas de sempre estarem inovando seus processos de produção, buscando novos produtos e novas tecnologias, acaba por sucatear as antigas formas de produção, substituindo-as por outras formas mais eficientes, colocando assim o sistema capitalista em um estágio de bem-estar material maior do que o estágio anterior à inovação. Esse ato de destruir antigas estruturas e criar novas a partir de atividades inovativas e imitadoras é o que Schumpeter denominou de “Destruição Criadora” (Schumpeter, 1943), e esse processo caracteriza a dinâmica do capitalismo e o fenômeno do desenvolvimento econômico. Essa dicotomia entre inovadores e imitadores é a essência da concorrência capitalista, e para Schumpeter também é a essência do fenômeno do desenvolvimento econômico. Para o autor, o surgimento de uma inovação tecnológica é uma condição necessária, mas não suficiente para garantir o desenvolvimento. Ela precisa ser difundida ao longo de todo o sistema, e por isso o papel dos imitadores é fundamental<sup>9</sup>.

Alguns autores, posteriores a Schumpeter, concordam que as atividades de inovação/imitação tecnológica são a essência da dinâmica do capitalismo, e por isso resolvem estudar qual a importância dessas atividades para se explicar os diferenciais de crescimento e desenvolvimento entre os países. Autores como Abramovitz (1986) e Fagerberg (1988a e 1988b) partem do argumento que os países atrasados tecnologicamente possuem duas possibilidades de crescimento: através da inovação tecnológica, mas fundamentalmente através da imitação das tecnologias existentes nos países avançados. A oportunidade de incorporar tecnologias já existentes aumenta a possibilidade de obter taxas de crescimento maiores do que os países avançados, pois o crescimento desses está limitado ao deslocamento da fronteira de conhecimento científico e técnico da humanidade, enquanto que os países atrasados podem efetuar “saltos” em sua taxa de crescimento também pelo processo de imitação. Por isso, os países que não fazem parte da “liderança” no processo de inovação mundial tenderiam a apresentar maiores taxas de crescimento ao longo do tempo. Ao absorverem tecnologia de outros países, a menores custos relativos, o avanço

---

<sup>9</sup> Com pouco mais de 30 anos após a publicação da TDE, Schumpeter (1943) faz algumas reflexões “sombrias” em relação ao futuro do capitalismo, pois a tendência observada nesse período à concentração industrial e, portanto, o aumento das barreiras a entrada nos setores, fez com que Schumpeter diminuísse a importância do imitador na dinâmica capitalista em seu livro *Capitalismo, Socialismo e Democracia*.

tecnológico dos países atrasados será tanto maior quanto mais distantes estiverem dos países avançados tecnologicamente.

Em síntese, a principal conclusão desses modelos é a seguinte: países atrasados tecnologicamente possuem um potencial de crescimento maior que os países avançados. Em outras palavras, países com menores taxas de crescimento da produtividade do trabalho (*proxy* adotada por esses autores para o progresso tecnológico) tenderão a apresentar as maiores taxas de crescimento ao longo do tempo. Essa conclusão contribuiu para que os modelos neoschumpeterianos destinados a compreender o hiato de desenvolvimento entre países ficassem conhecidos como os modelos de “*catching up*”. Nas palavras de Abramovitz (1986, p.386):

The hypothesis asserts that being backward in level of productivity carries a *potential* for rapid advance. Stated more definitely the proposition is that in comparisons across countries the growth rates of productivity in any long period tend to be inversely related to the initial levels of productivity.

Existe um grupo de países que constitui a “liderança” do processo de inovação mundial (como os Estados Unidos, por exemplo) e o processo de difusão tecnológica possui um impacto positivo e significativo sobre a taxa de crescimento dos países que não fazem parte dessa liderança (como o Brasil, por exemplo). São esses efeitos de “transbordamento tecnológico” dos países líderes para países atrasados, mas que possuem condições de absorver novas tecnologias, é que possibilitam um potencial para altas taxas de crescimento. Fundamentalmente o termo “seguidor” não foi escolhido ao acaso, mas reflete um padrão de comportamento: seu desenvolvimento tecnológico é subordinado, guiado pelo ritmo de desenvolvimento das regiões líderes. As regiões atrasadas possuem como estratégia “seguir” as inovações desenvolvidas e lançadas no mercado pelos líderes, imitando trajetórias tecnológicas que se mostraram bem-sucedidas nas economias avançadas.

Os modelos de *catching up* receberam fortes críticas exatamente porque seu argumento central é muito semelhante ao argumento de modelos ortodoxos de crescimento econômico, nos quais a “escassez de capital”, em função da menor concorrência, permite uma produtividade marginal maior para esse fator em relação às regiões nos quais o capital é abundante. Assim, regiões mais atrasadas, que por definição são as que possuem menor estoque de capital em relação aos países “líderes”, possuem um potencial para taxas de crescimento maiores, uma vez que o capital tende a migrar para locais com produtividade marginal maior. Nesse sentido, os modelos de *catching up* estariam apenas acrescentando à discussão ortodoxa o fato de que essa migração de capital para os países atrasados traz consigo uma “tecnologia de ponta”, incorporada ao “estoque novo de capital”, que é desenvolvida pelos centros inovadores localizados nos países líderes. Interpretados dessa

forma, os modelos estariam reforçando a implicação de política econômica ortodoxa de que uma ação do Estado para promover a “liberalização do fluxo de capitais” é fundamental também para promover a convergência tecnológica entre países.

Os modelos de *catching up* conseguiram se diferenciar significativamente da discussão ortodoxa tradicional quando os autores neoschumpeterianos incorporaram conceitos definidos por Dosi (1984) de **paradigmas e trajetórias tecnológicas**<sup>10</sup>. Esses conceitos promovem uma estreita relação entre ciência e tecnologia, pois supõem que todo deslocamento da fronteira de conhecimento científico cria novos paradigmas tecnológicos que, por sua vez, permitem o surgimento de um conjunto de trajetórias de inovação distintas, mas cuja possibilidade de êxito não está definida *a priori*. Existe um elemento de *incerteza* que somente desaparecerá quando as empresas ou países, através dos processos de tentativa e erro, percorrerem essas trajetórias e selecionarem aquelas mais exitosas. Quando uma ou mais trajetórias se tornarem dominantes, as demais empresas se adaptarão às rotinas de inovação associadas às “trajetórias vencedoras”. Esse “processo evolucionário” (Nelson, Winter, 1992) é muito importante dentro do arcabouço neoschumpeteriano para explicar a dinâmica de inovação dentro de setores econômicos.

Em relação aos modelos de *catching up*, esses argumentos contribuíram para apontar uma segunda possibilidade de “salto” para os países atrasados: mesmo não sendo os responsáveis pela criação dos paradigmas tecnológicos, esses países podem participar do processo de tentativa e erro e, a partir das experiências dos inovadores, acumular um *aprendizado tecnológico* que os permita construir as trajetórias dominantes mais rapidamente e com custos menores do que os líderes. O deslocamento da fronteira de conhecimento técnico-científico pelos líderes cria “janelas de oportunidade” para os seguidores (Perez, Soete, 1988), desde que eles possuam “capacitações sociais” que os permitam se conectar a esses deslocamentos e participar ativamente dos processos de “busca e seleção” pelas melhores trajetórias. Importante frisar que uma trajetória tecnológica não é definida apenas pela especificação de produtos (ou processos) finais, mas também pelas rotinas de inovação que permitirão aprimoramentos constantes e uma diversificação permanente na “família de produtos” original. As experiências internacionais (Nelson, 1993; Kim, Nelson, 2000), especialmente do Japão e dos “Tigres Asiáticos”, evidenciam que a condição de “atrasado”, ou mais especificamente de “imitador tecnológico” é uma situação que traz consigo algumas vantagens que, se bem aproveitadas, podem constituir o gérmen das mudanças para o “salto”. Mais especificamente, a hipótese é de que a “imitação tecnológica” não é um ato passivo, ao contrário,

---

<sup>10</sup> Para Dosi (1984), é possível definir paradigmas tecnológicos, em analogia aos “paradigmas científicos de Kuhn”, como um “padrão de solução de problemas tecnológicos selecionados, baseados em princípios selecionados, derivados das ciências naturais, e em tecnologias materiais selecionadas” (Dosi, 1984, p. 41).

exige um esforço significativo de quem *absorve* aquela nova tecnologia, o que resulta na maioria das vezes em um acúmulo de aprendizado tecnológico. As ações voltadas para produzir um novo produto, implementar um novo processo de produção, permitem à região atrasada constituir uma “massa crítica” relacionada àquela inovação que a capacita a introduzir uma dinâmica (rotinas) de inovação diferente dos líderes, e sem o custo de deslocamento da fronteira de conhecimento científico e do processo inicial de tentativa e erro. Esse fenômeno ocorreu com o setor de eletroeletrônicos e automobilístico japonês ao longo das décadas de 70 e 80, e com o setor de microeletrônicos coreano nas décadas de 80 e 90. O esforço para imitar permitiu um acúmulo de conhecimento que foi elemento importante para ascender à condição de *player* internacional na inovação desses setores.

No entanto, o fato de constituir um *aprendizado tecnológico* ao longo do processo de absorção de tecnologias de ponta não é uma condição suficiente para que as regiões atrasadas modifiquem sua condição. Supondo que o processo de inovação moderno é complexo e está fortemente conectado com o conhecimento científico (cuja fronteira é deslocada pelos países líderes), o êxito no processo de *catching up* passa a ser dependente de um *sistema*, ou seja, uma empresa isoladamente não consegue converter seu aprendizado tecnológico em capacidade inovadora. É necessária a existência de instituições que agreguem valor à sua *cadeia de inovação* e a existência de relações, *links*, entre essas instituições. Em outras palavras, é importante que países atrasados constituam “*sistemas nacionais de inovação*” (Freeman, 1995) para que suas estratégias de desenvolvimento possam se concretizar.

Nesse ponto, deve-se ressaltar a importância do Estado (e das políticas científicas e tecnológicas) como a instituição fundamental **que cria e organiza as relações do seu sistema de inovação**. As experiências internacionais são ricas em evidências nesse sentido. O Estado é a instituição-líder nesse processo, pois possui a capacidade de planejar e articular ações entre diferentes atores, dentro de uma visão sistêmica, com a criação de instrumentos para fomentar e articular essas “complexidades”. Assim, é imprescindível a presença do Estado, para criar e executar ações que conduzam uma região a desenvolver um sistema de inovação maduro.

Algumas características essenciais de um sistema de inovação maduro podem ser explicitadas a partir de autores como Freeman (1995), Nelson (1993) e Lundvall (1995). Essas características são:

1. Oferta de recursos humanos qualificados;
2. Presença de Instituições de Ensino e Pesquisa;

3. Investimentos e regulação em C&T e P&D;
4. Capacidade de articulação e integração entre as diversas instituições.

Cada uma dessas características ressalta fatores que são essenciais para o sucesso de qualquer estratégia nacional de desenvolvimento econômico. Os investimentos em inovações podem se tornar inviáveis se a região não apresenta uma oferta significativa de engenheiros, químicos, biólogos, entre outros profissionais de nível superior capazes de agregar valor aos projetos de inovação. Mais do que formar o profissional é importante que, em termos de pós-graduações como mestrados e doutorados, o pesquisador esteja conectado com os deslocamentos da fronteira de conhecimento técnico-científico mundial (Perez, Soete, 1988), especialmente dos países líderes. O perfil desses recursos humanos especializados demandados para as atividades de Pesquisa e Desenvolvimento não deve se limitar apenas a um “reprodutor do conhecimento”, mas o profissional deve ser treinado para as atividades de pesquisa e, preferencialmente, para participar de redes de cooperação internacional. Nesse sentido, as experiências internacionais sinalizam para a importância de que as regiões atrasadas constituam instituições de excelência nas áreas de *ensino e pesquisa*, pois esse binômio é fundamental para que as empresas sejam estimuladas a criar ou expandir seus departamentos de P&D com profissionais formados nessas regiões. Mais especificamente, instituições de ensino que pretendem formar mestres e doutores também devem possuir excelência na pesquisa.

Outra lição fundamental extraída dos casos de sucesso é que todos os países atrasados que realizaram um *catching up*, ou seja, deram um “salto” e reduziram o hiato tecnológico em relação aos líderes, possuíam instituições de ensino e pesquisa que atuavam como uma “parabólica” (Albuquerque, 1999), ou seja, capazes de se conectar e incorporar o aprendizado científico e tecnológico produzido nos países líderes. Por isso é fundamental a atuação do Estado no sentido de constituir e estimular instituições que possuam essas duas características: educação e pesquisa de excelência.

Na tipologia estabelecida por Albuquerque (1999), “sistemas de inovação de *catching up*” têm a capacidade de funcionar como uma “antena parabólica”, capaz de captar os deslocamentos da fronteira técnico-científica do líder e absorver/innovar quase simultaneamente aos esforços inovadores do líder. Em outras palavras, a pressuposição é de que o sul tenha capacitações suficientes para, não apenas decodificar o conhecimento científico novo que está sendo produzido na fronteira, mas especialmente o de captar os novos paradigmas/trajetórias tecnológicos (Dosi,

1984) que estão sendo criados a partir do transbordamento desse conhecimento das Universidades e Centros de Pesquisa para as empresas dos países centrais.

Uma conclusão errônea ao se interpretar a metáfora do “sistema de inovação de *catching up*” é que um sistema de pesquisa – em geral representado por Universidades que publicam artigos conectados à fronteira do conhecimento – é uma condição necessária e suficiente para transformar um hiato tecnológico em uma vantagem do atraso. Em outras palavras, existe um viés muito forte de que as Universidades (enquanto instituições que correspondem, no sistema de inovação, às “parabólicas”) devam focar seus esforços no aumento da sua participação relativa na publicação de artigos indexados internacionalmente. Esse é um esforço, uma ação de política científica e tecnológica, que de fato deve ser implementado, mas ele não se constitui em condição suficiente para realizar o *catching up*. O papel das Universidades se constitui em uma etapa importante do processo de inovação do sistema nacional, mas, como enfatizou Schumpeter (1911), a inovação tecnológica apenas se concretiza quando consegue provocar mudanças no mercado, seja através de um aumento qualitativo na disponibilidade de bens para o consumidor, ou através da ampliação dos lucros das empresas com as inovações de processo de produção.

A questão central é que as universidades são um elo importante da “cadeia de inovação”, e como tal não podem se limitar apenas a “captar e dialogar” com os conhecimentos científicos de fronteira. Para que o sistema de inovação consiga realizar o *catching up* do país, é importante que as universidades consigam transbordar os conhecimentos produzidos na fronteira para além dos limites da própria universidade. Em outras palavras, é fundamental que a Universidade “transmita” os conhecimentos da fronteira para os elos seguintes da cadeia de inovação, até que tais conhecimentos consigam impactar na atividade das empresas, que atuam no mercado.

Utilizando novamente a metáfora da “parabólica”, toda antena capta informações, decodifica-as de uma linguagem digital ou analógica, e retransmite em imagens e sons para outro aparelho eletrônico, em geral uma televisão. Essas três funções da parabólica para viabilizar uma transmissão simples de telecomunicações – captação, decodificação e retransmissão – também devem ser desempenhadas pelas universidades para que o *catching up* ocorra com sucesso nos países atrasados. No entanto, o que deve ser captado, decodificado e retransmitido é o conhecimento científico de fronteira, fundamental para viabilizar as inovações tecnológicas nas empresas.

Em síntese, as recomendações sobre o papel das universidades possuem um viés de enfoque na primeira função – captação do conhecimento científico – enquanto o sucesso de um processo de *catching up* no país atrasado depende também da decodificação – utilização de uma nova linguagem

para comunicar o conhecimento científico – e do transbordamento para os agentes que estão “a jusante” do processo de inovação. Esse trabalho levanta a hipótese de que a velocidade com a qual as universidades realizam as duas últimas funções é determinante para explicar os diferenciais nos saltos tecnológicos entre países atrasados.

Dentre os itens listados acima como as principais características de sistemas de inovação, o item quatro (capacidade de articulação e cooperação entre os diferentes atores) indica claramente o sentido que o Estado deve fornecer no momento de implementar instrumentos regulatórios: estimular a *integração* entre as diferentes instituições que interagem ao longo das *cadeias de inovação*. As experiências internacionais indicam que os investimentos em Ciência e Tecnologia são fundamentais, a busca pela excelência no ensino e na pesquisa também, mas o estímulo constante por parte do Estado à criação de um ambiente propício ao estabelecimento de relações de cooperação e integração entre empresas e Universidades, Instituições de Pesquisa e Centros privados de P&D é fundamental. Como citado nesse momento, o espectro do conceito integração é muito amplo, o que permite aos Estados de regiões ou países emergentes um espaço para inovarem nos instrumentos que serão criados para estimular as relações de cooperação. Ao mesmo tempo em que essa é uma característica inerente ao ambiente complexo que hoje se constituem as *cadeias de inovação*, e que tais objetivos em várias situações tornam-se complementares, não é uma ação trivial e imediata estimular a integração entre, por exemplo, o ritmo da produção de conhecimento científico no ambiente acadêmico e as necessidades das empresas de inovarem com o intuito de atenderem o ritmo das mudanças de mercado. No entanto essas mudanças institucionais são desafios que devem ser superados pelos países que propõem aumentar suas taxas de crescimento e dinamizar suas capacitações para inovação e aprendizado tecnológicos.

O próximo item apresentará um modelo formalizado matematicamente que busca incorporar as principais características do modelo kaldoriano, e a perspectiva de difusão e aprendizado tecnológico, para explicar a dinâmica de crescimento econômico dos países. Essa formalização pode ser útil para inspirar o modelo teórico que será proposto como resultado da pesquisa desta tese.

### 1.3 Retornos crescentes e capacitações institucionais: uma formalização com elementos kaldorianos e de catching up

Um modelo teórico importante que se caracteriza por uma formalização matemática que incorpora os retornos crescentes de escala e as atividades de inovação/aprendizado tecnológico – mediadas por capacitações institucionais – como elementos explicativos do desenvolvimento econômico é o modelo de Setterfield (1997). Assim, existe uma relação significativa entre Setterfield (1997) e as referências teóricas citadas na primeira parte desse projeto e nas demais relações teóricas que se pretende construir ao longo da pesquisa. O modelo possui forte inspiração na formalização original de Dixon, Thirlwall (1975), e apresenta quatro equações fundamentais:

$$r_{jt} = r_a + \lambda_j(g_{jt-1}) \quad \lambda > 0 \quad (1)$$

Essa é a equação fundamental do modelo, que relaciona variações da produtividade  $r_{jt}$  para a região  $j$  no tempo  $t$ , com um componente exógeno  $r_a$ , e a taxa de crescimento do produto dessa mesma região mas no período imediatamente anterior ( $g_{jt-1}$ ). O coeficiente que faz a mediação entre a taxa de crescimento e o progresso tecnológico (tendo como *proxy* a variação da produtividade do trabalho) é  $\lambda_j$ , o “coeficiente de Verdoorn”. Como explicitado na seção anterior, esse é um coeficiente tecnológico, que expressa a parcela da inovação tecnológica endógena ao sistema econômico por estar diretamente associada à decisão sobre a escala de produção das empresas.

A segunda e terceira equações expressam o comportamento dos preços internos e a taxa de crescimento das exportações, respectivamente.

$$p_{jt} = w_{jt} - r_{jt} \quad (2)$$

$p_{jt}$  é a variação dos preços da região  $j$  no período  $t$ ;

$r_{jt}$  é a variação da produtividade do trabalho da região  $j$  no período  $t$ ;

$w_{jt}$  é a variação dos salários nominais da região  $j$  no período  $t$

$$x_{jt} = \eta_j(p_{wt} - p_{jt}) + \varepsilon_j(g_{wt}) \quad (3)$$

$x_{jt}$  é a taxa de variação das exportações do país  $j$  no período  $t$ ;

$(p_{wt} - p_{jt})$  é a diferença entre a variação dos preços estrangeiros e os preços do país j no período t;

$\eta_j$  é a elasticidade preço da demanda das exportações do país j e seu valor será menor que zero

$(\eta_j < 0)$ ;

$g_{wt}$  é a taxa de crescimento do resto do mundo;

$\varepsilon_j$  é a elasticidade renda das exportações do país j e será maior que zero ( $\varepsilon_j > 0$ ).

A equação (3) expressa o comportamento clássico da demanda por exportações de um país. A primeira parcela reflete aumentos na exportação advindos de ganhos de competitividade a partir do diferencial de preços. A segunda parcela da equação reflete aumentos decorrentes da expansão da demanda mundial, cuja *proxy* é a taxa de crescimento da economia mundial. Quanto mais diversificada a pauta de exportação no sentido de produtos industrializados, a tendência é que as elasticidades renda e preço sejam maiores, em módulo, do que 1. Uma característica dos países periféricos é que seu “processo de substituição de importações” não consegue atingir a pauta de exportações e existe a convivência entre um parque industrial focado para o mercado interno com uma pauta de exportações centrada em *commodities*.

A equação (4) reflete a hipótese kaldoriana de que uma característica fundamental dos países desenvolvidos – que já completaram seu processo de formação do “mercado interno” – é que a demanda por exportações é o principal componente autônomo da demanda agregada dos países e que a taxa de crescimento do produto está diretamente associado ao desempenho das exportações. O parâmetro que faz a mediação entre essas duas variáveis é maior do que zero  $\gamma_j > 0$  e, segundo Dixon, Thirlwall (1975), para os países desenvolvidos seu valor se aproxima de 1. Isso possui justificativa no argumento da dinâmica kaldoriana, na qual os países desenvolvidos já teriam completado seu processo de “substituição de importações” e consolidação do “mercado interno”. Nesse estágio de desenvolvimento, as variações na taxa de crescimento do produto são fortemente explicadas pelas taxas de crescimento das exportações.

$$g_{jt} = \gamma_j (x_{jt}), \quad (4)$$

Essa é uma formalização clássica do modelo kaldoriano e, considerando as quatro equações como um “sistema de equações em diferença”, a resolução do mesmo (Setterfield, 1997) indica que o comportamento da taxa de crescimento relativa ( $g_{jt} / g_{wt}$ ) ao longo do tempo dependerá do valor do produto entre os parâmetros  $\gamma_j$  (“elasticidade-exportação” do produto),  $\lambda_j$  (coeficiente de retornos

crescentes de escala) e  $\eta_j$  (elasticidade preço das exportações). Mais especificamente, se o produto entre esses parâmetros for maior de que 1 ( $\lambda_j \eta_j \gamma_j > 1$ ), a taxa de crescimento relativa aumentará indefinidamente no longo prazo, o que é um resultado contrário as evidências empíricas. Conforme Setterfield (1997), os casos mais interessantes ocorrem quando o produto entre esses parâmetros é menor ou igual a 1<sup>11</sup>. No caso de um resultado menor do que 1 ( $\lambda_j \eta_j \gamma_j < 1$ ), a tendência é que a taxa de crescimento atinja um valor de equilíbrio. No caso de  $\lambda_j \eta_j \gamma_j = 1$ , a equação que descreve o comportamento da taxa ao longo do tempo adquire uma raiz unitária, o que implica que, no longo prazo, ocorrerão acréscimos cada vez maiores ao valor de equilíbrio. Essa situação é a que mais se aproxima do processo de “causação cumulativa” descrita por Kaldor (1966) e que caracterizaria o crescimento econômico dos países. O *modus operandi* do princípio de “causação cumulativa”, de inspiração em Myrdal (1960), é a presença do coeficiente de “Verdoorn”. Qualquer aumento exógeno na demanda implica em aumentos na produção que, via retornos crescentes de escala, implica em aumentos na produtividade. Esses ganhos de produtividade aumentarão o diferencial competitivo – via redução dos preços internos – o que estimulará novos acréscimos na demanda, realimentando o processo de crescimento econômico.

Os parâmetros mais importantes para o comportamento da taxa de crescimento relativa ao longo do tempo são o coeficiente de Verdoorn, a elasticidade renda das exportações e a “elasticidade exportação” do produto. Uma hipótese interessante defendida por Setterfield (1997) é que existem fontes para os retornos crescentes intangíveis – tais como as economias de aprendizado -, mas também existe uma série de fatores tangíveis que contribuem para as “economias de escala dinâmicas”. Nas palavras de Setterfield (1997, p371-372): “(...) a region may also need to accumulate specific types of tangible fixed capital or specific organization forms in order to realize certain types of scale economies.” Assim, a trajetória passada da economia e suas “capacitações institucionais” são fatores que determinam o valor do coeficiente de Verdoorn, ou em outras palavras, determinam a capacidade de uma economia gerar retornos crescentes a partir do crescimento econômico. Matematicamente, a inovação que o modelo coloca em relação às formalizações tradicionais é supor que o parâmetro  $\alpha$  sofre acréscimos ao longo do tempo dados pela seguinte equação:

$$D\alpha = \sum_{i=0}^{t-1} f'_{ji} \cdot dY_j t_i \quad (5)$$

<sup>11</sup> Esse resultado foi indicado na formalização de Dixon & Thirlwall (1975).

$D\alpha$  = variações no valor do coeficiente de Verdoorn;

$f_{\mu}$  = é a elasticidade do coeficiente de Verdoorn em relação à taxa de crescimento do produto;

$dY_j/t_{\mu}$  = diferença (ou desvio) da taxa de crescimento da região j em relação à sua trajetória de longo prazo.

Um argumento chave é o que Setterfield (1997) denomina de “*interrelatedness*”. Esse fenômeno refere-se às interrelações entre fatores produtivos, instituições, “componentes do processo de produção”, que são construídas em uma economia e reforçam a dependência do sistema produtivo de uma tecnologia dominante. Assim, à medida que um paradigma tecnológico se consolida no sistema econômico, as interrelações entre os agentes aumentam, aumentando também os custos para internalizar inovações tecnológicas. O resultado é um esgotamento dos retornos crescentes dinâmicos ao longo do tempo. Para impedir essa estagnação do valor de  $\alpha$ , Setterfield (1997) ressalta a necessidade não apenas de mudanças na técnica, mas principalmente mudanças institucionais que permitam o surgimento de “novas indústrias” capazes de renovar os retornos crescentes dinâmicos. Essa é uma conexão interessante com a discussão de sistemas nacionais de inovação que, no modelo, tem expressão matemática na trajetória do valor do coeficiente de Verdoorn. Para que ele aumente de nível é essencial que a os agentes desloquem a “curva de retornos crescentes dinâmicos” a partir de inovações institucionais. Construir um sistema nacional de inovação que seja eficiente no processo de inovação tecnológica e ainda possua a capacidade de se “reinventar”, com instituições que possam se adaptar a novos paradigmas e trajetórias tecnológicas, é o maior desafio dos países que desejam se manter na liderança (Nelson, 1993). Estimar esse “esgotamento dos retornos crescentes dinâmicos” para diferentes países pode se constituir em uma *proxy* dessa “flexibilidade institucional” para sistemas nacionais de inovação. A discussão sobre as condições para o surgimento de “novas mercadorias”, mais intensivas em tecnologia e que renovem os retornos crescentes dinâmicos pode ser ampliada com alguns modelos analíticos desenvolvidos a partir da contribuição de Dosi, Pavitt, Soete (1990), que será explicitada no item seguinte.

#### 1.4 Especializações produtivas, comércio exterior e hiatos tecnológicos

O modelo de Dosi, Pavitt, Soete (1990) busca relacionar três elementos fundamentais de uma economia: a especialização produtiva, dinâmica tecnológica e o desempenho do comércio exterior. A dinâmica entre esses elementos é fundamental para explicar o desempenho macroeconômico dos países e, mais especificamente, os diferenciais nas taxas de crescimento. Nesse sentido, explorar esse modelo é importante, pois ele estabelece analiticamente uma mediação teórica que é indicada na literatura kaldoriana como central para explicar as restrições no crescimento dos países.

Um argumento inicial é de que, em uma economia aberta, a produção de cada país depende de uma “divisão internacional do trabalho” advinda de determinadas especializações produtivas e dos termos de troca. Supondo inicialmente que os termos de troca são estáveis ao longo do tempo (hipótese também adotada pelos modelos kaldorianos tradicionais), o primeiro passo do modelo é explicar como são determinadas as especializações produtivas dos países. Para tanto, os autores recorrem a uma estrutura teórica “ricardiana”, na qual as produtividades relativas do trabalho são o principal componente para determinar a oferta de produtos de cada país.

Um elemento interessante do modelo é que para cada mercadoria estão associadas elasticidades preço e renda diferentes. Nesse sentido, cada país apresentará uma função demanda pelos seus produtos que depende da sua especialização produtiva (da “cesta de mercadorias” que o país oferta no mercado internacional) e, conseqüentemente, do conjunto de elasticidades associadas a essa especialização produtiva. Esse argumento aumenta a proximidade do modelo com as “escolas estruturalistas” cepalinas e os modelos de crescimento com restrição no balanço de pagamentos, os quais possuem muita ênfase no papel das elasticidades no desempenho do comércio exterior. A “Lei de Thirlwall” (McCombie, Thirlwall, 1994), em condições de taxas de câmbio reais constantes e sem fluxo internacional de capitais, determina que a taxa de crescimento do “sul” em relação ao “norte” é igual à relação entre as elasticidades renda das exportações e importações do sul. Essa é uma conclusão muito importante dos modelos kaldorianos tradicionais e que atribui um papel fundamental às elasticidades.

Assim o modelo de Dosi, Pavitt, Soete (1990) possui como pilares a relação causal entre hiatos tecnológicos (tendo como *proxy* as produtividades relativas do trabalho) determinando especializações produtivas, e as elasticidades resultantes dessas especializações condicionando o desempenho macroeconômico através das restrições no balanço de pagamentos. Os autores listam “cinco propriedades fundamentais de um sistema econômico moderno” (Dosi, Pavitt, Soete, 1990, p. 203):

1. Diferentes mercadorias mostram um amplo conjunto de elasticidades preço e renda;
2. A taxa de crescimento da economia não é restringida pela oferta de trabalho, mas pelos requerimentos do balanço de pagamentos;
3. Para um dado estado da tecnologia, a taxa de utilização da força de trabalho é determinada pelos níveis da atividade macroeconômica;
4. Taxas de salário são também determinadas por fatores institucionais, os quais possuem graus de liberdade em relação às condições prevalentes no mercado de trabalho;
5. Processos microeconômicos de mudança tecnológica são de “racionalidade limitada”, com a presença de diversos tipos de firmas e caracterizada por muitos erros. A mudança tecnológica não pode ser compreendida através de propriedades de um “estado estacionário” com agentes representativos que formam “expectativas tecnológicas racionais”.

É interessante observar como essas cinco propriedades distanciam o modelo de construções teóricas ortodoxas, tanto do ponto de vista da determinação do produto e emprego, como dos determinantes da inovação tecnológica. As propriedades (2) e (3) podem ser denominadas de “hipóteses keynesianas”, pois estabelecem que o desempenho macroeconômico será determinado pelas “condições de demanda”, especialmente o nível de utilização da força de trabalho e as possibilidades de crescimento em uma economia aberta.

A propriedade (2) faz uma conexão teórica direta como os modelos de crescimento “orientados pela demanda”. Como discutido nos itens anteriores, tais modelos atribuem às restrições no Balanço de Pagamentos o principal determinante do desempenho macroeconômico dos países. Interessante observar que essa conclusão dos modelos de crescimento kaldorianos é adotada por Dosi, Pavitt, Soete (1990) como uma característica basilar de qualquer sistema econômico moderno, ou seja, como uma hipótese que deve se articular com as demais para explicar o funcionamento geral do sistema. Nesse sentido, o modelo proposto por Dosi, Pavitt, Soete (1990) busca ser mais geral do que os modelos de crescimento anteriores, pois a restrição no Balanço de Pagamentos é uma característica inerente ao sistema econômico, mas que, isoladamente, não sintetiza sua dinâmica e tão pouco pode ser entendida sem as relações causais com as demais propriedades. Em resumo, uma conclusão da literatura de crescimento keynesiana foi incorporada ao modelo com o papel de uma hipótese, atribuindo-lhe, portanto, uma função específica em uma estrutura teórica mais geral.

Em relação à propriedade (3), qualquer modelo de estrutura ortodoxa apresentaria uma relação de causalidade contrária: as condições de oferta e demanda por trabalho (que é derivada, nos modelos ortodoxos, a partir da função de produção agregada) determinariam os níveis de emprego e produto

agregados. A propriedade (3) deixa muito claro que, para Dosi, Pavitt, Soete (1990), a causalidade é keynesiana: o nível de atividade econômica determina a taxa de utilização da força de trabalho.

A propriedade (4) estabelece que a visão sobre o mercado de trabalho também distancia o modelo de estruturas teóricas ortodoxas, nos quais a perfeita flexibilidade de preços e salários permite ao mercado conduzir a economia ao pleno emprego. Para Dosi, Pavitt, Soete (1990), características institucionais são relevantes para determinar a taxa de salário, especialmente a presença de uma taxa mínima socialmente aceitável que está associada a um “desemprego máximo socialmente aceitável” (Dosi, Pavitt, Soete, 1990, p. 206).

A propriedade (5) sintetiza o contexto teórico neoschumpeteriano no qual o modelo está inserido. O progresso tecnológico não é de forma alguma entendido como um “bem público” e com informação perfeita, disponível para todas as firmas e países. Ao contrário, a inovação tecnológica é caracterizada por um forte componente de incerteza, no sentido de que não é possível estabelecer uma distribuição de probabilidade objetiva para o resultado final dos esforços de inovação. Assim, o comportamento do agente não pode ser descrito da maneira tradicional ortodoxa, no qual a racionalidade instrumental se traduz na escolha de uma tecnologia que é a melhor opção disponível, em termos de maximização de lucros, e cujo resultado final é conhecido por todos.

A atividade de inovação tecnológica é descrita como um processo de “busca e seleção” no qual os agentes podem conhecer a trajetória passada das inovações e os principais problemas tecnológicos que limitam o surgimento de novos produtos e processos. No entanto, mesmo com trajetórias tecnológicas conhecidas, os agentes jamais conhecem o resultado final dos seus esforços de inovação. Assim, processo é suscetível a diversos erros que mudam constantemente a estrutura interna dos agentes e dos mercados e a eficiência de uma escolha somente é conhecida *a posteriori* no “tempo cronológico”, e não *a priori* como estabelece o “tempo lógico” dos modelos ortodoxos.

A propriedade (1), como citado anteriormente, explicita a proximidade teórica do modelo com construções “estruturalistas” que enfatizam a importância das elasticidades preço e renda para a dinâmica não apenas do balanço de pagamentos dos países, mas principalmente para a relação “centro-periferia” e as condições de mudança de estruturas econômicas subdesenvolvidas (Prebisch, 1949). Apesar do modelo de Dosi, Pavitt, Soete (1990) não fazer referência explícita a autores cepalinos, a importância das elasticidades para a dinâmica econômica entre países é uma semelhança teórica entre os dois modelos e, em ambos, as elasticidades resultam de especializações produtivas. Uma diferença importante é que o modelo de Dosi, Pavitt, Soete (1990) usará, explicitamente, um arcabouço analítico “ricardiano” para explicar as diferenças entre as

especializações produtivas, enquanto os modelos cepalinos recorrem a explicações “histórico-estruturalistas” (Furtado, 2003) para explicar as assimetrias entre as estruturas produtivas de países capitalistas desenvolvidos e subdesenvolvidos.

O próximo item descreverá como as especializações produtivas são determinadas a partir de um “mecanismo ricardiano” de vantagens comparativas relativas, que são medidas como as produtividades relativas do trabalho na produção das mercadorias. O país que possui uma produtividade do trabalho relativamente maior do que o outro país se especializa na produção da mercadoria. Esse mecanismo simples de determinação das especializações produtivas, de natureza ricardiana, também permite ao modelo de Dosi, Pavitt, Soete (1990) estabelecer outra conexão teórica com a literatura neo-schumpeteriana de inovação tecnológica, mais especificamente com os modelos conhecidos como de “*catching up*”. Como descrito anteriormente, esses modelos supõem que o hiato tecnológico entre os países, medido também a partir das produtividades relativas do trabalho, não são estáticos ao longo do tempo. Esse hiato pode ser reduzido se o país “atrasado tecnologicamente” obtiver sucesso no processo de imitação/aprendizado tecnológico e conseguir absorver as tecnologias do país líder a um custo relativo menor e a uma velocidade maior do que o líder consegue sucesso em “novas trajetórias tecnológicas”. Aceitando a suposição ricardiana de que esse hiato tecnológico – as produtividades relativas do trabalho – também é responsável pela especialização produtiva dos países, à medida que os “seguidores” obtêm sucesso no processo de *catching up*, ocorrem também transformações na sua estrutura econômica. Associando essa causalidade às propriedades (1) e (2), que falam especificamente das elasticidades preço e renda relacionadas às diferentes especializações produtivas, e do balanço de pagamentos como principal restrição ao crescimento econômico, pode-se inferir que mudanças nas produtividades do trabalho através do aprendizado tecnológico permitem uma mudança estrutural nas elasticidades, o que modifica positivamente a participação do país no comércio internacional, permitindo assim um maior crescimento econômico.

Do ponto de vista analítico, o modelo de Dosi, Pavitt, Soete (1990) estabelece pontos de interseção e conexões teóricas entre modelos que não se articulavam, a saber: o modelo ricardiano de vantagens comparativas, a literatura neo-schumpeteriana de hiatos tecnológicos e os modelos de crescimento estrangido pelo balanço de pagamentos. É importante ressaltar que esse é um avanço teórico significativo, pois evidencia os “mecanismos de transmissão” da imitação tecnológica, especializações produtivas e teoria do crescimento, sem, no entanto, realizar uma análise de possíveis “pontos de atrito” entre essas relações de causalidade. Mais especificamente, a mediação entre mudança no hiato e padrão de comércio internacional é feita de forma direta, ou seja, supõe-se

que o progresso tecnológico alcançado por um sistema econômico nacional necessariamente mudará a pauta de exportações desse país. Não existem considerações semelhantes à discussão cepalina (Prebisch, 1949; 1950) no sentido da existência de uma “dualidade estrutural” em países subdesenvolvidos, nos quais setores produtivos “modernos” do ponto de vista tecnológico convivem com setores “atrasados”, com presença não apenas no mercado interno, mas também com forte participação na pauta exportadora desses países. Em síntese, no modelo de Dosi, Pavitt, Soete (1990) a relação é imediata: sucesso no processo de inovação tecnológica implica em mudanças quantitativas e qualitativas na demanda externa pelos bens domésticos.

### 1.5 Especialização ricardiana, elasticidades e crescimento econômico

O modelo de Dosi, Pavitt, Soete (1990) possui inspiração nas modelagens propostas ao modelo ricardiano de comércio entre dois países, mais especificamente na concepção analítica proposta por Dornbusch, Fisher, Samuelson (1977). Uma característica importante do modelo é a existência de dois grupos de *commodities*, o primeiro grupo denominado de “*commodities* ricardianas” e um segundo grupo de “*commodities* inovadoras”. A diferença entre ambos é que os efeitos da inovação sobre produto se concentram no segundo grupo e, por hipótese, em um modelo com dois países, apenas um país se constituirá no “centro inovador de produtos”. A distribuição das especializações produtivas para as *commodities* ricardianas será determinada a partir das vantagens relativas do trabalho de cada país, e nesse caso a estrutura ricardiana será muito útil ao modelo. Assim, duas questões importantes devem ser enfatizadas:

- O conceito de “*commodities*” para o modelo são aquelas mercadorias para as quais não existe uma dinâmica para inovação do produto final. **Toda a estrutura analítica que será demonstrada aplica-se a esse grupo de mercadorias.** As inovações no processo produtivo podem ocorrer, e se refletirão na alteração das produtividades relativas do trabalho na produção de cada commodity.
- Apesar da impossibilidade de agregar valor às *commodities* através da inovação, existem **diferenças estruturais entre as *commodities* refletidas pelas diferenças nas elasticidades.** Esse último aspecto é importante porque na literatura de modelos “Norte-Sul” ou “modelos de crescimento estruturalistas” as diferenças nas elasticidades são significativas entre as *commodities* e as não *commodities*. Nesse modelo, existem diferenças nas elasticidades preço e renda dentro do conjunto de “*commodities* ricardianas”. Assim, mesmo

sem a existência de uma dicotomia “centro-periferia” na inovação, hiatos de crescimento e restrições na balança comercial podem ocorrer.

O modelo supõe a existência de dois países (A e B) e, em sua versão mais simplificada, supõe que ambos produzem somente *commodities*. O único fator de produção é o trabalho, e os coeficientes de produção (requerimentos de trabalho para produzir uma unidade da commodity) são definidos, para o país A, como  $a_1, a_2 \dots a_n$ , onde os índices 1 a n são os indexadores de cada commodity. Os coeficientes de produção para o país B são definidos como  $a_1^*, a_2^* \dots a_n^*$ . Por definição, as produtividades relativas são definidas tendo como referência o país A ( $a_n^*/ a_n$ ), e desse modo, quanto maior o valor dessa fração, maior será a vantagem relativa do país A na produção da commodity correspondente. O modelo também supõe que o índice das *commodities* varia em um intervalo contínuo de zero a um, representado por uma variável  $z$ . Para Porcile, Cimoli (2007, p. 296) a variável  $z$  representa a proporção de *commodities* produzidas no país A em relação ao total de bens, e por isso o seu intervalo de variação está entre zero e um. Dessa forma define-se a função:

$$A(z) = a^*(z) / a(z), \text{ com } A'(z) < 0 \quad (6)$$

Essa função define o valor das vantagens relativas e, em consequência, a especialização internacional entre os dois países. Quanto maior o valor de  $A(z)$ , significa que a commodity será produzida no país A. Mas qual é o valor crítico de  $A(z)$ , a partir do qual as *commodities* serão produzidas no país B? Como o modelo básico supõe a existência apenas do fator de produção trabalho, os custos de produção de 01 unidade da *commodity*  $z$ , nos países A e B respectivamente, são dados por:

$a(z) \cdot w$  onde  $w$  = taxa de salário no país A;

$a^*(z) \cdot w^*$  onde  $w^*$  = taxa de salário no país B.

As vantagens comparativas para um país implicam em custos de produção menores de determinada mercadoria. Nesse sentido, outra forma de expressar essas vantagens é através das seguintes desigualdades:

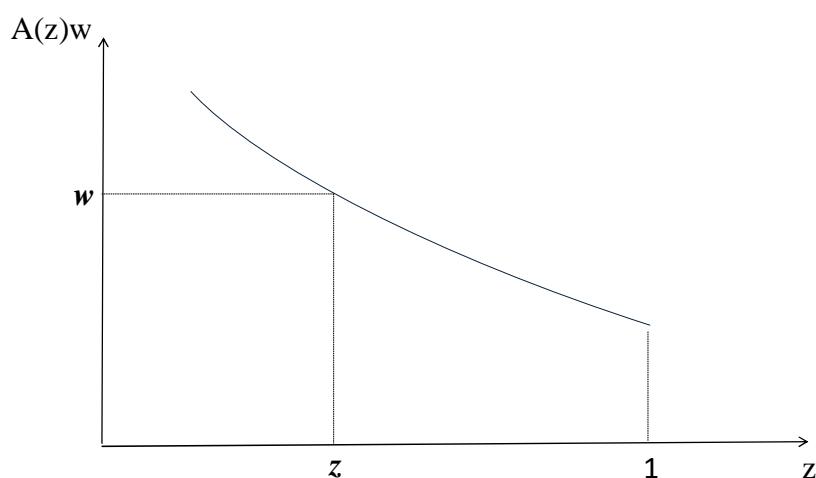
$$a(z) \cdot w < a^*(z) \cdot w^* \text{ (vantagem comparativa para o país A);} \quad (7)$$

$$a(z) \cdot w > a^*(z) \cdot w^* \text{ (vantagem comparativa para o país B).} \quad (8)$$

O valor crítico para  $z$  (indicado por  $\mathbf{z}$ ) será determinado no ponto na qual a vantagem comparativa se iguala à relação de salários entre os dois países ( $a^*_{(z)} / a_{(z)} = w / w^*$ ). Denominando  $\mathbf{w}$  como sendo a relação entre os salários, temos que:

$A^{-1}(\mathbf{z}) = \mathbf{w}$ . O ponto crítico dependerá das produtividades relativas e da taxa de salário relativo.

Dessa forma, o país A produzirá *commodities* que vão de 0 a  $\mathbf{z}$ , enquanto o país B produzirá as *commodities* de  $\mathbf{z}$  a 1, tal qual como representado pela figura 1 abaixo:



Fonte: Dosi, Pavitt, Soete (1990)

**Figura 1:** Produtividades relativas do trabalho e um *continuum* de especializações produtivas

Importante ressaltar que no modelo de Dosi, Pavitt, Soete (1990), diferente de outros modelos de orientação neoclássica, o comércio internacional não conduz a uma igualação entre as taxas de salário dos dois países. Essas taxas dependem de fatores institucionais do mercado de trabalho, especialmente às relacionadas ao “desemprego socialmente aceitável”, que podem ser diferentes entre países, principalmente se eles estão em estágios diferentes no seu processo de desenvolvimento.

Assim, dadas as taxas salariais e as produtividades relativas na produção das *commodities* nos dois países, através de um mecanismo de “alocação ricardiana” (expresso pelas desigualdades 7 e 8), é possível definir as especializações produtivas de cada país. O próximo passo do modelo é definir o tamanho do produto de cada economia através do que os autores denominam de “(...) link between

the conditions for international specialisation and a ‘Keynesian’ determination of the levels of activity.” (Dosi, Pavitt, Soete, 1990, p. 203). Esse “link” entre uma “eficiência microeconômica” e a “dinâmica macroeconômica” se expressa através das restrições na Balança Comercial dos dois países. Mais especificamente, cada país possui uma função de demanda externa (demanda pelas *commodities* produzidas pelo outro país), que será ponderada pelas elasticidades preço e renda de cada commodity, e pelo tamanho do produto (Y) da economia doméstica. A condição de restrição ao crescimento pela balança comercial será dada pela igualdade abaixo:

$$Y^* \cdot \int_0^z \theta^*(z) dz = Y \cdot \int_0^1 \theta(z) dz \quad (9)$$

Cada um dos lados da igualdade representa a proporção da renda que é gasta com importações do outro país. Assim, o hiato entre o produto no modelo de dois países será determinado pela demanda total relativa por importações de *commodities* de cada país, supondo a existência de um equilíbrio na balança comercial. Supondo também que as produtividades e elasticidades das *commodities* são constantes no modelo, pode-se escrever que:

$$Y / Y^* = \psi^*(z, w) / \psi(z, w) \quad (10)$$

Onde  $\psi^*$  e  $\psi$  correspondem às integrais da equação (9).

O produto relativo entre os países A e B resulta de um padrão de especialização internacional ( $z$ ) que, como visto anteriormente, depende das produtividades relativas e da taxa de salário relativa ( $w$ ). A determinação do emprego agregado em cada país é relativamente simples, a partir das equações:

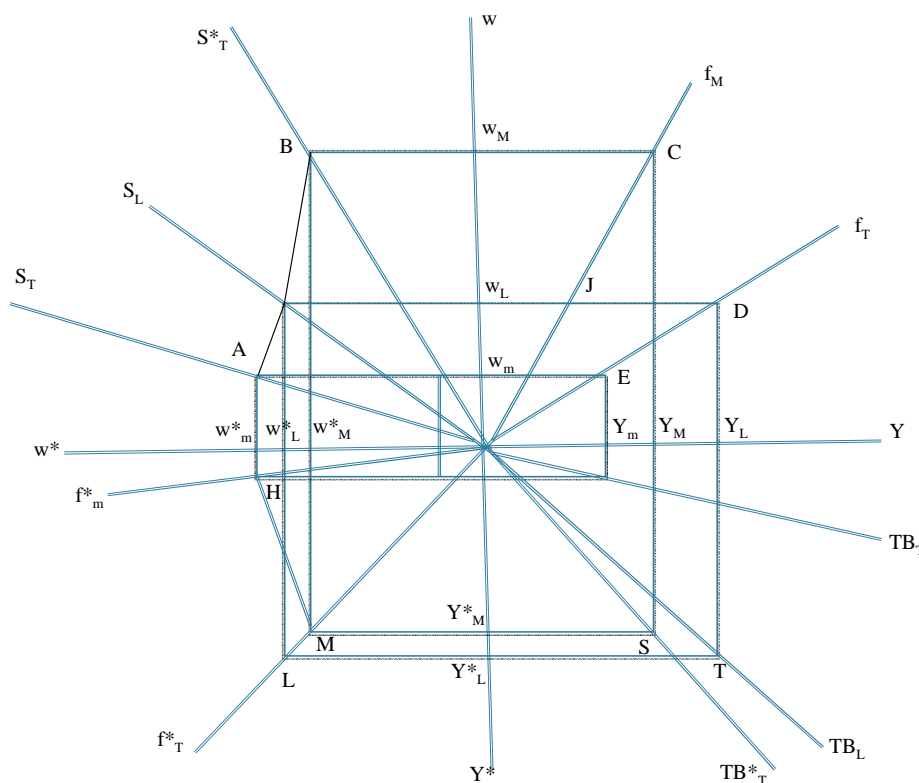
$$Y = wN \quad (11.1)$$

$$Y^* = w^*N^* \quad (11.2)$$

Onde  $w$  e  $w^*$  e  $N$  e  $N^*$  são os salários e o nível de emprego nos países A e B respectivamente. Interessante observar que a equação (10) possui uma implicação muito próxima da chamada “Lei de Thirlwall” (McCombie, Thirlwall, 1994), na qual a taxa de crescimento depende da relação entre a taxa de crescimento das exportações e a elasticidade-renda das importações.

Assim, o modelo de Dosi, Pavitt, Soete, (1990) possui um sistema de equações composto pelas equações (7), (8), (9), (10), (11.1) e (11.2). Um conjunto de possíveis soluções para o sistema será encontrado supondo como dados as produtividades relativas, as elasticidades associadas às

*commodities* e a taxa de salário relativa. Além disso, existirão valores limites para o salário em cada país, determinado por instituições do mercado de trabalho, e para o nível mínimo e máximo de utilização da força de trabalho. Dessa maneira definem-se limites para o sistema conectados com características estruturais de cada país. A figura 2 abaixo representa graficamente esse conjunto de soluções:



Fonte: Dosi, Pavitt, Soete, 1990

**Figura 2:** Conjuntos de possibilidade salário/renda, com assimetrias tecnológicas e restrições na balança comercial

A linha  $S_T$ , posicionada no quadrante superior esquerdo, indica as combinações possíveis de salário para uma dada especialização produtiva. Supondo também que o preço das *commodities* e a taxa de câmbio real sejam constantes, aumentos de salário no país doméstico, sem que aconteça um aumento proporcional no salário do país estrangeiro, implica em uma “desvantagem de custos”, o que levará a uma mudança na especialização. Em outras palavras, sempre que ocorrer aumentos salariais no país A, a linha  $S_T$  se deslocará no sentido horário, expressando uma mudança na especialização relativa, com um aumento do número de *commodities* produzidas no país B e uma redução na “diversificação produtiva” do país A.

Existe um intervalo no qual o país A pode aumentar seu salário, de  $w_m$  para  $w_L$  (e analogamente para o país B, de  $w_m^*$  até  $w_L^*$ ), e, mesmo com redução na sua diversificação produtiva, obter aumentos no seu produto. Isso pode ser explicado pelo aumento da demanda externa no país B, em função do crescimento econômico advindo pela mudança na especialização, o que diminui as restrições na balança comercial para o país A (aumenta a demanda de B por *commodities* produzidas em A). Assim, nesse intervalo de salários de  $w_m$  até  $w_L$ , o país A pode diminuir suas vantagens comparativas e, mesmo assim, atingir um produto maior. Importante notar que a viabilidade desses mecanismos depende de uma mudança na especialização produtiva através da mudança de salários e, **no modelo, existe necessariamente um *trade-off* entre os salários dos países.**

Mas aumentos a partir de  $w_L$  proporcionam redução no produto em A, em função de um aumento na demanda externa desse país sem uma contrapartida no aumento das exportações. Reduções do salário em B também são acompanhadas de queda do produto nesse país, pois a diminuição da capacidade exportadora em A limita o crescimento em B, apesar de uma diversificação da pauta de exportação desse último. Interessante notar que a interdependência no crescimento dos dois países proporcionada pela necessidade de equilíbrio na balança comercial, faz com que a situação de “auto-suficiência” produtiva não seja uma situação desejável para nenhum país. A mudança na especialização produtiva a favor do país estrangeiro (menos desenvolvido) permite um “ciclo virtuoso de crescimento”, pois amplia a capacidade desse último de importar, favorecendo o crescimento do país doméstico (mais desenvolvido). No entanto, existem limites claros para a redução no hiato de crescimento a partir de mudanças no salário relativo.

Nesse ponto, o modelo de Dosi, Pavitt, Soete (1990) possui uma diferença importante para o modelo de Kaldor (1966). Nesse último, aumentos de salário, em países com seu processo de desenvolvimento incompleto, atraíam a força de trabalho para os setores “modernos”, urbano-industriais, o que permitia uma ampliação do mercado interno e, através do mecanismo multiplicador-acelerador keynesiano, ocorriam aumentos na demanda por bens e serviços. Esse aumento de demanda permitia o surgimento de “economias de escala”, o que ampliava a produtividade do trabalhador no setor industrial e realimentava o processo de migração da força de trabalho e crescimento econômico de um país. No modelo de Dosi, Pavitt, Soete, (1990), esse mecanismo keynesiano de crescimento do produto proporcionado por aumentos no salário da força de trabalho (observado ao longo das linhas ML para o país B e ED para o país A) **acontece até o limite determinado pelo par  $w_L$  e  $w_L^*$  e não pode ocorrer simultaneamente nos dois países.** Os mecanismos de alocação a partir da “eficiência ricardiana” predominam, e para que ambos cresçam

necessariamente o salário em um dos países deverá cair para que se modifique o padrão de especialização. Dosi, Pavitt, Soete, (1990) indicam os pontos representados pelas linhas ML e ED como aqueles nos quais pode ocorrer um “crescimento eficiente”, ou seja, são pontos de combinação entre mudanças na especialização produtiva e crescimento econômico. Mas, por que não é possível perpetuar um “crescimento eficiente” com salários acima de  $w_L$  para o país A ou  $w^*_L$  para o país B?

Nesse ponto o modelo possui um diálogo muito forte com os modelos de crescimento restringidos pelo comércio exterior. À medida que o país reduz qualitativamente sua estrutura produtiva (através dos mecanismos ricardianos), ocorrem dois efeitos simultâneos: aumenta a sua dependência de importações e diminui sua capacidade exportadora. As restrições na Balança Comercial serão, portanto, decisivas para limitar o crescimento do produto.

É possível verificar na figura 2 que, caso o país A decida elevar seu salário de  $w_L$  até o salário maior  $w_M$  haverá um aumento no desemprego em função da redução do número de setores existentes dentro do país (mudança desfavorável na especialização). Além disso, aumentam também as restrições no tamanho do produto, pois a mudança na especialização produtiva aumenta a dependência das importações, e para a manutenção do equilíbrio na balança comercial, a redução na demanda externa total ocorrerá através de um “ajuste recessivo”, ou seja, redução no produto. Interessante notar que, diferentemente dos modelos de comércio internacional ortodoxos que também se utilizam de uma estrutura analítica ricardiana para definir padrões de comércio, o modelo de Dosi, Pavitt, Soete (1990) incorpora a impossibilidade de um crescimento econômico sustentável temporalmente quando se especializa em apenas uma, ou poucas *commodities*. A heterogeneidade estrutural na produção de diferentes *commodities*, refletida em diferentes elasticidades preço e renda, é o elemento teórico fundamental que permite o modelo trabalhar com uma estrutura de “alocação ricardiana” e, ainda assim, indicar restrições ao crescimento quando se diminui, qualitativamente, a pauta de exportação de um país.

Assim, para o modelo de Dosi, Pavitt, Soete (1990) existe um intervalo pequeno no qual pode ocorrer o “crescimento eficiente” para os dois países (entre  $w_m/w^*_m$  até  $w_L/w^*_L$ ) e, acima do par de salário limite, as transformações podem ser eficientes do ponto de vista alocativo, mas as mudanças estruturais nas economias e as consequentes restrições na balança comercial impõem limites claros para a redução do hiato do produto entre os dois países.

A linha AB na figura 2 mostra todas as especializações produtivas possíveis em função dos limites socialmente determinados às taxas de salário e aos níveis máximos de desemprego. Uma vez

atingido o nível de renda máxima  $Y_L$  e  $Y^*_L$ , quais são as alternativas para ampliar o crescimento da renda? Ou, quais são as alternativas para ampliar os limites mínimos do salário compatíveis com as especializações produtivas? Uma alternativa possível seria alterando o preço das *commodities* através de mudanças na taxa de câmbio real. No entanto, o modelo supõe que a hipótese é de que o progresso tecnológico, expresso por aumentos na produtividade do trabalho, é a maneira mais eficiente para proporcionar elevações das taxas salariais. Dessa forma o progresso tecnológico para os dois países deslocaria a linha AB “para cima e para a direita”, ampliando as possibilidades de salários e produto para as mesmas especializações produtivas. Os autores argumentam que essa possibilidade de crescimento no modelo configura uma “dominância tecnológica” sobre os mecanismos de alteração das vantagens comparativas mudando-se apenas as taxas de salário. Se determinadas condições prevalecerem sobre o sistema (sistema econômico “*tight*”), a linha AB será muito pequena, resultando em um conjunto pequeno de combinações  $w/Y$  para o “crescimento eficiente”. Nessas condições, somente o progresso tecnológico seria capaz de proporcionar ganhos significativos de salário e produto deslocando a curva AB. Se o progresso técnico for estacionário e idêntico para os dois países, é possível ocorrer crescimento econômico sem mudar a especialização produtiva entre os países, pois as produtividades relativas não se alterariam.

Outro ponto importante de conexão teórica do modelo com mecanismos keynesianos de determinação da renda ocorre quando se considera situações nas quais os salários estão fixos e, portanto, as especializações produtivas estão constantes. Mesmo nessa situação, existe uma indeterminação sobre o produto de equilíbrio. A figura 2 auxilia a compreender esse ponto. Suponha que o par de salários seja  $w_L/w^*_L$ . O conjunto de produtos possíveis associados a esses salários são indicados, no país A, pela linha horizontal JD, e no país B, pela linha vertical HL. Os limites para esses conjuntos, em cada país, são dados pelos respectivos pontos de “máximo desemprego socialmente aceito” e pelo pleno emprego. Para Dosi, Pavitt, Soete (1990), o produto de equilíbrio será determinado por “mecanismos keynesianos de administração da demanda”, sendo que, quanto maior o nível de demanda agregada interna, maior o produto final. Importante notar que esse crescimento econômico, ao longo das linhas JD e HL, (sem alterações no par de salários), pode ocorrer simultaneamente nos dois países. O crescimento econômico de um país amplia a sua demanda externa e, conseqüentemente, amplia a capacidade de crescimento do outro. O crescimento de um país impulsiona o comércio exterior do outro, o que diminui as restrições da balança comercial. É possível observar através da figura 2 que esse crescimento condicionado pela demanda pode ocorrer para quaisquer pares de salários que se mantenham constantes. No entanto, como descrito anteriormente, o crescimento do produto a partir de uma alteração nos salários implica necessariamente em *trade-offs*, seja entre os salários dos dois países (no intervalo entre  $w_m$

até  $w_L$ , aumentos do salário em A implicam necessariamente um salário menor em B) ou entre salário e produto de um mesmo país, mais especificamente os aumentos de salário acima de  $w_L$  no país A. Nas palavras de Dosi, Pavitt, Soete (1990, p. 211):

There is, however, an important difference between these Keynesian and Ricardian adjustment process. The former are straightforward positive- (or negative-) sum games: everyone gains as, for example, in the movement from J towards D in country A and from H to L in country B, or everyone loses, as in the case of movements in the opposite direction. Ricardian processes, on the other hand, do involve trade-offs: there is certainly a trade-off between wage and income levels.

O modelo sintetizado de Dosi, Pavitt, Soete (1990) e acrescido de elementos analíticos importantes apresentados por Porcile, Cimoli (2007) permite visualizar que a especialização produtiva dos países depende das produtividades relativas (representadas pela curva AA) e das taxas relativas de salário (representadas pela curva WW). Assim, para responder a questão essencial, “o que provoca mudanças na estrutura produtiva dos países?”, é importante explicitar as variáveis que influenciam no comportamento das duas curvas.

## **1.6 Mudanças na especialização produtiva e progresso tecnológico**

Como explicitado no item anterior, as vantagens comparativas são definidas a partir das produtividades relativas do trabalho e uma questão teórica essencial é explicar as conexões entre mudança nas vantagens relativas – que determinam as especializações produtivas – e progresso tecnológico.

Porcile, Cimoli (2007) sugerem duas hipóteses para explicar essas conexões. A primeira delas, inspirada em Fagerberg (1988) e Verspagen (1993) é de que o hiato tecnológico, medido pelo estoque de conhecimento relativo entre os dois países (norte e sul), possui um papel importante na capacidade do Sul (por definição o país tecnologicamente atrasado) em absorver, através do processo de aprendizado tecnológico, as inovações produzidas pelo norte e modificar suas vantagens relativas. Essa hipótese está fortemente conectada com os modelos de “*catching up*” apresentados anteriormente, nos quais o estoque de conhecimento científico de um país é uma condição necessária (mas não suficiente) para que ele possa acelerar seu processo de absorção das inovações produzidas pela “liderança tecnológica”. Assim, na análise proposta por Porcile, Cimoli (2007), o valor absoluto do hiato tecnológico (G) possui uma relação negativa com as vantagens

comparativas do sul, pois quanto maior o hiato, maiores serão as dificuldades do sul de incorporar as tecnologias de setores mais diversificados e, como consequência, mais favorável será a especialização produtiva para o norte.

Além de estabelecer uma conexão teórica entre o modelo de Dosi, Pavitt, Soete (1990) e os modelos neoschumpeterianos de *catching up* e sistemas nacionais de inovação, Porcile, Cimoli (2007) estabelecem uma segunda hipótese importante para explicar o comportamento das vantagens relativas, especialmente para explicar a inclinação negativa que a curva AA possui. A hipótese é de que o Sul, que por definição é o país atrasado tecnologicamente, possui uma dificuldade estrutural de produzir bens com intensidade tecnológica maior. Isolando o efeito do *catching up* (mantendo o valor do hiato constante), isso significa dizer que o Sul não consegue utilizar tecnologias associadas a uma maior diversificação produtiva de maneira tão eficiente como o Norte. Em outras palavras, por mais que diversifique sua produção de *commodities* (aumente o valor de  $z$ ), utilizando a mesma tecnologia do país líder, o Sul não consegue atingir produtividades do trabalho idênticas ao que o Norte possui.

Essa hipótese é muito importante porque implica em uma conexão teórica com os modelos “estruturalistas”, nas quais a dinâmica de inovação torna-se mais intensa à medida que a estrutura produtiva do país é mais diversificada na direção da produção de bens de capital. As vantagens comparativas no modelo de Dosi, Pavitt, Soete (1990) são estruturadas tendo como referência o país mais atrasado tecnologicamente ( $A(z) = a^*(z) \setminus a(z)$ ). Como explicitado no item anterior, a função  $A(z)$  possui inclinação negativa, pois à medida que aumenta a diversificação de setores produtivos (aumenta o valor de  $z$ ), diminuem as vantagens comparativas do Sul e aumentam as do Norte, que por hipótese é o “líder” no processo de inovação. Assim, existe uma relação negativa entre a diversificação produtiva (variável  $z$ ) e a capacidade do sul de utilizar de forma eficiente as tecnologias associadas a esses setores “modernos”. Nas palavras de Porcile, Cimoli (2007, p. 299): “La pendiente negativa de la curva AA refleja la dificultad creciente del Sur en imitar, adaptar y usar de forma eficiente tecnologías que se vuelven más complejas a medida que se diversifica la estructura productiva, para un cierto valor de la brecha de conocimientos entre los dos países.”

Combinando essa última hipótese com a suposição de que o hiato tecnológico influencia negativamente as produtividades relativas do sul, a equação que descreve o comportamento da curva AA é a seguinte:

$$A = \gamma - \alpha G - \beta z \quad (12)$$

Os parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$  fazem as mediações entre as alterações no hiato tecnológico e na especialização produtiva, respectivamente, e os efeitos sobre as vantagens comparativas do sul.

Além dessa formalização matemática para a função  $A(z)$ , outra contribuição analítica de Porcile, Cimoli (2007) ao modelo de Dosi, Pavitt, Soete (1990) é uma especificação matemática para o comportamento da taxa de salário relativo entre norte e sul. Os salários, conforme sugerido pelo modelo de Dosi, Pavitt, Soete (1990), e por toda uma literatura estruturalista (Bielschowsky, 2000), dependem das produtividades relativas e da diversificação produtiva do país. Quando se reduz o diferencial de produtividades, os salários do país atrasado podem aumentar sem que o país perca competitividade na produção dos seus bens.<sup>12</sup> Novamente os autores argumentam sobre a importância do hiato tecnológico  $G$  para o modelo, e como na equação anterior, existiria uma relação inversa entre o salário relativo e o hiato. Supondo que o *mark-up* nos dois países seja constante (não necessariamente igual), a hipótese é de que os ganhos de produtividade sejam repassados para os salários. Assim, quanto maior o hiato, menor a produtividade relativa e o salário do sul em relação ao norte.

Além disso, o aumento na diversificação produtiva, em função do aumento na demanda por mão de obra, pressionará o valor dos salários para cima. Assim, os salários são negativamente relacionados com o hiato tecnológico e positivamente relacionados com a diversificação produtiva, conforme a equação abaixo:

$$W = -\upsilon G + \nu z \quad (13)$$

Os parâmetros  $\upsilon$  e  $\nu$  fazem as mediações entre as alterações no hiato tecnológico e na especialização produtiva, respectivamente, e os efeitos sobre os salários relativos. O encontro entre essas duas curvas determina a especialização produtiva ( $z$ ) que prevalecerá para o sul e, em consequência, também para o norte.

Combinando as equações 12 e 13 ( $AA - WW$ ) obtém-se a dinâmica, ou variação da especialização produtiva ( $\Delta z$ ). Essa combinação entre as equações reflete a modelagem analítica de Dosi, Pavitt,

---

<sup>12</sup> A questão distributiva, na maioria dos modelos kaldorianos e schumpeterianos, não é considerada como um obstáculo para os aumentos de salários decorrentes de aumentos na produtividade. Em geral, a hipótese é de que o *mark-up* permanece constante, ou existiriam restrições na oferta de mão de obra que pressionariam o aumento de salários com a diversificação produtiva. No entanto, aceitar essas hipóteses significa subestimar o peso de estruturas oligopolistas ou até mesmo a presença de monopólios em setores mais intensivos em tecnologia e capital, como o setor de bens de capital, que possuem “poder de mercado” para alterar o *mark-up*. Outra questão importante é que países em desenvolvimento ou subdesenvolvidos têm como característica um excesso de força de trabalho dos setores “arcaicos” (Furtado, 2000 e Prebisch, 1950) que permitiria manter um crescimento da demanda por mão de obra com impactos menores sobre o salário. Essas duas características podem diminuir os repasses dos ganhos de produtividade para os salários.

Soete (1990), na qual uma mudança positiva nas vantagens comparativas do sul implica em uma ampliação da função  $A(z)$  e um aumento na diversificação produtiva do sul. Contrariamente, alterações positivas no salário proporcionariam uma ampliação dos custos relativos, o que provocaria uma migração de atividades do sul para o norte. Assim, a proporção de bens produzidos no sul ( $z$ ) diminuiria.

A dinâmica de  $z$  pode ser expressa pela equação abaixo:

$$\Delta z = \gamma - fG - gz \quad (14)$$

onde  $f = \beta + v$

$$g = v - \alpha$$

Além disso, como citado anteriormente, Porcile, Cimoli (2007) também admitem que o “salto tecnológico” através do processo de *catching up* pode ocorrer quando o Sul apresentar as “capacitações sociais” (Abramovitz, 1986) necessárias para empreender o processo de aprendizado tecnológico, ou um “sistema nacional de inovação” (Nelson, 1993 Freeman, 1995) eficiente na captação, adaptação e difusão de novas tecnologias. Dessa forma o hiato tecnológico possui dois efeitos dentro do sistema proposto por Porcile, Cimoli (2007):

- o valor absoluto do hiato influencia negativamente as curvas AA e WW, ou seja, faz com que as vantagens relativas do Sul diminuam;
- o valor absoluto do hiato influencia negativamente a dinâmica (taxa de variação) do próprio hiato tecnológico, em função do processo de *catching up*.

Assim, o hiato tecnológico diminui as vantagens comparativas, mas também prevalece a hipótese de que existe uma maturidade do sistema de inovação do sul que o permite reduzir o hiato tecnológico ao longo do tempo através das “vantagens do atraso”. Nas palavras de Porcile, Cimoli (2007, p. 300):

Una segunda situación es cuando el Sur ya sobrepasó el nivel crítico de capacidades necesarias para dar lugar al *catching up*. En este caso, cuanto mayor es la brecha en el momento inicial, más rápido el Sur aprende y más rápidamente la brecha se cierra (disminuye) en el tiempo. A diferencia de lo que ocurre en el caso (a), la brecha representa más una oportunidad que una desventaja insalvable.

A equação que descreve a dinâmica do hiato tecnológico pode ser representada na expressão abaixo (Porcile, Cimoli, 2007, p. 301):

$$\Delta G = d(Tn/Ts)/ d_t . Ts/Tn = a - cG -bz \quad (15)$$

Interessante observar que essa equação possui parâmetros que podem ser interpretados como “medidas de impacto” de dois aspectos distintos, mas extremamente complementares, de um sistema nacional de inovação sobre a dinâmica do hiato tecnológico. O parâmetro  $b$  reflete a intensidade com que o aumento da diversificação no sul interfere na dinâmica do hiato. Em outras palavras, esse parâmetro é um indicador para a “capacidade de aprendizado tecnológico” dos setores produtivos no país atrasado. Para exemplificar, se  $z$  aumenta, mas o valor absoluto de  $b$  é muito pequeno, isso implica dizer que os setores mais intensivos em tecnologia possuem uma baixa dinâmica de inovação. Como discutido anteriormente, essa característica pode estar relacionada com vários fatores, tais como: baixo investimento privado em *P&D*, baixa qualificação da força de trabalho empregada nas empresas, pouca integração com universidades e centros de pesquisa, entre outros fatores relacionados à maturidade do sistema nacional de inovação.

Para Porcile, Cimoli (2007), o parâmetro  $b$  depende dos “retornos crescentes no aprendizado tecnológico”. Interessante notar que nos modelos kaldorianos de crescimento, o coeficiente de Verdoorn é um parâmetro que expressa a intensidade dos retornos crescentes de escala de uma economia ao fazer a mediação entre a taxa de crescimento ( $gt$ ) e o crescimento da produtividade ( $rt$ ). Apesar do parâmetro  $b$  fazer a mediação entre variáveis diferentes, ambos possuem um significado teórico comum e muito importante: os parâmetros associam a capacidade do país de acelerar seu processo de desenvolvimento (seja pelo aumento da produtividade ou redução do hiato de conhecimento) com a capacidade desse país, ou de alguns setores produtivos, de dinamizar seu processo de aprendizado tecnológico. Apesar de alguns trabalhos na linha kaldoriana não enfatizarem esse aspecto, o próprio Kaldor (1966) afirma que o coeficiente de Verdoorn é um “coeficiente tecnológico” e seu valor reflete a “dinâmica de inovação tecnológica” da economia. Nesse sentido, o modelo de Porcile, Cimoli (2007) fornece elementos analíticos para aprimorar os desenvolvimentos de modelos kaldorianos, especificamente as tentativas de desmembrar os elementos constitutivos do coeficiente de Verdoorn (Richard, Lau, 1998).

O parâmetro  $c$ , por sua vez, reflete a eficiência da “parabólica” do sistema nacional de inovação, a saber, a capacidade do Sul de captar os avanços da fronteira técnico-científica, decodificá-los e transbordá-los para os demais agentes do processo de inovação, em especial as empresas. O fato do sinal associado ao parâmetro ser negativo implica que, por hipótese, o Sul já possui as capacitações mínimas necessárias para participar do processo de aprendizado das tecnologias desenvolvidas no Norte. Assim, as duas equações (14 e 15) se constituem em uma formalização matemática, com

todas as implicações teóricas associadas a elas, para o comportamento das vantagens relativas do país atrasado tecnologicamente, e do hiato tecnológico desse país em relação ao líder.

O próximo capítulo descreverá a proposta de um novo modelo teórico que, a partir da estrutura de Porcile, Cimoli (2007), também incorpora elementos analíticos da teoria kaldoriana de crescimento econômico (Setterfield, 1997) e suas conexões com uma variável que a literatura cepalina define como um dos indicadores de uma estrutura subdesenvolvida (Prebisch, 1950, Furtado, 2003): a especialização da pauta de exportações do país. O objetivo é explicitar algumas conexões teóricas possíveis entre esses modelos e verificar quais são os parâmetros fundamentais para determinar a trajetória de crescimento do produto dos países. Além disso, a modelagem levará em consideração a hipótese de que a pauta de exportações modifica o crescimento do produto, mas a relação de causalidade contrária também se verifica, e os efeitos do crescimento que provocam mudanças na pauta de exportação serão denominados de “retornos crescentes de especialização”.

## **CAPÍTULO 2 – PROPOSTA DE UM NOVO MODELO: INTEGRANDO HIPÓTESES A PARTIR DOS RETORNOS CRESCENTES DE ESPECIALIZAÇÃO**

Os modelos apresentados no capítulo anterior apresentam conexões teóricas das mais diversas e que não são de simples sistematização. No entanto, o presente capítulo se constitui em uma proposta de sistematizar e integrar os principais pontos de diálogo entre os diferentes modelos que foram apresentados a partir de uma formalização matemática que incorpore esses pontos de interseção entre os arcabouços teóricos apresentados anteriormente.

As articulações entre os modelos de natureza kaldoriana e schumpeteriana ocorrem, inicialmente, com a suposição feita por Kaldor (1966) de que o coeficiente de retornos de escala (o coeficiente de Verdoorn) expressa fundamentalmente uma dinâmica inovadora do sistema econômico. Apesar de não apresentar nenhum elemento teórico ou analítico que justificasse essa afirmação, para Kaldor o valor desse coeficiente seria tanto maior quanto mais o sistema econômico de um determinado país estivesse obtendo êxito no seu processo de inovação tecnológica.

A partir do arcabouço teórico neoschumpeteriano, pode-se dizer que os retornos crescentes de escala serão maiores quanto maiores forem as “capacitações sociais” de um país para produzir e/ou absorver tecnologias que estão na fronteira de um paradigma tecnológico. Conectando as duas literaturas é razoável supor que mudanças nos retornos crescentes de escala ocorrem quando o país obtém sucesso no seu processo de “*catching up*”, ou seja, quando o país desenvolve capacitações sociais que lhe permitem transformar o hiato tecnológico em uma oportunidade de incorporar inovações tecnológicas a um custo relativo menor do que o país líder que produziu o conhecimento necessário para viabilizar a inovação. Tais “capacitações sociais”, antes entendidas como um conceito estático, muito próximo de “estoques”, foram incorporadas a uma discussão teórica na qual a inovação é entendida como um processo mais complexo e que depende não apenas da existência de instituições, mas também (e especialmente) da interação entre essas instituições de diferentes naturezas, desde empresas até universidades. A literatura neoschumpeteriana enfoca o conceito de “sistema nacional de inovação”. Nesse sentido, o *catching up* agora se relaciona à maturidade do sistema de inovação do país, cuja dinâmica é mais complexa e dependente das inter-relações que os atores estabelecem ao longo de uma “cadeia de inovação”. Uma formalização matemática que trabalhe com a hipótese do *catching up* não irá conseguir captar todos os aspectos da complexidade dos “sistemas de inovação”, mas é fundamental incorporar como o hiato tecnológico influencia na

dinâmica da produtividade do trabalho (*proxy* mais usada para o progresso tecnológico) e quais os limites para essa influência.

Outro ponto de diálogo muito rico entre a discussão kaldoriana, schumpeteriana e a tradição cepalina é a influência que as especializações produtivas possuem sobre o crescimento econômico e suas relações com a dinâmica tecnológica. Para os modelos kaldorianos, o processo de desenvolvimento econômico é caracterizado pela interação e dualidade entre um setor agrícola (“atrasado”), com produtividade do trabalho pequena, e o setor industrial (“moderno”) que, em função dos ganhos de produtividade via retornos crescentes de escala, tende a atrair a força de trabalho dos setores primários para a atividade industrial. Para Kaldor (1966) um país torna-se desenvolvido quando muda sua especialização produtiva no sentido da diversificação industrial – da produção de bens de consumo não duráveis para a produção de bens de capital – e, mais do que isso, quando consegue conduzir essa diversificação produtiva para a pauta de exportação. Um “país maduro” é aquele que se torna exportador líquido de bens de capital. A semelhança dessas etapas do desenvolvimento kaldoriano com o processo de “substituição de importações” cepalino foi apontado pelo próprio Kaldor (1966), e as restrições ao crescimento da América Latina advindas de uma especialização da pauta exportadora em produtos agrícolas e extrativistas foi discutida extensamente por Prebisch (1950; 1964).

Assim, uma formalização matemática que pretende incorporar essas contribuições teóricas não deve ignorar a importância de uma variável que possa captar a influência da especialização produtiva do país sobre seu crescimento e, mais especificamente, o grau de industrialização da sua pauta de exportação.

No entanto, os próprios cepalinos, especialmente com Furtado (2000), já alertaram para duas questões importantes: primeiro, a industrialização na América Latina não era uma condição suficiente para acabar com a dualidade entre um setor “arcaico” e outro “moderno”. Ao contrário, uma das características do subdesenvolvimento é a convivência entre esses dois setores em um mesmo espaço geográfico, e muitas vezes no tecido urbano-industrial, com o estabelecimento de interdependências entre ambos. A força de trabalho empregada nos setores de baixa produtividade, ao receberem um salário de “subsistência”, impediria que ganhos de produtividade na indústria fossem repassados para os salários, aumentando assim a concentração de renda favoravelmente ao fator de produção capital e dificultando a formação de um “mercado interno”, condição fundamental para que, segundo Kaldor (1966), a indústria pudesse obter retornos crescentes de escala simultaneamente ao deslocamento da força de trabalho de um setor para o outro.

A segunda questão importante indicada pelos cepalinos, e fortemente conectada com a primeira, é que essa concentração de renda impediria a expansão da produção para um mercado interno que viabilizasse “consumo de massa” para os bens industrializados. Essa utilização das indústrias abaixo da sua capacidade produtiva tem como principal conseqüência um uso não eficiente das tecnologias advindas dos países “centrais” – produtividade do capital abaixo do seu potencial – o que proporciona duas restrições chaves: uso ineficiente das inovações incorporadas ao estoque de capital advindas do “centro”; produtividade do capital relativamente baixa dificulta competir nos mercados internacionais, o que implica em baixa diversificação da pauta de exportação dos países periféricos.

Essa restrição estrutural dos países periféricos, característica do processo de subdesenvolvimento muito bem descrito pelos cepalinos, é captada no modelo de Porcile, Cimoli (2007) através de uma hipótese essencial. À medida que a variável  $z$  aumenta (diversificação produtiva do Sul), as vantagens relativas do Sul diminuem exatamente pelas dificuldades estruturais que o país periférico possui para utilizar de forma eficiente as tecnologias de produção advindas do Norte. Nas palavras dos autores (Porcile, Cimoli 2007, p. 299):

Se supone que el país tecnológicamente rezagado es relativamente más eficiente en bienes de menor intensidad tecnológica que en los de mayor intensidad tecnológica. (...) La pendiente negativa de la curva AA refleja la dificultad creciente del Sur em imitar, adaptar y usar de forma eficiente tecnologías que se vuelven más complejas a medida que se diversifica la estructura productiva, para un cierto valor de la brecha de conocimientos entre los dos países.

Essa dificuldade estrutural do Sul de incorporar novas tecnologias, mantendo constante o efeito do *catching up* (supondo constante o valor do hiato tecnológico) se expressa na equação 14 do capítulo anterior ( $\Delta z = \gamma - fG - gz$ ), no qual a taxa de variação de  $z$  depende negativamente do seu valor em nível, ou seja, da diversificação produtiva do sul. Em outras palavras, quanto maior for a diversificação produtiva do Sul menores as taxas de crescimento dessa diversificação. Assim, a especialização produtiva do Sul é importante para o processo de crescimento, mas o “efeito furtadiano” de ineficiência estrutural do Sul também deve ser considerado na formalização matemática, assim como aparece na equação 14.

A tentativa nesse capítulo é propor uma formalização matemática que reflita as hipóteses mais importantes da discussão de crescimento kaldoriana, o efeito do *catching up* advindo da existência de um hiato tecnológico e a importância da especialização produtiva para a taxa de crescimento da

economia, especialmente a diversificação da pauta de exportação. O ponto de partida são as equações propostas por Setterfield (1997), que se fundamentam no modelo kaldoriano formalizado por Dixon, Thirlwall (1975).

No entanto, a equação (4) de Setterfield (1997) que relaciona a taxa de crescimento da economia com a taxa de crescimento das exportações (reflete a hipótese kaldoriana do crescimento “liderado pelas exportações”<sup>13</sup>) será modificada com o acréscimo da taxa de variação de  $z$  ( $\Delta z$ ) que, no modelo proposto por essa tese, será definida de maneira diferente como definiram Porcile, Cimoli (2007) A variável  $\Delta z$  será definida como **a taxa de variação da especialização produtiva da pauta de exportação do Sul**. O acréscimo dessa variável na equação original do modelo de Dixon, Thirlwall (1975) se justifica pelas hipóteses teóricas discutidas no capítulo anterior, relacionadas à importância analítica que a diversificação da pauta de exportações de um país possui no seu processo de crescimento e desenvolvimento econômico. Assim, temos a seguinte equação:

$$g_{jt} = \gamma_j(x_{jt}) + U_j \Delta z_{jt} \quad (16)$$

Os parâmetros  $\gamma_j$  e  $U_j$  fazem a mediação entre a taxa de crescimento da região  $j$  e as taxas de variação das exportações e da diversificação produtiva da pauta de exportações, respectivamente, dessa mesma região. Como discutido anteriormente, aumentos na diversificação produtiva no sentido de bens cada vez mais intensivos em capital (ampliação do valor de  $z$ ) impactam positivamente sobre a taxa de crescimento uma vez que amplia a formação do “mercado interno” – via absorção de força de trabalho pelo setor industrial – e aumenta as possibilidades de que os retornos crescentes estejam cada vez mais conectados com a dinâmica exportadora do país<sup>14</sup>. O parâmetro  $U_j$  pode ser uma medida das “economias de diversificação” para a economia da região  $j$ , e quanto maiores as restrições estruturais citadas por Furtado (2000a, 2000b), menor será o valor desse parâmetro. Em outras palavras, se esse parâmetro tiver um valor pequeno, maiores serão as possibilidades do aumento na diversificação produtiva das exportações estar acompanhado de um aumento na concentração de renda e uma grande capacidade ociosa no capital utilizado para essa diversificação.

---

<sup>13</sup> Aqui não se formaliza o fluxo internacional de capitais e as restrições do balanço de pagamentos.

<sup>14</sup> Uma hipótese implícita é a de que o setor de bens de capital possui uma intensidade nas atividades de inovação tecnológica maior do que o setor de produtos primários.

As equações (2) e (3) de Setterfield (1997), como citado anteriormente, explicitam o comportamento das exportações e do índice de preços na região  $j$  e permanecerão idênticas.<sup>15</sup>

$$x_{jt} = \eta_j (p_{wt} - p_{jt}) + \varepsilon_j (g_{wt}) \quad (17)$$

$$p_{jt} = w_{jt} - r_{jt} \quad (18)$$

A última equação de Setterfield (1997) é aquela que explicita a existência de uma “relação de causalidade circular” entre taxa de crescimento e produtividade do trabalho através da existência do “coeficiente de Verdoorn” ( $\lambda$ ) que mede os retornos crescentes de escala. Além disso, ao comportamento da produtividade deve ser acrescido um componente na formalização matemática que explicita as possibilidades indicadas pelos modelos de *catching up*. Supondo que a região  $j$  seja equivalente ao Sul (ou região periférica na linguagem cepalina), ela será a região “seguidora” de inovações produzidas no Norte e, portanto, a existência do hiato tecnológico também significa uma oportunidade de aprendizado e absorção de novas tecnologias.

No entanto, uma questão chave é entender que existe um limite máximo para o hiato, a partir do qual a distância de “conhecimento e capacitações” torna-se tão grande que inviabiliza o *catching up* para a região  $j$ . Uma solução analítica adequada para essa relação “hiperbólica” entre o hiato e a produtividade foi oferecida por Verspagen (1993) ao supor um formato para o componente denominado por esse autor de “difusão tecnológica” como:  $r_j = \mu G e^{(-G/d)}$

Essa função é crescente em relação ao hiato  $G$  até o ponto em que  $G = d$ . O valor desse parâmetro ( $d$ ) é a medida da “distância máxima” para que o processo de salto tecnológico a partir da difusão ocorra. Se o hiato é maior do que o valor desse parâmetro, aumentos em  $G$  diminuem o valor de  $r_j$ . Verspagen (1993) entende que esse parâmetro pode ser uma *proxy* para as capacitações institucionais do país seguidor, e quanto maior o seu valor, maiores serão as chances do Sul se utilizar das “vantagens do atraso” no processo de inovação tecnológica.

Assim, a equação para a produtividade do modelo de Setterfield (1997) será reescrita da seguinte forma:

$$r_{jt} = r_a + \lambda_j (g_{jt-1}) + \mu G e^{(-G/d)} \quad (19)$$

---

<sup>15</sup> Existe a possibilidade de utilizar a equação (13) de Cimoli, Porcile (2007), ( $W = -vG + vz$ ) reescrita em termos de taxas de variação, para descrever o comportamento dos salários e substituí-la na equação (17).

Por fim, o modelo de Porcile, Cimoli (2007) possui uma formalização matemática que fornece uma expressão fundamentada teoricamente para o comportamento da variável  $\Delta z$ . Nessa equação será acrescida outra variável, mais especificamente a taxa de crescimento da região  $j$  no período  $t-1$  ( $g_{jt-1}$ ). O motivo teórico que fundamenta a relação de causalidade entre a taxa de crescimento da economia e a taxa de variação da sua especialização produtiva é o que Kaldor (1966) denominou de “retornos crescentes dinâmicos”. Esses retornos também podem ser entendidos como uma expressão macroeconômica do fenômeno da divisão do trabalho descrita por Adam Smith (1776). Em outras palavras, à medida que a economia cresce e as empresas aumentam sua escala de produção, uma das fontes de aumento na produtividade do trabalho é o crescimento da especialização produtiva inter-firmas com o conseqüente aumento dos encadeamentos produtivos existentes entre elas. Assim, o crescimento do produto agregado estimula uma diversificação cada vez maior de produtos e processos produtivos, criando estímulos para que as firmas se especializem em etapas distintas dos processos de produção. Nas palavras de Blich (1983, p.365):

The division of labor in its modern form, according to Young, is more far-reaching than the specialization of activities in a single craft illustrated by Adam Smith’s pin-making example. It manifests itself in two related aspects: the growth of indirect or round-about methods of production and specialization among industries. Young stressed the fact that in advanced countries, production methods are capitalistic; that an unfailing characteristic of capitalistic production is roundaboutness, and roundaboutness involves the breaking up of a complicated process into a succession of simpler processes, many of which lend themselves to the use of machinery. Young made the point that these economies depend upon the extent of the market.

Portanto, retornos crescentes de escala não se limitam a ganhos de produtividade internos às firmas, mas também ocorrem na esfera macroeconômica quando o crescimento conduz a um aumento na diversificação produtiva que, por sua vez, amplia a especialização das firmas e a produtividade do trabalho para o conjunto da economia. Assim, a equação é descrita como se segue abaixo<sup>16</sup>:

$$\Delta z_{jt} = \rho - f G_{jt-1} + \delta_j (g_{jt-1}) \quad (20)$$

---

<sup>16</sup> Será retirada da equação original de Cimoli, Porcile (2007) o componente auto-regressivo ( $\Delta z_{jt-1}$ ) na explicação do comportamento da especialização produtiva no período  $t$ . Esse componente torna-se redundante para a resolução do sistema de equações em diferença que será apresentado mais à frente, que irá considerar a defasagem temporal entre essa variável e a taxa de crescimento da economia.

A taxa de variação da especialização da região  $j$  no período  $t$  depende negativamente do hiato  $G$  (ponderado pelo parâmetro  $f$ ) dessa mesma região, do período anterior, pois a idéia é de que a velocidade de diversificação produtiva será menor quanto maior for a distância tecnológica entre o país líder e o seguidor. Além disso, depende positivamente da taxa de crescimento da economia no período anterior. O parâmetro  $\delta_j$  pode ser entendido como uma *proxy* para esses retornos crescentes dinâmicos advindos de um aumento dos encadeamentos produtivos a partir da especialização inter-firmas.

Assim, utilizando-se de dois modelos com forte influencia kaldoriana (Setterfield, 1997) e neoschumpeteriana (Verspagen, 1993), além do modelo de Porcile, Cimoli (2007), obtém-se uma formalização matemática para um sistema cujas relações entre as variáveis são fortemente marcadas pelas teorias econômicas citadas anteriormente. As equações desse modelo são:

$$g_{jt} = \gamma_j (x_{jt}) + \alpha_j (G_{jt}) + \upsilon_j \Delta z_{jt} \quad (16)$$

$$x_{jt} = \eta_j (p_{wt} - p_{jt}) + \varepsilon_j (g_{wt}) \quad (17)$$

$$p_{jt} = w_{jt} - r_{jt} \quad (18)$$

$$r_{jt} = r_a + \lambda_j (g_{jt-1}) + \mu G e^{(-G/d)} \quad (19)$$

$$\Delta z_{jt} = \rho - f G_{jt-1} + \delta_j (g_{jt-1}) \quad (20)$$

Ao serem defasadas em diversos períodos no tempo ( $t-1, t-2, \dots, t-n$ ) e com variáveis assumindo valores discretos, tem-se um sistema de equações em diferença, e que pode ser resolvido para encontrar uma equação que descreva o caminho da taxa de crescimento em relação ao tempo ( $g_{jt}$ ). Esse comportamento poderá ser “explosivo” ou convergente para um valor de equilíbrio, dependendo do valor de determinados parâmetros que sejam essenciais para o comportamento dinâmico do sistema.

Para resolver o sistema de equações em diferença acima, a hipótese adotada é a mesma de Dixon, Thirlwall (1975) e McCombie, Thirlwall (1994) de que o crescimento das exportações no presente ( $x_t$ ) influencia a taxa de crescimento da economia nesse mesmo período ( $g_t$ ). As demais variáveis

explicativas serão defasadas em  $t-1$ <sup>17</sup>. Dessa forma, o sistema de equações com as defasagens citadas pode ser reescrito da seguinte forma<sup>18</sup>:

$$g_t = \gamma(x_t) + \alpha_j(G_{j,t-1}) + \upsilon \Delta z_{t-1} \quad (16.1)$$

$$x_t = \eta(p_{wt-1} - p_{t-1}) + \varepsilon(g_{wt-1}) \quad (17.1)$$

$$p_{t-1} = w_{t-1} - r_{t-1} \quad (18.1)$$

$$r_{t-1} = r_a + \lambda(g_{t-1}) + \mu G e^{(-G/d)} \quad (19.1)$$

$$\Delta z_{t-1} = \rho - f G_{j,t-1} + \delta(g_{t-1}) \quad (20.1)$$

Substituindo a equação (19.1) em (18.1), e substituindo a equação resultante em (17.1), temos a seguinte expressão:

$$x_t = \eta \{ p_{wt-1} - [ w_{t-1} - (r_a + \lambda(g_{t-1}) + \mu G e^{(-G/d)}) ] \} + \varepsilon(g_{wt-1}) \Rightarrow$$

$$x_t = \eta \{ p_{wt-1} - w_{t-1} + r_a + \lambda(g_{t-1}) + \mu G e^{(-G/d)} \} + \varepsilon(g_{wt-1}) \quad (21)$$

Na sequência, substituindo a equação (20.1) e a expressão (21) na equação (16.1), temos a expressão (22):

$$g_t = \gamma(\eta \{ p_{wt-1} - w_{t-1} + r_a + \lambda(g_{t-1}) + \mu G e^{(-G/d)} \} + \varepsilon(g_{wt-1})) + \alpha_j(G_{j,t-1}) + \upsilon(\rho - f G_{t-1} + \delta(g_{t-1})) \quad (22)$$

Colocando a variável  $(g_{t-1})$  em evidência na expressão (22), temos a expressão abaixo:

<sup>17</sup> Exceção será feita à variável G (hiato tecnológico), presente na equação 19, que não será defasada. Verspagen (1993) define o hiato tecnológico como um “efeito constante” sobre o comportamento da produtividade do trabalho do país seguidor.

<sup>18</sup> Para facilitar a exposição da resolução do sistema, o índice j será retirado de todas as variáveis, o que equivale dizer que o sistema está sendo resolvido para uma dada região.

$$g_t = \gamma(\eta \{ p_{wt-1} - w_{t-1} + r_a + \mu G e^{(-G/d)} \} + \varepsilon(g_{wt-1})) + \alpha_j(G_{j t-1}) + v(\rho - f G_{t-1}) + \gamma \eta \lambda v \delta(g_{t-1}) \quad (23)$$

Os três primeiros termos da expressão (23) são compostos de variáveis defasadas em t-1 ou parâmetros constantes. Sendo assim, eles podem ser substituídos pelo símbolo  $\xi_{t-1}$ . A soma que acompanha a variável  $g_{t-1}$  ( $\gamma \eta \lambda v \delta$ ) é formada por parâmetros e também será substituído pelo símbolo  $\beta$ . Assim, a expressão (23) pode ser reescrita como a equação (24):

$$g_t = \xi_{t-1} + \beta(g_{t-1}) \quad (24)$$

Retornando ao sistema de equações simultâneas e defasando as variáveis em diferentes períodos (t-2, t-3...t-n), temos equações que podem ser representadas como se segue:

$$g_{t-1} = \xi_{t-2} + \beta(g_{t-2}); \quad g_{t-2} = \xi_{t-3} + \beta(g_{t-3}) \quad \dots \quad g_{t-n} = \xi_0 + \beta(g_0) \quad (24.1)$$

Realizando substituições sucessivas nas equações descritas por (24.1) e na equação (24), temos a seguinte expressão:

$$g_t = \xi_{t-1} + (\beta)\xi_{t-2} + (\beta)^2\xi_{t-3} + (\beta)^3\xi_{t-4} + \dots + (\beta)^{t-1}\xi_0 + (\beta)^t g_0 \quad (25)$$

Na expressão 24.1,  $g_0$  é a taxa de crescimento inicial (também chamado de “condição inicial” para a resolução do sistema). Supondo que todos os parâmetros do modelo são iguais em todos os períodos de tempo e que as variáveis da expressão 23 podem ser definidas como constantes (a partir dos seus valores médios na série de tempo), podemos colocar  $\xi$  em evidência na equação (25), tendo:

$$g_t = \xi [ 1 + (\beta) + (\beta)^2 + (\beta)^3 + (\beta)^4 + \dots + (\beta)^{t-1} ] + (\beta)^t g_0 \quad (26)$$

A partir de uma expressão matemática explicitada por Boyce & Di Prima (1994, p.76), podemos substituir na equação (25) o somatório  $[ 1 + (\beta) + (\beta)^2 + (\beta)^3 + (\beta)^4 + \dots + (\beta)^{t-1} ]$  pela expressão  $1 - (\beta)^t / 1 - (\beta)$  (para  $\beta \neq 1$ ), chegando a seguinte equação:

$$g_t = \frac{\xi(1 - (\beta)^t) + (\beta)^t g_0}{1 - (\beta)} \quad (27)$$

O comportamento da taxa de crescimento ao longo do tempo dependerá do valor de  $\beta$ . Se esse parâmetro for maior do que 1, a taxa de crescimento terá um valor cada vez maior em relação ao equilíbrio ( $\xi / 1 - \beta$ ) quando o tempo tender ao infinito. Ao contrário, se  $\beta$  for menor do que 1, a taxa de crescimento tenderá ao seu valor de equilíbrio quando o tempo tender ao infinito. O parâmetro  $\beta$  é composto pelo produto de cinco elasticidades ( $\gamma, \eta_j, \lambda_j, \delta_j, \upsilon_j$ ) que refletem características estruturais do sistema econômico. Assim, o comportamento da taxa de crescimento da região  $j$  dependerá do valor do produto entre esses cinco parâmetros.

Os três primeiros ( $\gamma\eta\lambda$ ) são, respectivamente, a “elasticidade-exportações” da taxa de crescimento da economia, a elasticidade-preço das exportações e o “coeficiente de Verdoorn”, que expressa a intensidade dos retornos crescentes de escala. A importância desses três parâmetros para a trajetória da taxa de crescimento já é conhecida desde Dixon, Thirlwall (1975). A novidade na solução desse modelo é a presença dos parâmetros  $\upsilon$  e  $\delta$ . Esses parâmetros  $\upsilon$  e  $\delta$  refletem as relações enfatizadas pelo modelo de Dosi, Pavitt, Soete (1990), mais especificamente entre a evolução da especialização produtiva e sua taxa de crescimento econômico (parâmetro  $\upsilon$ ). O parâmetro  $\delta$  reflete a hipótese adotada nessa tese de que existe uma relação de “causação circular cumulativa” entre essas duas variáveis (crescimento e especialização produtiva), e o parâmetro  $\delta$  estaria captando um efeito de “retornos crescentes sobre a especialização”. Ele pode ser entendido como uma medida do efeito indicado por Young (1928), de especialização inter-firmas resultante do crescimento econômico. Pode-se supor que, se o crescimento da economia é acompanhado de uma diversificação produtiva, e se essa diversificação consegue atingir a pauta de exportação, o produto entre esses cinco parâmetros pode atingir um valor maior do que 1 e proporcionar um comportamento “explosivo”

para a taxa de crescimento. Contrariamente, quanto mais uma economia cresce, mas concentrada em setores “tradicionais”, ou diversifica sua economia sem diversificar a pauta de exportação no sentido dos bens manufaturados, espera-se que o produto entre esses parâmetros seja menor do que 1, e a taxa de crescimento apresentará uma trajetória convergente para um valor de equilíbrio.

O objetivo da segunda parte dessa tese é estimar os parâmetros associados a esses efeitos entre crescimento e especialização produtiva presentes nas equações (16) e (20), através da metodologia estatística de séries temporais. O período de análise da economia brasileira será entre o primeiro trimestre de 1989 até o quarto trimestre de 2012, totalizando 96 observações para as seguintes variáveis: produto industrial, exportações, hiato tecnológico, índices de especialização da pauta de exportação. O próximo capítulo possui uma descrição dessas variáveis e das fontes de dados utilizadas, assim como uma definição para os índices de especialização da pauta de exportação brasileira. Um dos principais objetivos dos exercícios econométricos é encontrar evidências para a relação entre essas variáveis e, mais especificamente, verificar se os efeitos dos “retornos crescentes de especialização” são significativos a partir dos parâmetros estimados.

### CAPÍTULO 3 - EVIDÊNCIAS MPÍRICAS PARA AS RELAÇÕES ENTRE CRESCIMENTO ECONÔMICO, HIATO TECNOLÓGICO, EXPORTAÇÕES E RETORNOS CRESCENTES DE ESPECIALIZAÇÃO

#### 3.1 Especificações das equações estimadas e base de dados

Algumas equações do modelo teórico descrito no capítulo anterior serão objeto de estimativas empíricas no presente capítulo, mais especificamente as equações (16) e (20), a saber:

$$g_{jt} = \gamma_j (x_{jt}) + \alpha_j (G_{jt}) + \upsilon_j Z_{jt} \quad (16)$$

$$Z_{jt} = \beta - f G + \delta_j (g_{jt-1}) \quad (20)$$

$g_{jt}$  = taxa de variação do produto do país j no período t;

$x_{jt}$  = taxa de variação das exportações do país j no período t;

$G_{jt}$  = taxa de variação do hiato tecnológico (em relação aos EUA) do país j no período t;

$Z_{jt}$  = taxa de variação do índice de especialização das exportações do país j no período t.

Todas as variáveis foram construídas como séries temporais com periodicidade trimestral, com início das observações no 1º trimestre de 1989 até o 4º trimestre de 2012. Apesar de o modelo teórico definir as variáveis em termos de taxas de variação, a metodologia de séries temporais recomenda que as equações sejam estimadas a partir do logaritmo natural do valor das séries em nível. Essa recomendação é feita por diversos autores – tais como Hamilton (1994) e Box, Jenkins (1994) – que trabalham com séries temporais, uma vez que o logaritmo natural diminui a diferença entre os valores absolutos das séries sem modificar a relação de longo prazo existente entre elas. Essa diminuição da diferença entre os valores absolutos é importante para reduzir a variabilidade dos resíduos, o que é um pré-requisito para que as equações estimadas gerem “ruídos brancos”<sup>19</sup>.

O “valor em nível” das séries é definido como seus números-índices. A proxy para a produção industrial trimestral foi a série dos índices da PIM – IBGE, e a produtividade do trabalho brasileira

---

<sup>19</sup> A definição de um “ruído branco” será enunciada mais a frente, no item dessa metodologia que discute especificamente as técnicas de estimação advindas de séries temporais. O objetivo nesse momento é apenas apresentar a justificativa de porque as séries são transformadas em logaritmos naturais dos seus valores em nível – números índices.

foi calculada a partir da série dos índices de produção industrial e de população ocupada no setor industrial, ambos da PIM – IBGE.

A *proxy* utilizada para o hiato tecnológico G será a taxa de variação da produtividade do trabalho relativa entre Brasil e Estados Unidos. A base de dados necessária para estimar a equação foi organizada trimestralmente e, após o cálculo das suas taxas de variação, os valores de G foram transformados em números índices e logaritmizados (logaritmo natural), assim como todas as demais variáveis. A série de produtividade do trabalho na indústria norte-americana foi retirada de *Bureau of Labor Statistics*.

Os dados necessários para construir as demais séries temporais também podem ser encontrados em periodicidade trimestral, especialmente a série de exportações brasileiras (US\$ - FOB) que foi construída a partir do banco de dados da Secretaria de Comércio Exterior – SECEX (2012) – através do sistema Aliceweb.

O índice de especialização da pauta de exportações ( $z_{jt}$ ) foi construído a partir do trabalho de Libânio (2012), no qual a proposta é de construir índices para medir a “qualidade” da pauta de exportações brasileira. Mais especificamente, Libânio (2012) utiliza-se da tipologia elaborada por Lall (2000), que propõe a existência de cinco grupos de produtos, a saber: produtos primários (*commodities*), manufaturas baseadas em recursos naturais, manufaturas de baixa, média e alta intensidade tecnológica. A suposição de Lall (2000) é de que cada um desses grupos pode agregar as mercadorias exportadas pelos países a partir da intensidade tecnológica das “cadeias produtivas” de cada uma delas e dos padrões de inovação de cada setor produtivo. Lall (2000) elabora uma correspondência entre a classificação construída pela Organização das Nações Unidas para os produtos exportados pelos países (Sistema Harmonizado) e os seus grupos de “intensidade tecnológica”. Assim, alguns “produtos tipos” e características dos seus processos de produção podem ser elencados em cada um dos grupos (Libânio, 2012):

a) *commodities* (ou produtos primários): produtos agrícolas em geral, tais como arroz, café, soja, frutas, madeiras, entre outros.

b) manufaturas intensivas em recursos naturais: são produtos que podem apresentar tecnologia de produção intensiva em capital, mas cujos principais insumos são de origem agrícola ou algum manufaturado intensivo em trabalho. Alguns exemplos são minério de ferro, derivados de petróleo, óleos de origem vegetal, alimentos processados, produtos de madeira, etc.

c) manufaturas de baixa tecnologia (*low tech*): são produtos com tecnologia de produção bem difundida, oriundos de setores nos quais a concorrência via diferenciação de produto não é a mais importante. São exemplos desse grupo os têxteis, móveis, calçados, produtos de plástico, etc.

d) manufaturas de média tecnologia (*medium tech*): produtos nos quais as barreiras à entrada são elevadas uma vez que, de fato, suas tecnologias de produção são intensivas em capital e produtos intermediários. A escala de produção é significativa nesses setores. São produtos típicos desse grupo os automóveis, siderurgia, máquinas industriais, fertilizantes, entre outros.

e) manufaturas de alta tecnologia (*high tech*): são produtos com tecnologia complexa e em constante transformação, com requerimentos de P&D elevados e dinâmica concorrencial centrada na inovação de produtos. São exemplos os produtos eletrônicos e de telecomunicações, fármacos, produtos de alta precisão, etc.

A partir dessa correspondência entre os produtos classificados pelo Sistema Harmonizado da ONU e a classificação proposta por Lall (2000), Libânio (2012) propõe a construção de um índice cuja fórmula geral é a que se segue:

$$Q_{jt} = \frac{x_{2jt} - x_{1jt}}{x_{jt}} \quad (21)$$

$Q_{jt}$  = índice de qualidade da pauta de exportações do país j no período t;

$x_{2jt}$  = total das exportações de manufaturas do país j no período t;

$x_{1jt}$  = total das exportações *commodities* e intensivas em recursos naturais do país j no período t;

$x_{jt}$  = total das exportações do país j no período t.

O índice mede, portanto, a participação relativa da diferença entre as exportações classificadas como de baixa, média e alta intensidade tecnológica e o grupo das exportações classificadas como produtos primários e intensivos em recursos naturais. Esse índice também é denominado por Libânio (2012) como “índice kaldoriano”, uma vez que, como discutido no capítulo teórico, para

Kaldor (1966) o setor manufatureiro é fundamental para o crescimento econômico dos países, uma vez que ele apresenta retornos crescentes de escala. Assim, em função desse papel central no crescimento do produto, o índice busca avaliar o peso da diferença entre as exportações oriundas do setor manufatureiro e dos “setores primários”.

No entanto, existe uma segunda especificação possível para as variáveis do índice  $Q_{jt}$ . Ao considerar o processo de desenvolvimento econômico sob a ótica da literatura neoschumpeteriana, a evolução das exportações cuja dinâmica concorrencial está centrada na inovação tecnológica passa a ser essencial para o crescimento econômico dos países. Assim, pode-se refinar a variável  $x_{2jt}$ , definindo-a como o total das exportações cujos setores são “intensivos em inovações”, a saber, conforme Lall (2000), os produtos de média e alta tecnologia. Nesse sentido,  $x_{1jt}$  também pode ser redefinido como o total das exportações de produtos primários, intensivos em recursos naturais e de baixa intensidade tecnológica. Conforme definiu Libânio (2012), esse índice será denominado “schumpeteriano” e, assim como o “índice kaldoriano”, seu intervalo de variação é de -1 a +1.

No entanto, como citado anteriormente, a metodologia de séries temporais recomenda que as variáveis sejam utilizadas com o logaritmo natural dos seus valores em nível. Uma vez que a pauta de exportações brasileira é centrada, no período de construção das séries, em *commodities* e produtos intensivos em recursos naturais, o índice tal como definido pela fórmula (21) faz com que os valores sejam sempre negativos, inviabilizando o seu logaritmo natural. Para resolver esse problema, definiu-se que o índice  $z_{jt}$  de especialização das exportações será igual a  $-Q_{jt}$ . Assim, as definições de um  $z_{jt}$  “kaldoriano” e “schumpeteriano” continuam idênticas ao definido anteriormente, sendo que a única diferença de interpretação entre  $z_{jt}$  e  $Q_{jt}$  é que quanto mais próximo  $z_{jt}$  estiver de +1, maior será a participação das *commodities* e intensivos em recursos naturais (acrescidos dos produtos de baixa intensidade tecnológica para o índice schumpeteriano) em relação ao total das exportações do país j no período t.

No próximo item (3.2) serão sintetizados os principais passos da metodologia econométrica utilizada nessa tese, a saber, séries temporais e cointegração. A escolha dessa metodologia se justifica pelo fato de que os testes para detectar a existência de cointegração entre variáveis também permitem verificar se tais séries possuem uma “relação comum de longo prazo” (Enders, 1995) e, tal relação é condição necessária e suficiente para estimar regressões múltiplas entre as variáveis a partir de qualquer método de regressão. Outra vantagem é que os testes que detectam as relações de cointegração também já fornecem os parâmetros mais significativos e representativos da relação de

longo prazo entre as variáveis, ou seja, os testes já fornecem os parâmetros da denominada **regressão cointegrante**, na qual os parâmetros estimados já estão ajustados para que o resíduo das regressões tenha as características de um “passeio aleatório” (Mills (1993) e Holden, Perman (1994)). Assim, o método de cointegração permite estimar parâmetros confiáveis do ponto de vista estatístico para as relações entre as variáveis do modelo teórico.

## **3.2 Séries temporais, Cointegração e Funções Impulso-Resposta**

### **3.2.1 Estacionaridade**

Ao analisar a relação entre variáveis em momentos sucessivos do tempo, realiza-se um estudo com séries temporais. Ao se delimitar um período de tempo no qual o comportamento das variáveis será estudado pode-se dizer que será feito um estudo de uma amostra de um processo estocástico ou aleatório (Mills, 1993), ou em outras palavras, uma realização particular desse processo mais geral. Conforme Moretin, Tolo (2011) um processo estocástico é definido como aquele no qual qualquer observação, em um ponto específico de tempo ( $t$ ) contido no intervalo da série, possui uma função distribuição de probabilidade associada à sua ocorrência. Em outras palavras, supõe-se que o comportamento de cada observação da série está submetido a leis probabilísticas descritas pelas funções de probabilidade. Com essa suposição, é possível construir modelos para descrever o comportamento das séries a partir da aplicação de um conjunto de técnicas estatísticas de estimativas de parâmetros e construção de intervalos de confiança para esses estimadores.<sup>20</sup> Com isso, a partir da observação do comportamento de uma variável em um período particular do tempo, ou seja de uma série temporal, pretende-se inferir características do processo aleatório que caracteriza o comportamento dessa variável em todos os períodos de tempo.

Como é muito comum à teoria econômica, existem diversos modelos que procuram estudar, sistematizar e prever o comportamento temporal de diferentes variáveis. Além disso, estabelecer como ocorrem as “relações de causalidade” entre diferentes séries temporais é uma questão central para os modelos econômicos. Assim, uma questão importante é a utilização de técnicas estatísticas que permitam estimar esses modelos teóricos, e mais especificamente, permitam estimar o valor dos parâmetros que façam a mediação entre as séries temporais e possam servir como “medidas

---

<sup>20</sup> A partir desse momento, o termo “série temporal” terá o significado como definido acima, ou seja, um conjunto de observações de uma determinada variável, ao longo de um intervalo de tempo, que expressam uma realização particular do comportamento mais geral dessa variável.

quantitativas” (elasticidades) para essas relações de causalidade (Holden, Perman (1994), Perron (1994)).

No entanto, mesmo que os bancos de dados com as observações específicas para diferentes variáveis sejam construídos a partir de fontes e metodologias confiáveis, elas continuam sendo definidas como uma “realização particular observada” de um processo estocástico mais geral e desconhecido Mills (1993). Em outras palavras, as séries temporais se constituem em uma amostra, dentro de um intervalo de tempo específico, para uma determinada população. Para que os parâmetros estimados a partir dessa amostra sejam confiáveis – sob os critérios estatísticos – para descrever os parâmetros da população, faz-se necessário que as séries temporais apresentem determinadas características, tanto na sua trajetória individual ao longo do tempo, como no comportamento conjunto com as demais séries. Sem a presença dessas características, a aplicação das técnicas estatísticas conduziria a estimativas de parâmetros não confiáveis. Conforme ressaltam Mills (1993), Holden, Perman (1994) e Hamilton (1994), a principal característica que uma série temporal deve apresentar para que as estimativas dos parâmetros sejam consistentes do ponto de vista estatístico é a de ser **estacionária**. Assim, torna-se fundamental definir o conceito de estacionaridade.

Segundo Mills (1993), a estacionaridade é uma suposição simplificadora que deve ser feita para tornar possível as inferências estatísticas sobre o processo estocástico de uma variável, a partir de uma série temporal. Assim, Holden, Perman (1994, p.49) definem uma série temporal  $y_t$  ( $t = 1, 2, \dots$ ;  $t = 0, -1, -2, \dots$ ) como estacionária<sup>21</sup> se ela possui as seguintes características:

$$1) E(y_t) = \mu$$

$$2) E[(y_t - \mu)^2] = \text{var}(y_t) = \chi$$

$$3) E[(y_t - \mu)(y_{t-T} - \mu)] = \text{cov}(y_t, y_{t-T}) = \gamma(T), T = 1, 2, \dots$$

Assim, uma série temporal estacionária possui média e variância constantes, e sua covariância não depende do intervalo de tempo  $t$  em que a série está contida, mas depende somente do intervalo  $T$

---

<sup>21</sup> Existem duas formas principais de estacionaridade: a estacionaridade estrita e a estacionaridade fraca. A estacionaridade como definida por Holden, Perman (1994), e que será adotada ao longo desse trabalho, refere-se à estacionaridade fraca. Todos os autores consultados utilizam as técnicas estatísticas para o estudo das séries temporais partindo da suposição de estacionaridade fraca, sem explicitar contudo as principais diferenças no método caso fosse usado a suposição de estacionaridade estrita. Para saber a diferença conceitual entre as duas estacionaridades ver Mills (1993, p. 8-9) e Enders (1995, p.68-69).

entre as observações da série temporal. Com relação à média da série temporal estacionária, é importante deixar claro que o fato de  $E(y_t) = \mu$  implica que em qualquer sub-intervalo da série, selecionado aleatoriamente, a média do conjunto de observações daquele sub-intervalo deve ser igual a  $\mu$ . O mesmo fato deve se verificar para a variância.

Um dos objetivos do estudo de séries temporais é a definição de modelos que melhor descrevem o comportamento de uma série temporal ao longo do tempo (Moretin, Toloi, 2011). Existem diversas técnicas e modelos para especificar o comportamento de uma série temporal, mas a recomendação é que tais modelos devem ser os mais parcimoniosos possíveis na definição do número de variáveis que explica o comportamento de um processo estocástico. Um desses modelos é o processo autorregressivo de 1ª ordem (AR(1)), que é definido da seguinte forma:

$$y_t = \rho y_{t-1} + e_t \quad (t = 1, 2, \dots; t = 0, -1, -2 \dots)$$

O comportamento da variável  $y_t$  é explicado por uma parcela do seu valor no período imediatamente anterior ( $\rho y_{t-1}$ ) mais um componente  $e_t$  definido como um resíduo de comportamento puramente aleatório, ou seja, normalmente distribuído com média zero, variância constante e sem a presença de autocorrelação entre os resíduos. Pode-se dizer que os resíduos são *normalmente independentes*, ou, em outras palavras, o componente  $e_t$  é denominado *ruído branco*. As características descritas acima para resíduos normalmente independentes coincidem com as características definidas acima de uma série temporal estacionária. O ruído branco é, por definição, uma série que apresenta variância constante, média e covariâncias também constantes, porém, além de serem constantes também são iguais a zero. Assim, o resíduo  $e_t$  é uma série estacionária.

Com a presença do resíduo branco, Holden, Perman (1994, p.50-52) demonstram que todo processo AR(1) será estacionário desde que o módulo do parâmetro  $\rho$  que faz a mediação entre o valor da variável no período  $t$  e seu valor no período  $t-1$  seja menor do que 1. Toda vez que  $|\rho|$  for menor do que 1, a média e variância de um processo AR(1) serão constantes e a covariância entre as observações não dependerá do intervalo  $t$  em que a série está contida. Isso significa que as “modificações exógenas” (“choques”) introduzidas em uma série temporal estacionária não irão se perpetuar ao longo do tempo, pois o fato de  $|\rho|$  ser menor que 1 faz com que a influência dos valores passados seja cada vez menor no comportamento dos valores futuros. Assim, um choque irá alterar apenas temporariamente as características (média, variância e covariância) da série. Esse fato também é importante do ponto de vista da inferência estatística, pois a probabilidade dos parâmetros estimados na série temporal (no caso de um processo AR(1), o parâmetro  $|\rho|$ ) corresponderem aos parâmetros do processo estocástico aumenta quando a série dispersa as

modificações introduzidas por choques externos e conserva suas características originais no longo prazo Moretin, Toloi (2011).

Um processo AR(1) não estacionário possui as características contrárias às descritas no parágrafo anterior, pois seu comportamento faz com que os “choques exógenos” perpetuem-se ao longo do tempo, ou seja, as transformações exógenas modificam permanentemente as características da série temporal. A média e variância de uma série não estacionária não serão idênticas em qualquer sub-intervalo, e a covariância entre as observações também dependerá do tempo em que a série está contida. (Holden, Perman, 1994, p.52). Essas características serão presentes em um processo AR(1) toda vez que o valor de  $|\rho|$  seja igual ou maior do que 1, o que fará com que esse processo seja “explosivo” diante dos choques exógenos. Com  $|\rho|$  maior ou igual a 1 os valores do passado terão um peso cada vez maior na determinação dos valores futuros, alterando continuamente sua média e variância. Em função dessas características uma série temporal não estacionária não é adequada para se realizar inferências estatísticas sobre o processo estocástico.

Assim, a estacionaridade de uma série temporal pode ser determinada a partir do valor do parâmetro que faz a mediação entre os seus valores passados e futuros. Esse parâmetro deve ser menor do que 1 em módulo para que a série seja estacionária. Mills (1993) e Holden, Perman (1994) também possuem demonstrações nas quais o valor dos parâmetros que fazem a mediação entre os valores passados e os valores futuros em processos AR( $p$ ) ( $p = 1, 2, \dots$ ), e processos MA( $q$ ) ( $q = 1, 2, \dots$ )<sup>22</sup>, devem ser menores do que 1 em módulo para que as séries sejam estacionárias. Assim, essa condição de estacionaridade não se restringe apenas aos processos AR(1).

No caso em que o parâmetro  $\rho$  seja igual a 1 em um processo AR(1), não temos uma série estacionária. No entanto, se considerarmos essa mesma série diferenciada, ou mais especificamente, se considerarmos o comportamento da 1ª diferença ( $\Delta y_t = y_t - y_{t-1}$ ), temos o seguinte:

$\Delta y_t = y_t - y_{t-1}$ . Substituindo  $y_t$  por sua expressão AR(1), temos:

$\Delta y_t = \rho y_{t-1} + e_t - y_{t-1}$ . Colocando  $y_{t-1}$  em evidência, temos:

$\Delta y_t = (\rho - 1)y_{t-1} + e_t$ . Como  $\rho = 1$ , temos a conclusão final:

---

<sup>22</sup> Processos MA( $q$ ) são denominados processos de *Média Móvel*, na qual o comportamento da série temporal pode ser descrito através de uma combinação linear entre os resíduos de diferentes períodos de tempo, na qual esses resíduos possuem a propriedade dos ruídos brancos (Mills, 1993). Assim, uma série  $y_t$  que pode ser descrita como um MA(1), será definida da seguinte maneira:  $y_t = \mu + \beta_1 e_t + \beta_2 e_{t-1}$  no qual os resíduos são ruídos brancos. Para que a série seja estacionária,  $|\beta_1|$  e  $|\beta_2|$  devem ser menores que 1.

$$\Delta y_t = e_t$$

Assim, todo processo AR(1) não estacionário com  $\rho = 1$ , necessariamente será estacionário em primeira diferença, pois  $\Delta y_t$  será igual ao resíduo, que por definição é um ruído branco que se constitui em uma variável aleatória estacionária. Devido a esse fato, todo processo AR(1) que possui  $\rho = 1$  é conhecido como um *passeio aleatório* (*random walk*; Mills, 1993) ou *integrada de ordem 1* (I(1)). Uma série integrada de ordem  $d$  ( $d = 0, 1, 2, \dots$ ) significa que essa série é estacionária quando diferenciada  $d$  vezes. Nesse caso, quando uma série é estacionária sem a necessidade de diferenciações, diz-se que é uma série I(0).

Holden, Perman (1994) chamam o processo AR(1) com  $\rho = 1$  de série temporal com *raiz unitária*.<sup>23</sup> Dessa forma, toda série temporal com raiz unitária é não estacionária, sendo necessário diferenciá-la  $d$  vezes, ou seja integrá-la, para encontrarmos um comportamento estacionário.

A partir desses elementos teóricos, que podem ser estendidos para qualquer série temporal descrita por um processo AR( $p$ ) ou MA( $q$ ), ou ambos (ARMA( $p, q$ )), existem alguns testes estatísticos que são usados para verificar a estacionaridade de uma série temporal conhecidos como “testes de raiz unitária”. Os três principais são o teste Dickey-Fuller (DF), o teste Dickey-Fuller Aumentado (ADF) e o teste Phillips-Perron (PP).

### 3.2.2 Testes de Estacionaridade ou “Raiz Unitária”

Para identificar a estacionaridade de uma série temporal descrita por um processo AR(1), deve-se verificar se essa série possui uma raiz unitária, ou em outras palavras, se o parâmetro  $\rho$  é igual a 1. Caso isso se verifique a série não é estacionária, pois qualquer “transformação exógena” seria propagada ao longo do tempo. Assim, Holden, Perman (1994) pontuam que um teste de raiz unitária consiste em um teste de hipóteses no qual estará contrapondo as hipóteses  $H_0: \rho = 1$  (presença de raiz unitária) e  $H_1: \rho < 1$  (ausência de raiz unitária). Se o resultado do teste for a não rejeição da hipótese  $H_0$ , isso significa que a série tem uma raiz unitária e portanto não é estacionária. Contrariamente, se a hipótese  $H_0$  for rejeitada isso significa que a série é estacionária pois não possui uma raiz unitária.

<sup>23</sup> Não apenas um AR(1), mas toda série AR( $p$ ) ou MA( $q$ ) com pelo menos um parâmetro igual a 1 denomina-se uma série com raiz unitária. Esse nome “raiz unitária” vem do “operador de lag”, definido como  $Ly_t = y_{t-1}$ ,  $L^2y_t = y_{t-2}$ , e assim sucessivamente. Quando escrevemos um processo AR(1) em forma do operador de lag, temos:  $y_t - \rho y_{t-1} = y_t - \rho L y_t = (1 - \rho L)y_t = e_t$  (Holden, Perman, 1994, p.50). Assim, o processo AR(1) pode ser escrito como  $\rho(L)y_t = e_t$ , no qual  $\rho(L) = 1 - \rho L$ , que é uma função linear do operador de lag. A raiz dessa função é igual a  $1/\rho$ . Assim, quando  $\rho = 1$ , temos uma raiz unitária para a função  $\rho(L)$  e a série temporal não é estacionária.

No entanto, conforme Enders (1995, p.221), os testes de hipótese mais usados para detectar raiz unitária utilizam uma forma análoga do processo AR(1). Se for subtraído  $y_{t-1}$  de cada um dos lados da equação que expressa o AR(1), teremos:

$$\Delta y_t = \rho y_{t-1} - y_{t-1} + e_t. \text{ Colocando } y_{t-1} \text{ em evidência, temos:}$$

$$\Delta y_t = \gamma y_{t-1} + e_t, \text{ no qual } \gamma = \rho - 1$$

Assim, se a série temporal  $y_t$  tiver uma raiz unitária, o parâmetro  $\gamma$  deverá ser igual a zero. Contrariamente, se a série temporal  $y_t$  for estacionária,  $\gamma$  será menor que zero, pois  $\rho$  será menor que 1. Dessa maneira, o teste DF, segundo Enders (1995) e Holden, Perman (1994), será feito considerando as seguintes hipóteses:  $H_0: \gamma = 0$  e  $H_1: \gamma < 0$ , que são análogas às hipóteses anteriores. Evidentemente que se a hipótese  $H_0$  não é rejeitada, isso significa que a série temporal é não estacionária, pois apresenta uma raiz unitária. Contrariamente, rejeitar a hipótese  $H_0$  (o que implica em não rejeitar  $H_1: \gamma < 0$ ) significa que a série temporal  $y_t$  não possui raiz unitária e, portanto, é estacionária.

A metodologia do teste DF para as hipóteses descritas acima ( $H_0: \gamma = 0$  e  $H_1: \gamma < 0$ ), utiliza três equações possíveis para descrever o processo a ser testado (Enders (1995)):

$$\Delta y_t = \gamma y_{t-1} + e_t \quad (6)$$

$$\Delta y_t = \alpha + \gamma y_{t-1} + e_t \quad (7)$$

$$\Delta y_t = \alpha + \beta t + \gamma y_{t-1} + e_t \quad (8)$$

A equação número (6) corresponde à primeira diferença do processo AR(1) original<sup>24</sup>. A equação (7) acrescenta um intercepto  $\alpha$  à primeira diferença e a equação (8) considera a presença de um intercepto  $\alpha$  e de uma tendência linear  $\beta t$ . O teste DF testará a hipótese de raiz unitária levando em conta essas três especificações que serão estimadas pelo método dos mínimos quadrados ordinários. O teste estimará o valor de  $\gamma$  para cada equação com seus respectivos desvios padrões, o que

---

<sup>24</sup> Caso  $\gamma$  seja igual a zero (devido à presença de raiz unitária), a série original será um passeio aleatório, ou seja, um AR(1) estacionário em primeira diferença.

permite calcular três valores para a estatística  $t$ , um valor para cada  $\gamma$  das equações. Nas palavras de Enders (1995, p.221):

The test involves estimating one (or more) of the equations above using OLS in order to obtain the estimated value of  $\gamma$  and associated standard error. Comparing the resulting  $t$ -statistic with the appropriate value reported in the Dickey-Fuller tables allows the researcher to determine whether to accept or reject the null hypothesis  $\gamma = 0$ .

Uma questão importante a ser ressaltada é o fato de que a distribuição da estatística  $t$  não será uma distribuição normal padrão (Holden, Perman, 1994, p.58), mas sua distribuição será normal limitada. Assim, os valores críticos da estatística  $t$  não serão os valores tradicionais, mas sim valores obtidos através de simulações feitas por Dickey e Fuller. Esses valores críticos, denominados *valores*  $\tau$ , irão variar de acordo com o nível de significância<sup>25</sup> escolhido para o teste, do número de observações da série e da especificação da equação estimada para o teste (Enders, 1995, p.221). Existem outras simulações para se obterem valores  $\tau$  feitas por MacKinnon (Mills, 1993) e que também serão utilizadas nesse trabalho durante a realização do teste DF. Assim, quando a estatística  $t$  calculada for menor que o valor  $\tau$  tabelado, não se rejeita a hipótese  $H_0 (\gamma = 0)$  e a série possui raiz unitária. Contrariamente, quando a estatística  $t$  calculada for maior que o valor  $\tau$  tabelado, rejeita-se a hipótese  $H_0$  e a série é estacionária.

Existe um terceiro teste muito utilizado, denominado teste Phillips-Perron (PP), e que se constitui em uma extensão do teste DF, pois as equações estimadas para o cálculo da estatística  $t$  são idênticas às equações do teste DF. Uma diferença importante é que o teste PP pode ser feito sem a pressuposição de que o resíduo  $e_t$  seja um ruído branco. Além disso, Phillips e Perron propõem uma correção das estatísticas  $t$  calculadas, levando em consideração o fato de que os resíduos podem ser autocorrelacionados e apresentar heterocedasticidade (Holden, Perman, 1994, p.67). Dessa forma, o teste PP calcula uma *estatística*  $z$  para a realização do teste de raiz unitária tendo como referência a estatística  $t$  do teste DF<sup>26</sup>. Os valores críticos do teste PP, ou seja os valores  $\tau$ , são os mesmos tabelados pelas simulações de Dickey-Fuller (Enders, 1995, p.239), podendo serem usados também os valores críticos de Mackinnon.

Assim, os testes de raiz unitária ADF e PP serão utilizados nessa tese para identificar se as séries temporais das variáveis selecionadas são estacionárias. Existe uma questão importante que é determinar quantas diferenças defasadas serão necessárias para tornar o resíduo um ruído branco

---

<sup>25</sup> “Nível de significância” é a probabilidade existente de não rejeitarmos uma hipótese que na verdade deveria ser rejeitada. Em outras palavras, o nível de significância é a probabilidade de que o teste de hipótese tenha um resultado falso e conduza, portanto, a conclusões erradas. É a probabilidade do erro em um teste de hipótese.

<sup>26</sup> Quando os resíduos são ruídos brancos, a estatística  $t$  calculada é idêntica à estatística  $z$ .

nas equações do teste ADF (equações 6.1, 7.1 e 8.1). Para estimar as equações de teste, deve-se definir o valor de  $p$  no somatório. Na realização dos testes de raiz unitária dessa tese serão considerados os valores do ADF para 2 e 3 diferenças defasadas, além de um terceiro valor definido pelo critério do EVIEWS <sup>27</sup>, que pode variar de 2 a 11 diferenças defasadas. O importante será a comparação entre o resultado dos testes de hipóteses com as estatísticas  $t$  calculadas nessas três situações, a fim de detectar se as conclusões sobre a presença de raiz unitária são mais ou menos freqüentes.

Mas uma questão interessante pode ser colocada: em que medida o comportamento de uma série temporal, estacionária ou não, possui alguma relação com a trajetória de outra série temporal? Mais especificamente, até que ponto a trajetória de determinada variável ao longo do tempo condiciona as trajetórias de outras variáveis? Para responder a essas questões o conceito de cointegração, conceito esse que possui uma relação estreita com a estacionaridade, deve ser descrito no item a seguir.

### 3.2.3 Cointegração

O estudo das séries temporais para analisar a presença da estacionaridade é o primeiro passo para a modelagem de qualquer série isolada ou de várias tomadas em conjunto (Morettin, Toloi, 2011). No caso de séries estacionárias (em nível ou em  $n$  diferenças), dois caminhos, ou “métodos”, são os mais utilizados para viabilizar as inferências estatísticas e o uso das séries para previsões: o primeiro é a modelagem das séries a partir das relações dos seus valores passados com o comportamento da variável no período  $t$ , independente se essa relação possui ou não algum respaldo na teoria econômica. Nas palavras de Morettin, Toloi (2011, p. 7), no primeiro método o “estatístico deixa “os dados falarem por si” para construir seu modelo, estando preparado para usar um modelo que não se harmonize com a teoria econômica (...)”. Já o segundo método é aquele na qual se objetiva identificar se os dados ratificam relações entre variáveis já preditas em modelos da teoria econômica, mesmo que esses dados não produzam as melhores previsões do ponto de vista estatístico.

Essa tese fez uma opção pelo estudo de distintas séries temporais analisadas conjuntamente, a partir de toda a discussão teórica e do modelo especificado nos capítulos anteriores. Os testes de estacionaridade referem-se ao comportamento individual da série, sem levar em consideração as possíveis influências que sua trajetória possa sofrer devido às trajetórias de outras séries temporais.

---

<sup>27</sup> *Econometric Views* – software estatístico especializado em Econometria e que será utilizada para as estimativas empíricas desta tese.

Para analisar essas possíveis relações entre séries temporais distintas, Enders (1995, p. 358) explicita um conceito de “equilíbrio de longo prazo”. Esse conceito significa que séries temporais cujas trajetórias possuem alguma relação são ditas séries temporais que possuem um equilíbrio de longo prazo.

É importante ressaltar que esse “equilíbrio de longo prazo” não significa que as variáveis tenderão a um valor constante quando o tempo tender ao infinito, ou que o comportamento das variáveis oscila em torno de uma média. Variáveis não estacionárias, que não tendem a um valor constante no longo prazo e também não oscilam em torno de uma média, podem estar em equilíbrio de longo prazo desde que possuam tendências comuns (Mills, 1993, p. 181), ou seja, tenham um “caminho comum” ao longo do tempo. É importante enfatizar que o conceito de “equilíbrio de longo prazo” postulado por Engle e Granger não significa que necessariamente as variáveis possuam uma trajetória de equilíbrio determinada pela teoria econômica (Enders, 1995, p. 359).

A condição para que essas séries temporais ( $y_{1t}, y_{2t}, \dots, y_{nt}$ ) apresentem esse equilíbrio é de que exista uma combinação linear entre elas na qual resulte o seguinte:

$$\beta_1 y_{1t} + \beta_2 y_{2t} + \dots + \beta_n y_{nt} = 0 \quad (9)$$

Essa condição estabelece que existem relações mútuas entre as trajetórias das séries temporais consideradas acima. É importante ficar claro que essas relações mútuas não significam, necessariamente, relações de causalidade. O equilíbrio de longo prazo apenas indica que as séries possuem trajetórias comuns ao longo do tempo. No entanto, esse conceito não poderia deixar de incorporar a possibilidade de que exista um componente aleatório na determinação da trajetória das séries. A presença de um componente aleatório pode reforçar ou minimizar a influência das outras variáveis na trajetória de uma série temporal. A questão importante a ser ressaltada é que a condição 9 é necessária e suficiente para garantir um equilíbrio de longo prazo desde que esse componente aleatório seja estacionário com média zero. Assim, as variáveis continuam apresentando um equilíbrio de longo prazo mesmo se a combinação linear entre elas resultar em uma variável estritamente aleatória:

$$\beta_1 y_{1t} + \beta_2 y_{2t} + \dots + \beta_n y_{nt} = e_t \quad (10)$$

Essa combinação entre as variáveis significa que além delas apresentarem um equilíbrio de longo prazo, também existe um componente aleatório que representa o desvio que as variáveis possuem em relação ao seu “caminho de equilíbrio”, ou seja, as trajetórias não são determinadas única e exclusivamente pelas influências mútuas exercidas umas sobre as outras. O componente  $e_t$  é denominado “erro de equilíbrio” (Enders, 1995, p. 358). Por hipótese, o erro de equilíbrio é uma variável estacionária.

Após explicitar o conceito de equilíbrio de longo prazo, Enders (1995) define o conceito de cointegração da seguinte forma:

Um conjunto de variáveis  $y_t = (y_{1t}, y_{2t}, \dots, y_{nt})$  são cointegradas de ordem  $d, b$ , se:

1. Todos os componentes de  $y_t$  são integradas de ordem  $d$ .
2. Existe um conjunto de parâmetros  $\beta = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n)$  cuja combinação linear  $\beta y_t$  ( $\beta y_t = \beta_1 y_{1t} + \beta_2 y_{2t} + \dots + \beta_n y_{nt}$ ) é integrada de ordem  $d - b$ , com  $b > 0$ .

Em outras palavras, um conjunto de séries temporais  $y_t$  são cointegradas quando todas são estacionárias depois de  $d$  operações de diferença (integradas de ordem  $d$ ), e se existe uma combinação linear entre elas que resulte em uma nova variável estacionária, cuja ordem de integração é menor ( $d - b$ ).

O conceito de cointegração é importante devido à sua relação com o “equilíbrio de longo prazo” explicitado anteriormente. Um conjunto de variáveis cointegradas possuem uma combinação linear que resulta em outra variável estacionária, ou seja, variáveis cointegradas satisfazem a condição (10) do equilíbrio de longo prazo, a saber:

$$\beta_1 y_{1t} + \beta_2 y_{2t} + \dots + \beta_n y_{nt} = e_t \quad (10)$$

Assim, variáveis cointegradas também possuem um equilíbrio de longo prazo, ou seja, elas “caminham juntas” ao longo do tempo, influenciando suas trajetórias mutuamente. A equação 10 denomina-se **equação cointegrante**.

Essa relação entre variáveis cointegradas e equilíbrio de longo prazo é muito importante na literatura de séries temporais, pois segundo Mills (1993) e Holden, Perman (1994), **o fato de séries**

**temporais serem cointegradas permite que a análise de regressão possa ser aplicada para a estimativa dos parâmetros  $\beta$  com as variáveis em nível.** Enders (1995, p. 363-365) possui uma demonstração mais rigorosa de como variáveis cointegradas necessariamente possuem tendências comuns de seus valores em nível. Mais especificamente, se o conjunto de parâmetros  $\beta$  for multiplicado por  $1/\beta_1$ , tem-se:

$$y_{1t} + \beta_2' y_{2t} + \dots + \beta_n' y_{nt} = e_t, \text{ com } \beta_n' = \beta_n / \beta_1$$

Isolando  $y_{1t}$  na equação acima, tem-se a especificação original de uma equação de regressão, na qual  $y_{1t}$  é a variável dependente e as demais são as independentes, ou variáveis explicativas. Assim, tem-se:

$$y_{1t} = -\beta_2' y_{2t} - \dots - \beta_n' y_{nt} + e_t \quad (11)$$

A equação (11) é denominada por Mills (1993) e Holden, Perman (1994) de **regressão cointegrante**, e sua estimativa através do método dos mínimos quadrados ordinários permite encontrar parâmetros com propriedades adequadas (não viés, consistência e eficiência<sup>28</sup>) para inferências sobre os parâmetros da população. Em outras palavras, a regressão cointegrante fornece parâmetros que expressam relações mútuas entre as trajetórias das diferentes variáveis, pois essa regressão, como demonstrada acima, foi derivada de variáveis que possuem um equilíbrio de longo prazo estatístico. Assim, a literatura de séries temporais enfatiza o fato de que para estudar o comportamento conjunto de séries temporais, é necessário verificar se essas variáveis são cointegradas. Caso as variáveis não sejam cointegradas, a regressão entre elas é denominada “regressão espúria”, pois ela estará relacionando variáveis que não “caminham juntas” ao longo do tempo, e portanto os parâmetros não serão confiáveis.

Além de obter os parâmetros da regressão cointegrante (parâmetros cointegrantes normalizados), outras análises interessantes são aquelas que fornecem interpretações a respeito do comportamento de longo prazo das séries temporais. As **funções impulso-resposta** é uma técnica que permite analisar o comportamento de séries temporais cointegradas diante de choques exógenos nas próprias séries.

---

<sup>28</sup> Para uma definição precisa e discussão detalhada sobre essas propriedades ver Johansen, S. (2002).

As funções impulso-resposta mostram qual será o comportamento das variáveis ao longo do tempo quando algum dos resíduos sofrer uma modificação no seu valor (Enders, 1995). Mais especificamente, as funções mostram como as variáveis se comportam diante de choques exógenos. No caso de um sistema convergente, ou seja, um sistema no qual as mudanças exógenas tendem a diminuir ao longo do tempo, as funções mostram quantas defasagens temporais são necessárias para as variáveis retornarem à sua trajetória original. Contrariamente, em um sistema divergente as funções descrevem o comportamento “explosivo” das variáveis diante de um choque exógeno em algum dos resíduos. Assim, os resultados das funções impulso-resposta podem ser considerados como simulações para o comportamento das regressões cointegrantes ao longo do tempo, diante de um choque em algum dos resíduos.

Para estimar as funções impulso-resposta é necessário calcular os coeficientes de correlação entre os resíduos, e para isso deve haver uma suposição arbitrária (do ponto de vista estatístico, mas não da teoria econômica) de que o comportamento de um dos resíduos não é influenciado pelos demais. Mais especificamente, essa imposição estatística para a estimação das funções impulso-resposta e da análise de decomposição da variância significa estabelecer uma *ordenação* entre as séries, a partir da qual deve ser feita uma suposição sobre as correlações entre os resíduos a fim de escolher uma sequência  $\varepsilon_t$  cujo comportamento seja independente dos demais (Enders, 1995, p.307).

A próxima seção apresentará as evidências empíricas para aplicação da metodologia aqui descrita a partir do modelo teórico especificado anteriormente.

### **3.3 Testes para presença de raiz unitária nas principais séries temporais**

Como descrito na metodologia, para estimar as regressões cointegrantes e obter elasticidades estimadas para as relações entre as séries temporais, o primeiro passo é realizar os testes de estacionariedade, para verificar se as séries possuem raiz unitária em nível ou em primeira diferença. Os resultados dos testes ADF e PP estão descritos na tabela 1:

**Tabela 1:** Testes com presença de intercepto para detectar raiz unitária – séries em nível e em primeira diferença ( $\Delta$ )

Séries	ADF(2)	ADF(3)	ADF(11*)	PP(3)
Ln y	<b>-1,32</b>	<b>-1,03</b>	<b>-1,51</b>	-4,53
$\Delta$ Ln y	-9,38	-5,25	-17,55	-13,46
Ln r	<b>-1,53</b>	<b>-1,88</b>	<b>-2,34</b>	<b>-1,54</b>
$\Delta$ Ln r	-10,23	-4,48	-5,42	-13,21
Ln x	<b>1,26</b>	<b>2,40</b>	<b>0,72</b>	<b>1,27</b>
$\Delta$ Ln x	-9,57	-5,68	-5,68	-14,15
Ln G	-5,40	-4,41	-10,01	-10,00
$\Delta$ Ln G	-9,36	-8,59	-8,60	-25,67
Ln Z <sub>k</sub>	<b>-3,16</b>	<b>-2,61</b>	-6,18	-6,17
$\Delta$ Ln Z <sub>k</sub>	-8,91	-6,66	-12,24	-15,65
Ln Z <sub>S</sub>	<b>-2,74</b>	<b>-2,20</b>	-4,84	-4,70
$\Delta$ Ln Z <sub>S</sub>	-8,73	-6,70	-10,82	-15,23

Valores críticos de MacKinnon para rejeição da hipótese nula de que existe raiz unitária: -3.50 (1%), -2.89 (5%), -2.58 (10%).

\*Número máximo de defasagens igual a 11.

A tabela 1 mostra os resultados dos testes ADF e Phillips-Perron nos quais a hipótese a ser testada (hipótese  $H_0$ ) é de que as séries possuem raiz unitária. Sempre que o resultado do teste for maior – em módulo – do que os valores críticos, não se aceita a hipótese  $H_0$ , concluindo que a série é estacionária. Contrariamente, quando o resultado do teste for menor, em módulo, do que os valores críticos, não é possível rejeitar  $H_0$ , portanto a série possui raiz unitária.

Os testes, como descrito na metodologia (equação 7.1), utilizam de duas até 11 diferenças defasadas da variável a ser testada, a fim de que as equações de teste apresentem ruídos brancos e as estimativas dos valores t sejam estatisticamente confiáveis. Além disso, as equações de teste também apresentam um intercepto. Os resultados da quarta coluna da tabela 1 são gerados a partir do teste ADF, mas com o número de defasagens escolhida pelo critério do EViews. Essa tabela explicita também os resultados do teste Phillips-Perron considerando três diferenças defasadas e um intercepto.

Comparando os valores das estatísticas calculadas com os valores críticos descritos abaixo da tabela 1, é possível concluir que as séries do produto, produtividade do trabalho e exportações apresentam raiz unitária em nível, mas são estacionárias em 1ª diferença, considerando qualquer nível de significância para o teste. O fato das estatísticas t, tanto dos testes ADF como Phillips-Perron, serem maiores em módulo do que os valores críticos indicam a rejeição da hipótese  $H_0$  de que existe uma raiz unitária para essas variáveis em 1ª diferença. Existe uma diferença entre os resultados dos testes ADF e Phillips-Perron na série em nível do produto, na qual o último teste não indica a presença de raiz unitária para o comportamento do produto em nível ( $LnY$ ). Conforme Holden, Perman (1994) essas diferenças podem ocorrer uma vez que o teste PP considera que os resíduos da equação estimada ADF não são normais e seguem um processo estocástico MA(1). Se as estatísticas da equação ADF não indicarem ausência de normalidade dos resíduos, o teste ADF passa a ser preferível ao teste PP. Esse fato é verificado através das equações estimadas para o teste ADF, o que torna o resultado desse teste mais confiável do que os resultados do teste PP.

Os testes para o hiato tecnológico demonstram a não existência de raiz unitária tanto em nível como em primeira diferença, ou seja, essas séries são estacionárias. Esses resultados são importantes, pois indicam que o hiato ( $LnG$ ) pode ser utilizado nas estimativas das regressões cointegrantes com quaisquer outras variáveis que sejam estacionárias em nível ou em primeira diferença. Como ressaltado no item desta tese sobre as regressões cointegrantes, a pré-condição para que as regressões entre variáveis em nível não seja “espúria” é que essas variáveis sejam estacionárias, simultaneamente, em algum “operador *lag*”, ou seja, em nível ou em alguma diferença sucessiva (Charemza, Deadman, 1997; Holden, Perman, 1994).

Nas séries dos índices de especialização das exportações ( $LnZ_k$  e  $LnZ_s$ ) não existe uniformidade nas conclusões dos testes. As estatísticas t calculadas para ADF com duas e três defasagens indicam que os índices possuem raiz unitária em nível<sup>29</sup>, mas são estacionários em primeira diferença. Já os testes ADF com defasagens escolhidas pelo EViews e o teste PP indicam que, independente se em nível ou primeira diferença, as séries não apresentam raiz unitária. Assim como indicado na análise do hiato, essas diferenças não são importantes, pois o essencial é que elas sejam estacionárias em primeira diferença para que possam ser utilizadas nas estimativas das regressões cointegrantes.

A tabela 2 apresenta os resultados dos testes ADF e PP, considerando a presença de um intercepto e uma tendência linear.

---

<sup>29</sup> Os valores de t são menores do que os valores críticos apenas para os níveis de significância de 1% e 5%, o que faz com que, a esses níveis, não se rejeita a hipótese de raiz unitária. Já com 10% de probabilidade de erro (nível de significância), rejeita-se a presença de raiz unitária nas séries em nível.

**Tabela 2:** Testes com presença de intercepto e tendência linear para detectar raiz unitária – séries em nível e em primeira diferença ( $\Delta$ )

Séries	ADF(2)	ADF(3)	ADF(11*)	PP(3)
Ln y	<b>-2,15</b>	<b>-1,95</b>	<b>-2,30</b>	-4,49
$\Delta$ Ln y	-9,47	-5,30	-17,56	-12,71
Ln r	<b>-0,59</b>	<b>-0,09</b>	<b>-0,33</b>	-3,15
$\Delta$ Ln r	-10,56	-4,76	-5,98	-13,95
Ln x	<b>-1,83</b>	<b>-1,35</b>	<b>-1,31</b>	-2,95
$\Delta$ Ln x	-9,88	-5,82	-5,82	-13,76
Ln G	-5,50	-4,48	-10,25	-10,23
$\Delta$ Ln G	-9,34	-8,58	-8,58	-25,61
Ln Z <sub>k</sub>	<b>-3,11</b>	<b>-2,54</b>	-6,15	-6,14
$\Delta$ Ln Z <sub>k</sub>	-8,89	-6,68	-12,19	-15,57
Ln Z <sub>S</sub>	<b>-2,84</b>	<b>-2,14</b>	-5,37	-5,33
$\Delta$ Ln Z <sub>S</sub>	-8,74	-6,74	-10,81	-15,23

Valores críticos de MacKinnon para rejeição da hipótese nula de que existe raiz unitária: -4,07 (1%), -3,46 (5%), -3,15 (10%).

\*Número máximo de defasagens igual a 11.

A inclusão da tendência linear não altera as conclusões dos testes ADF realizados apenas com a presença do intercepto. Novamente as séries do produto, produtividade e exportações apresentam raiz unitária em nível e são estacionárias em 1ª diferença<sup>30</sup>. A série do hiato tecnológico continua sendo estacionária tanto em nível quanto em 1ª diferença<sup>31</sup>, sendo que a presença da tendência linear nas equações de teste reforça o resultado de estacionaridade, uma vez que amplia, em módulo, os valores das estatísticas t calculadas.

Já as séries dos índices de especialização das exportações são, inequivocamente, estacionárias em primeira diferença. Assim como nos testes descritos na tabela 1, a presença de raiz unitária em nível é indicada apenas pelos testes ADF (2) e ADF (3). Essas diferenças entre os testes não são

<sup>30</sup> Única exceção ao resultado da estatística do teste PP(3), que indica a série do produto estacionária também em nível.

<sup>31</sup> Os testes ADF e PP realizados sem a presença de intercepto ou tendência também corroboram os resultados obtidos nas tabelas 1 e 2.

expressivas para os exercícios econométricos posteriores, pois a condição necessária para as regressões cointegrantes é que as variáveis sejam estacionárias em primeira diferença.

### 3.4 Estimativas das regressões cointegrantes entre produto, exportações, hiato tecnológico e índices de especialização

Como descrito na metodologia, após realizar os testes de estacionaridade, o próximo passo é a realização dos testes de cointegração utilizando a metodologia de Johansen. Para evitar as “regressões espúrias” (Mills, 1993), é essencial que as variáveis aleatórias possuam alguma relação de longo prazo comum, e estatisticamente isso apenas se verifica se as séries temporais forem estacionárias, simultaneamente, no mesmo “operador *lag*” (Charemza, Deadman, 1997), ou seja, no mesmo número de diferenças. Se essa relação de cointegração se verifica, podem-se estimar as regressões cointegrantes entre as variáveis em nível. Ademais, a relação de cointegração é fundamental para estimar parâmetros consistentes do ponto de vista estatístico, através dos quais possam se realizar inferências sobre o comportamento das variáveis. A primeira relação de cointegração testada foi entre as séries de produto, hiato tecnológico e exportação e os índices de especialização da pauta de exportação. Os resultados do teste estão na tabela 3 abaixo:

**Tabela 3:** Teste de Johansen para cointegração e número de equações cointegrantes - Produto, Exportação, Hiato e Índice kaldoriano

Razão de Verossimilhança	Valor crítico 5% significância	Hipótese ( $H_0$ ) – Nº EC(s)
33,04057	24,15921	Zero
14,78930	17,79730	No máximo 1
7,588181	19,22480	No máximo 2

Equação de correção de erros não apresenta intercepto ou tendência linear, e possui duas diferenças sucessivas para as variáveis.

A equação estimada para a realização do teste não assumiu intercepto ou tendência linear nos dados. Na primeira linha da tabela 3 temos o teste da hipótese  $H_0$  de que não existe uma relação de cointegração entre as séries. Como a razão de verossimilhança calculada pelo teste de Johansen (33,04057) é maior do que o valor crítico a 5% de significância, rejeita-se a hipótese  $H_0$ , concluindo

portanto que existe uma relação de cointegração entre as séries consideradas. Com relação ao número de equações cointegrantes, o valor calculado da razão de verossimilhança na segunda linha está abaixo dos valores críticos. Isso faz com que a hipótese  $H_0$  não seja rejeitada, ou seja, existe no máximo uma equação cointegrante. Com isso, o teste de hipótese da terceira linha torna-se redundante. O teste de Johansen também fornece os coeficientes cointegrantes que são descritos na tabela 4 abaixo:

**Tabela 4:** Coeficientes Cointegrantes para a relação entre Produto, Exportação, Hiato e Índice kaldoriano

	Produto	Exportação	Hiato	Índice kaldoriano	Intercepto
Coef. Coit. Normalizados*	1	-0,223612	-0,266927	-0,017061	-1,981384

\*A estatística t indica que todos os coeficientes são estatisticamente significativos em um nível de 5% de significância.

O teste de Johansen fornece a equação cointegrante constituída pelos parâmetros descritos na tabela 4. Esses parâmetros já estão normalizados porque, como descrito na metodologia, já foram divididos pelo coeficiente que acompanha o produto. Isso é feito para que a equação cointegrante possua o formato da equação no modelo teórico, na qual o produto é a variável dependente. Além disso, as elasticidades são obtidas ao inverter o sinal dos coeficientes normalizados. Descrito de forma analítica, tem-se:

$$g_i - 0,124675 (x_i) - 0,266927 (G_i) - 0,017061 (zk_i) - 1,981384 = e_t \quad (\text{equação cointegrante normalizada});$$

Essa é uma combinação linear entre as séries temporais cujo resultado é um ruído branco ( $e_t$ ). Isolando o produto em um dos lados da equação tem-se a primeira estimativa das elasticidades para o modelo teórico (regressão cointegrante):

$$g_i = 1,981384 + 0,124675 (x_i) + 0,266927 (G_i) + 0,017061 (zk_i) + e_t \quad (12)$$

Alguns dos parâmetros cointegrantes estimados correspondem às relações teóricas discutidas no modelo teórico, mais especificamente os coeficientes associados às exportações e o hiato tecnológico (G). O primeiro coeficiente ratifica a hipótese dos modelos kaldorianos tradicionais de que o crescimento do produto é positivamente relacionado com o comportamento das exportações. É interessante notar que, para Dixon, Thirlwall (1975) esse coeficiente deveria ser estatisticamente próximo de 1, mas como discutido no capítulo teórico, isso pode se verificar para os países que já completaram o seu processo de “maturidade econômica”, esgotando as possibilidades de crescimento liderado pela expansão do “mercado interno”. Em países desenvolvidos, cuja suposição é de que já tenham consolidado a evolução dos seus mercados nacionais, o crescimento do produto é muito influenciado pelo crescimento das exportações. Esse não é o caso de países que não completaram seu processo de “amadurecimento econômico” tais como o Brasil. Para Kaldor (1966), nos “estágios intermediários” de desenvolvimento, outros componentes da demanda agregada, tais como o consumo das famílias e os investimentos, possuem mais influência sobre o comportamento do produto. Assim, o valor da elasticidade estimada de 0,12 pode ser considerada compatível com as características estruturais da economia brasileira no período considerado.

Outro parâmetro importante é aquele que mede os efeitos do hiato tecnológico (G) sobre o comportamento do produto. Como discutido na parte teórica, os modelos de *catching up* possuem a hipótese de que os países “atrasados tecnologicamente”, ou países “seguidores”, possuem uma vantagem relativa devido à possibilidade de imitação (ou absorção) de tecnologias desenvolvidas pelos países líderes, mas a um custo relativo menor para os países seguidores. Como ressalta Abramovitz (1986), o atraso tecnológico não é uma condição suficiente para o *catching up*, mas o salto tecnológico tende a afetar com maior intensidade as taxas de variação da produtividade e do produto dos países que conseguem absorver de forma eficiente as inovações tecnológicas desenvolvidas nos países líderes. Assim, a elasticidade estimada para a influência do hiato mede esse efeito da “distância tecnológica” sobre o crescimento do produto brasileiro, e seu valor é de aproximadamente 0,27 para o período considerado.

A última variável considerada nessa primeira equação estimada (12) é o índice de especialização das exportações, mais especificamente o “índice kaldoriano”. Como discutido na metodologia, o índice procura medir a participação relativa do excesso de *commodities* e produtos intensivos em recursos naturais sobre os produtos “intensivos em tecnologia” – produtos de baixa, média e alta intensidade tecnológica. Conforme a discussão de Kaldor (1966), ratificada por Dosi, Pavitt, Soete (1990), o aumento da especialização produtiva de uma economia, no sentido de redução da

participação das *commodities*, provoca uma mudança na sua pauta de exportações e, através da ampliação de sua demanda externa, um aumento do seu crescimento econômico.

O resultado para a elasticidade estimada é um valor positivo e, quando comparado às demais elasticidades, relativamente pequeno (0,017), significando que a evolução do excesso de *commodities* e produtos intensivos em recursos naturais sobre as manufaturas exerce pouca influência sobre o comportamento do produto. Uma hipótese para explicar o baixo valor dessa elasticidade é o fato de que os efeitos das *commodities* e intensivos em recursos naturais já foram captados pela elasticidade que faz a mediação entre o total das exportações e o produto.

Além disso, o resultado empírico possui um sinal contrário ao indicado pelo modelo de Dosi, Pavitt, Soete (1990). Como discutido no capítulo teórico, esses autores supõem que a redução das *commodities* na pauta de exportação amplia a demanda agregada das exportações do país, e via multiplicador keynesiano, ocorre um impacto positivo sobre o crescimento. Existem explicações possíveis para o sinal da elasticidade ser contrário ao sugerido pelo modelo teórico. A primeira delas se relaciona às características estruturais da economia brasileira. Conforme Kaldor (1966) enfatizou na sua discussão de “estágios de desenvolvimento”, países em estágios intermediários se caracterizam por terem se industrializado, mas sem completar seu processo de diversificação da pauta de exportações no sentido de produtos manufaturados. Assim, em países nos quais a participação relativa das *commodities* é elevada – como no caso brasileiro – a importância dos setores primários sobre o desempenho das exportações, e conseqüentemente sobre o crescimento do produto, ainda é expressiva. Em outras palavras, o desempenho exportador dos setores produtores de *commodities* influencia fortemente o crescimento econômico, via crescimento da pauta de exportações. Nesse sentido, o sinal positivo associado ao índice de especialização das exportações ( $zk_i$ ) pode estar refletindo essa característica estrutural da economia brasileira.

Quando se considera a participação agregada das *commodities* e dos bens intensivos em recursos naturais, segundo os dados da SECEX (2012), verifica-se que 55% dos produtos brasileiros exportados ao longo dos anos de 1989 a 2012 estão centrados nessas categorias, caracterizando uma pauta de exportação que, segundo os critérios de diferentes autores – tais como Prebisch (1950) e Furtado (2000a; 2003) – é típica e característica de países subdesenvolvidos, que não conseguiram “transbordar” os efeitos de seus processos de industrialização para sua pauta de exportação. Essa característica possui um efeito de séria “restrição” ao desenvolvimento do Brasil, pois as exportações são limitadas pelos movimentos exógenos da demanda internacional, enquanto que países com uma pauta centrada em produtos industrializados podem “criar demanda” a partir dos mecanismos resultantes da inovação tecnológica. E mesmo em períodos de forte expansão da

demanda externa por produtos primários, os modelos “norte-sul” mostram que o comércio internacional acaba transferindo renda dos países exportadores de produtos primários para os centros exportadores de bens manufaturados (Dutt, 1990; 1996; Porcile, Curado, 2002).

Ademais, existem intervalos dentro do período de análise, mais especificamente entre os anos de 2002 a 2008, que são “atípicos” em relação ao comportamento dos preços das *commodities*. Apesar dos aumentos de preços não serem significativos diante das tendências seculares, os primeiros anos do século XXI se caracterizou por um aumento expressivo dos preços desses bens em relação às duas últimas décadas do século XX (Ocampo, Parra, 2005). Além disso, de 2002 a 2008 a trajetória de alta dos preços das *commodities* não arrefeceu, contrariando a duração dos ciclos históricos de alta que, em média, desde 1980, não ultrapassavam 29 meses (Lima, Margarido, 2008). Isso reforça os estímulos para as exportações se concentrarem em *commodities* a partir de aumentos na demanda mundial ao longo desses anos. Mesmo com a crise da economia mundial em 2009, a taxa de crescimento média anual da exportação de *commodities*, entre os anos de 2002 a 2012, foi de 15,4% ao ano. No período anterior (1989 a 2001) a taxa foi de 3,8% ao ano (SECEX, 2012).

Outro fator importante para explicar a forte predominância das *commodities* na pauta de exportação brasileira nesse período é a presença marcante da China no comércio internacional. A China, entre os anos de 2000 e 2006, foi responsável pela absorção de 40% das exportações mundiais de soja, tornando-se o maior importador mundial desse produto (Lima, Margarido, 2008). Apesar do “efeito China” permitir que o Brasil acumulasse reservas internacionais entre 2002 a 2008 via expansão das exportações de *commodities*, Porcile, Pereira (2008) mostram que existe uma correspondência muito grande entre os principais produtos demandados pela China e a pauta de exportação brasileira, e os efeitos de longo prazo das intensas relações comerciais entre esses dois países acabam por aprofundar as dificuldades do Brasil em diversificar sua pauta de exportação nos sentidos das manufaturas de média e alta intensidade tecnológica. Nas palavras de Porcile, Pereira (2008, p.1):

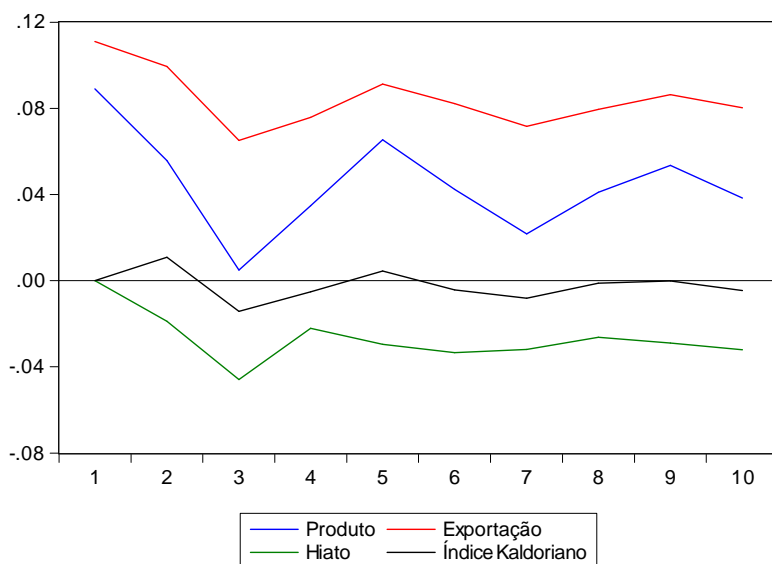
A expansão da demanda de *commodities* impulsionada por esses países (China e Índia) tem sido um fator favorável ao crescimento econômico. Ao mesmo tempo, ela tende a reforçar uma especialização em setores que no longo prazo não são os mais dinâmicos do ponto de vista de demanda e da geração de tecnologia. Tanto os indicadores de especialização do Brasil, como a análise do conteúdo tecnológico do comércio com a China, confirmam essa preocupação com relação à natureza da inserção brasileira no ciclo recente de expansão do comércio mundial.

Todos os fatores citados acima a respeito da participação das *commodities* na pauta de exportação brasileira, do comportamento dos preços das *commodities* e do padrão de comércio Brasil-China

podem explicar o sinal contrário ao indicado pela teoria para o parâmetro estimado que faz a mediação entre o índice de especialização kaldoriano e o comportamento do produto. O tamanho no período considerado, e especialmente o crescimento entre os anos de 2002 a 2012, dos setores produtores de *commodities* e intensivos em recursos naturais faz com que a redução da participação desses setores, na pauta de exportação brasileira, tenha um impacto negativo sobre o produto.

Como discutido na seção sobre metodologia, um instrumento útil de análise é a função impulso-resposta. Essa função simula as trajetórias para as  $n-1$  variáveis endógenas diante de um choque exógeno no resíduo da  $n$ -ésima variável. Esses choques se propagam pelo sistema, influenciando o comportamento das outras variáveis, a partir da estimativa de uma matriz de correlação entre os resíduos das variáveis. A única função que não será analisada é a que descreve o impacto de um choque exógeno no resíduo do produto sobre as demais variáveis, pois apesar de estatisticamente possível, do ponto de vista do modelo teórico o produto é a variável explicada, sendo, portanto mais útil analisar o impacto de choques exógenos sobre os resíduos das variáveis explicativas (exportações, hiato tecnológico e índice kaldoriano). O comportamento das variáveis em função de um choque exógeno no resíduo da série de exportações é descrito no gráfico 1 abaixo:

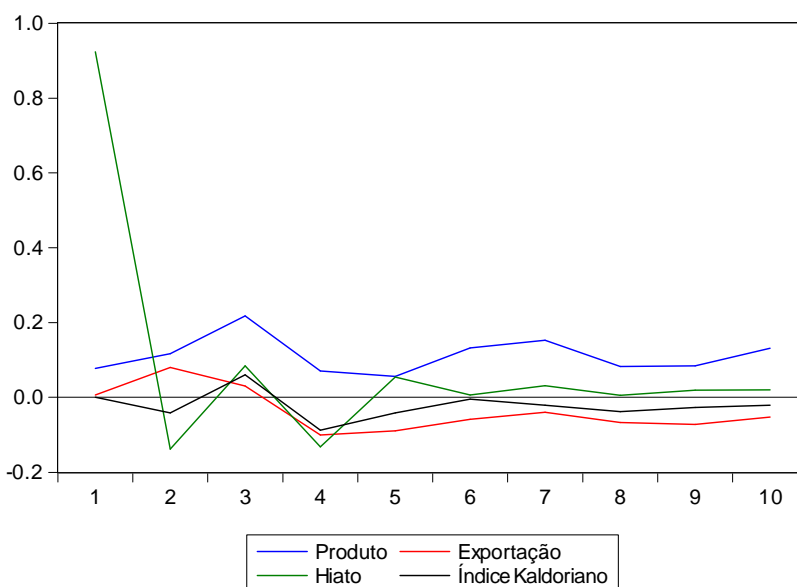
**Gráfico 1:** Funções resposta para um choque nas exportações – equação 12



As funções-resposta do gráfico 1 mostram que a série do produto é a que recebe o maior impacto de um choque exógeno nas exportações, o que ratifica a discussão teórica dos modelos kaldorianos no qual o crescimento é fortemente influenciado pelas exportações. A função impulso-resposta mostra também que o impacto sobre o produto, medido pelo desvio da série em relação ao seu valor médio,

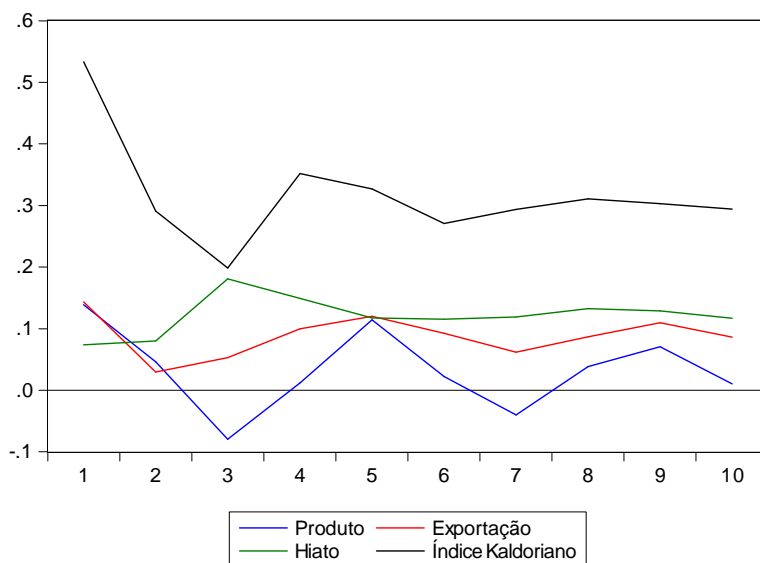
tende a ser permanente, pelo menos ao longo de dez trimestres. O hiato tecnológico do Brasil em relação aos EUA (medido pela produtividade relativa entre os dois países – produtividade EUA/produtividade Brasil) diminui e tal redução também permanece ao longo dos 10 trimestres. Esse comportamento do hiato tecnológico pode estar refletindo o efeito positivo que o crescimento do produto possui sobre a produtividade do trabalho brasileira, ou seja, reflete os efeitos dos retornos crescentes de escala. A variável cuja série não tem seu valor médio afetado por choques na exportação é o índice de especialização kaldoriano, que oscila “levemente” em relação à sua média. Em outras palavras, esse comportamento é uma evidência de que o crescimento do valor absoluto das exportações não proporciona mudanças na composição da pauta de exportações brasileira. O gráfico 2 mostra as funções impulso-resposta que descrevem o comportamento das séries em função de um choque nos resíduos do hiato tecnológico:

**Gráfico 2:** Funções resposta para um choque no hiato tecnológico – equação 12



Um choque exógeno no hiato tecnológico provoca uma resposta simultânea positiva na série do produto, que apesar de muito pequena em relação à sua média é permanente ao longo dos dez períodos. Esse fato reflete a hipótese neoschumpeteriana de *catching up*, de que a distância tecnológica permite a um país “seguidor” alavancar seu crescimento através da atividade de imitação/aprendizado tecnológico. As séries de exportação e índice de especialização sofrem pequenas modificações em resposta ao choque no hiato que tendem a se dissipar ao final do intervalo considerado. O gráfico 3 abaixo reflete as respostas das séries em função de um choque no índice de especialização kaldoriano:

**Gráfico 3:** Funções resposta para um choque no índice de especialização kaldoriano – equação 12



Um choque na série do índice de especialização da pauta exportadora provoca um comportamento cíclico na série do produto, mas que ao longo de dez períodos tende a se dissipar completamente. Esse resultado é coerente com o resultado descrito pela tabela 4, ou seja, a equação estimada (12) indicou uma relação positiva entre o índice de especialização da pauta e o crescimento do produto. Em outras palavras, existe uma relação positiva entre a participação das *commodities* na pauta de exportações e a série do produto. Como discutido anteriormente, os modelos teóricos indicam que o comportamento deveria ser contrário, ou seja, um aumento da participação das *commodities* tornaria a pauta de exportação “menos dinâmica” para atrair os aumentos de renda do mercado mundial, em função de um aumento da participação dos bens exportáveis com elasticidade-renda menor do que um (Prebisch, 1949). Isso implicaria em uma redução do crescimento do produto. No entanto, as hipóteses formuladas para explicar a relação entre as séries “contrária” ao previsto pelos modelos teóricos também podem ser utilizadas para explicar a reação das demais variáveis diante de um choque exógeno no índice de especialização kaldoriano. O fato do Brasil, no período considerado, não ter completado seu processo de diversificação da pauta de exportações faz com que as *commodities* tenham uma influência muito grande no comportamento das exportações e do produto.

Uma evidência interessante é a reação positiva do hiato tecnológico ao aumento do índice de especialização das exportações. Esse é um comportamento coerente com o previsto nos modelos teóricos, que enfatizam o fato de que uma pauta de exportações dominada pelos produtos primários contribui pouco para a absorção de novas tecnologias advindas dos países líderes. A hipótese do

*catching up* pressupõe que os países seguidores tenham indústrias capazes de se conectar aos avanços tecnológicos dos líderes e um aumento da participação das *commodities*, mesmo que no setor externo, diminuiriam a capacidade de “salto tecnológico” dos países seguidores. Uma das assimetrias fundamentais na dinâmica “centro-periferia” é a concentração do progresso tecnológico nos países centrais, especializados na produção e exportação de manufaturas (Prebisch, 1949; 1950). A função impulso-resposta mostra que o hiato tecnológico aumenta diante de um aumento da especialização da pauta de exportações em *commodities* e produtos intensivos em recursos naturais.

O próximo passo é estimar a mesma equação teórica anterior substituindo o “índice kaldoriano” de especialização das exportações ( $zk_i$ ) pelo “índice schumpeteriano” ( $zs_i$ ). A diferença entre os dois índices é que ( $zs_i$ ) considera a evolução da participação relativa da diferença entre as *commodities*, os produtos intensivos em recursos naturais e os de baixa intensidade tecnológica em relação às manufaturas de média e alta intensidade tecnológica. A variável  $zs_i$ , construída a partir do índice de Libânio (2012), é definida da seguinte forma:

$$zs_{it} = \frac{x_{1it} - x_{2it}}{X_{it}}$$

$zs_{it}$  = índice schumpeteriano de qualidade da pauta de exportações do país i no período t;

$x_{1it}$  = total das exportações de *commodities*, produtos intensivos em recursos naturais e manufaturas de baixa intensidade tecnológica do país i no período t;

$x_{2it}$  = total das exportações de manufaturas de média e alta intensidade tecnológica do país i no período t;

$X_{it}$  = total das exportações do país i no período t.

Em termos da classificação das exportações segundo apresentado no relatório da UNCTAD (2012) e adaptado para a classificação das mercadorias exportadas pelo Brasil <sup>32</sup>, os seguintes grupos de mercadorias – classificados como de baixa intensidade tecnológica – foram agregados às *commodities* e produtos intensivos em recursos naturais para formar  $x_{1it}$ : ferro fundido, ferro e aço; obras de ferro fundido, ferro ou aço; ferramentas, artefatos de cutelaria e de metais comuns; obras

<sup>32</sup> Como descrito na metodologia desta tese, foi construída uma correspondência entre a classificação da UNCTAD (2002) e a classificação das mercadorias disponibilizada pela SECEX (2012) a partir da *Nomenclatura Comum do Mercosul*.

diversas de metais comuns. Apesar do total das manufaturas de baixa intensidade tecnológica resultar da agregação de apenas quatro grupos de mercadorias, esses produtos tiveram uma participação média, sobre o total das exportações brasileiras, de aproximadamente 10% entre 1989 até 2012 (SECEX, 2012). Quando se considera que existem 99 grupos de mercadorias, pode-se dizer que esses quatro grupos têm uma importância significativa na pauta de exportação brasileira. O objetivo conforme ressaltado na metodologia é refinar o índice de especialização da pauta de exportação, tendo como referencial a literatura neoschumpeteriana, que enfoca a capacidade de realizar inovações tecnológicas como a variável mais importante para o desenvolvimento econômico, e a literatura cepalina, que atribui essa capacidade a setores industriais em detrimento a setores primários. A hipótese dessa tese é que as mercadorias de “baixa intensidade tecnológica” advém de setores manufatureiros com baixa capacidade de inovação.

Assim, conforme a metodologia de séries temporais, o primeiro passo é realizar o teste de Johansen para detectar se existem relações de cointegração entre produto, exportação, hiato e índice schumpeteriano. O resultado desse teste é descrito na tabela 5 abaixo:

**Tabela 5:** Teste de Johansen para cointegração e número de equações cointegrantes - Produto, Exportação, Hiato e Índice schumpeteriano

Razão de Verossimilhança	Valor crítico 5% significância	Hipótese ( $H_0$ ) – Nº EC(s)
35,09979	28,58808	Zero
13,92570	22,29962	No máximo 1
9,619032	15,89210	No máximo 2

Equação de correção de erros não apresenta intercepto ou tendência linear, e possui duas diferenças sucessivas para as variáveis.

Os resultados do teste para a existência de relação de cointegração com a presença do índice schumpeteriano são muito próximos aos testes com o índice kaldoriano. A primeira linha da tabela 5 indica que a hipótese ( $H_0$ ) de que não existe uma relação de cointegração pode ser rejeitada, com uma probabilidade de 5% de erro, uma vez que a razão de verossimilhança calculada pelo teste de Johansen (35,09979) é maior do que o valor crítico para a rejeição da hipótese (28,58808). A segunda linha da tabela 5 apresenta os resultados do teste para a hipótese  $H_0$  de que existe no máximo uma equação cointegrante para as variáveis em questão. O fato do valor da razão de verossimilhança ser menor do que o valor crítico indica que a  $H_0$  deve ser aceita, ou seja, existe uma

combinação linear entre as variáveis que resulta em um erro aleatório. Os coeficientes da equação cointegrante são descritos na tabela 6 abaixo:

**Tabela 6:** Coeficientes Cointegrantes para a relação entre Produto, Exportação, Hiato e Índice schumpeteriano

	Produto	Exportação	Hiato	Índice schumpeteriano	Intercepto
Coef. Coint. Normalizados*	1	-0,127412	-0,272173	0,051958	-2,151483

\*A estatística t indica que todos os coeficientes são estatisticamente significativos em um nível de 5% de significância.

Como descrito anteriormente, o teste de Johansen fornece os parâmetros normalizados e para a estimativa da equação teórica do modelo deve-se isolar o produto, obtendo-se a seguinte regressão cointegrante:

$$g_i = 2,151483 + 0,127412 (x_i) + 0,272173 (G_i) - 0,051958 (zs_i) + e_t \quad (13)$$

Quando se compara essa regressão cointegrante com a última regressão estimada com o índice de especialização kaldoriano (equação (12)), são observadas pequenas diferenças nos valores estimados das elasticidades que acompanham as exportações ( $x_i$ ) e o hiato tecnológico ( $G_i$ ). Mais especificamente, a “elasticidade-exportações” do produto continua com valor aproximado de 0,12, enquanto a elasticidade que mede a contribuição do *catching up* para o comportamento do produto brasileiro aumentou apenas 0,01, obtendo o valor de 0,27. Tais mudanças não são significativas em relação à regressão anterior. A única mudança que implica em uma interpretação diferente ocorreu com o valor do parâmetro que acompanha o índice de especialização da pauta de exportações brasileira. O valor em módulo desse parâmetro, apesar de maior do que na regressão anterior, continua indicando uma contribuição pequena dessa variável para o comportamento do produto – aproximadamente 0,05. A mudança significativa é que o índice de especialização schumpeteriano, ao contrário do índice kaldoriano, apresentou um sinal negativo, o que é condizente com as implicações do modelo de Dosi, Pavitt, Soete (1990). Em outras palavras, o sinal negativo indica que um aumento na especialização das exportações, no sentido das *commodities*, produtos intensivos em recursos naturais e de baixa intensidade tecnológica, possui um impacto de reduzir o crescimento do produto brasileiro. A diferença essencial entre os dois índices, como discutido na metodologia desse trabalho, é que o índice schumpeteriano é mais refinado ao considerar como produtos intensivos em tecnologia apenas aqueles classificados pela UNCTAD (2002) como sendo

de média e alta intensidade tecnológica. O índice schumpeteriano agrega os produtos classificados como de baixa intensidade tecnológica às *commodities* e aos intensivos em recursos naturais para calcular a participação relativa do excesso desses produtos sobre os intensivos em tecnologia. Com a utilização desse índice ( $sk_i$ ) a equação estimada torna-se mais consistente com as relações teóricas discutidas no capítulo anterior.

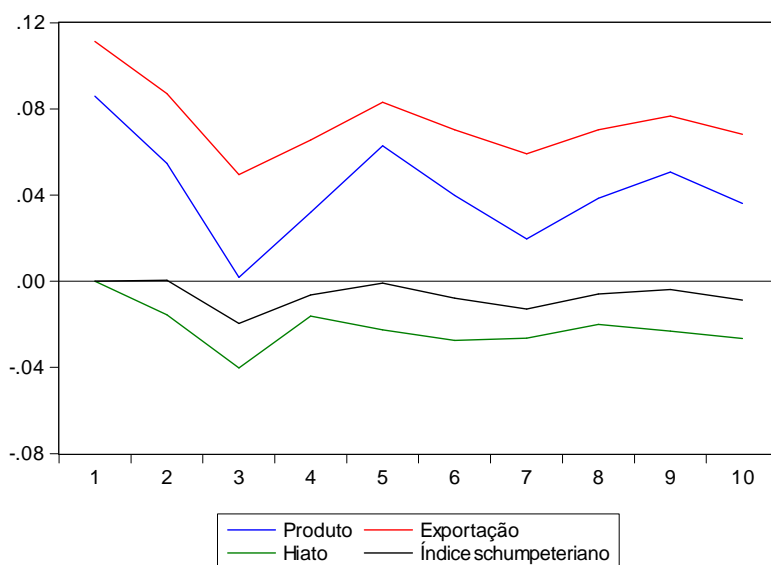
Essa inversão do sinal quando se usa o índice de especialização schumpeteriano pode ser justificada, e ao mesmo tempo interpretada, como uma evidência de que os setores produtores de manufaturas de baixa intensidade tecnológica<sup>33</sup> possuem uma capacidade inovadora pouco dinâmica e não apresentam as capacitações necessárias para gerar “transbordamentos produtivos e tecnológicos” capazes de impactar significativamente nos demais setores da economia (Llerena, Lorentz, 2004a; 2004b) e, conseqüentemente, no crescimento econômico. Assim, quando essas manufaturas – de baixa intensidade tecnológica – são agregadas às *commodities* e aos intensivos em recursos naturais, o índice fica mais sofisticado e, de fato, reflete a hipótese de que quanto maior for a participação de exportações de setores com baixo dinamismo tecnológico, menores serão os efeitos dessa especialização da pauta exportadora sobre o crescimento econômico.

Na sequência, são estimadas as funções impulso-resposta que descrevem os resultados aos choques nas variáveis da segunda equação cointegrante estimada (equação (13)). A única função que não será analisada é a que descreve o impacto de um choque exógeno no resíduo do produto sobre as demais variáveis, pois essa série é a variável dependente no modelo teórico. O gráfico 4 abaixo reflete as respostas das séries em função de um choque exógeno nos resíduos da série das exportações:

---

<sup>33</sup> No anexo 1 se encontra a classificação da UNCTAD (2002) com a relação dos grupos de produtos, inclusive os classificados como de baixa intensidade tecnológica. Dentro dessa categoria, os setores que mais se destacaram são os de ferro, aço e suas obras.

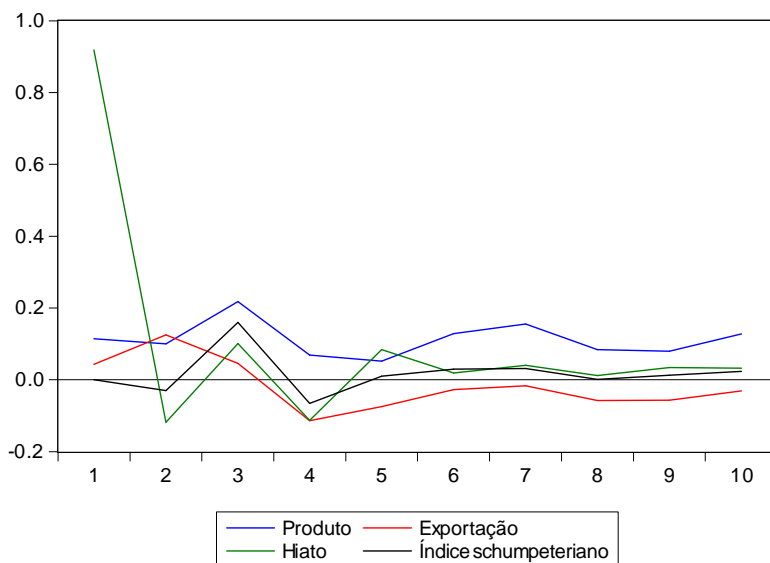
**Gráfico 4:** Funções resposta para um choque nas exportações – equação 13



As reações, ou “desvios em relação à média”, das séries diante de um choque nas exportações são muito próximas às descritas pelas funções do gráfico 1, que descrevem as funções impulso-resposta derivadas de um choque nas exportações, mas tendo na equação cointegrante o índice de especialização kaldoriano em detrimento do schumpeteriano. Assim, a variável que é mais influenciada com um choque nas exportações é o produto, que sofre um desvio positivo e permanente durante os dez períodos. Em consequência desse aumento no produto o hiato tecnológico brasileiro<sup>34</sup> apresenta uma queda que também persiste ao longo de dez períodos, o que pode ser explicado por um aumento na produtividade do trabalho no Brasil causado pela existência de retornos crescentes de escala. Em síntese, o aumento nas exportações causa mudanças no produto que, via retornos crescentes, causa aumentos na produtividade e redução do hiato tecnológico. Assim como o comportamento do “índice kaldoriano”, o índice schumpeteriano também modifica muito pouco em relação à sua média, ratificando a evidência anterior de que choques nas exportações possuem pouco impacto na diversificação da pauta de exportação brasileira. Os gráficos 5 e 6 abaixo mostram as funções resposta para choques no hiato tecnológico e no índice de especialização schumpeteriano, respectivamente:

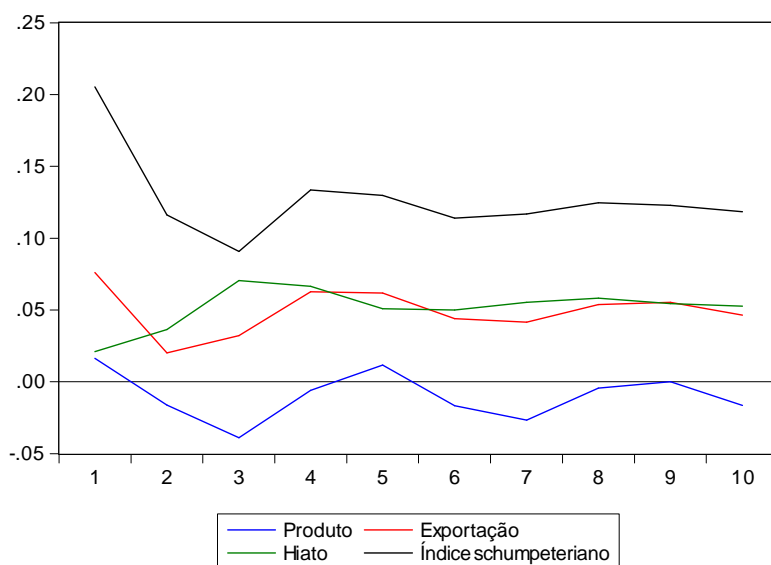
<sup>34</sup> Como descrito na metodologia, o hiato tecnológico é medido a partir das produtividades do trabalho relativas, entre EUA e Brasil.

**Gráfico 5:** Funções resposta para um choque no hiato tecnológico – equação 13



O gráfico 5 mostra que um choque positivo no hiato tecnológico faz com que o produto tenha um pequeno desvio positivo em relação ao seu valor médio, mas duradouro ao longo dos dez períodos considerados na função impulso-resposta. Assim como os resultados obtidos pelo gráfico 2, esse comportamento também é uma evidência para a influência positiva que a “distância tecnológica” possui sobre o crescimento do produto, em função dos mecanismos descritos pelos modelos de *catching up*. Importante destacar que esse efeito do hiato não se verifica no comportamento das exportações, que praticamente permanece em seu valor médio após o choque no hiato. Esse comportamento, de forma diferente à explicação anterior, fornece uma evidência de que o setor exportador brasileiro não consegue se apropriar das “vantagens do atraso” a partir da absorção de tecnologias inovadoras desenvolvidas nos países centrais. Conforme ressaltou Prebisch (1950), esse é um comportamento esperado para uma pauta exportadora centrada em *commodities* e produtos primários.

**Gráfico 6:** Funções resposta para um choque no índice de especialização schumpeteriano – equação 13



O gráfico 6 acima mostra o comportamento das séries após um choque positivo no índice de especialização schumpeteriano da pauta de exportações brasileira. As funções mostram que, apesar do produto apresentar uma reação cíclica, ele tende a retornar para seu valor médio ao final dos dez períodos. A evidência interessante é que o choque positivo no índice – o que implica um aumento na participação das *commodities*, dos produtos intensivos em recursos naturais e de baixa intensidade tecnológica no total das exportações – faz com que o hiato tecnológico entre Brasil e EUA tenha um desvio positivo e permanente ao longo dos 10 períodos. Esse comportamento é condizente com a equação 13 – tabela 6 – que mostra uma relação negativa entre o aumento na participação desses bens e o crescimento do produto. Supondo a existência de retornos crescentes de escala, isso implicaria em uma redução na produtividade do trabalho com conseqüente aumento no hiato tecnológico. As exportações, por sua vez, apresentam um desvio positivo em relação à sua média. Esse comportamento é esperado, uma vez que os produtos de baixa intensidade tecnológica representaram, em média, 10% da pauta de exportação brasileira entre 1989 e 2012. Um choque positivo no índice de especialização – o que significa um aumento da participação desses produtos na pauta (baixa intensidade tecnológica, *commodities* e intensivos em recursos naturais) – certamente teria um efeito positivo sobre o volume total das exportações brasileiras.

No próximo item serão apresentadas as estimativas dos parâmetros, a partir da metodologia de cointegração de séries temporais, para a segunda equação teórica proposta por essa tese. Ressalta-se que um dos parâmetros mais importantes a ser estimado é o que associa os efeitos da evolução do

produto do período anterior sobre o índice de especialização da pauta de exportações do período  $t$ , o que essa tese denomina de efeitos dos “retornos crescentes de especialização”.

### 3.5 Evidências empíricas para as relações entre índice de especialização, hiato tecnológico e produto em $t-1$

A segunda equação do modelo teórico a ser estimada é a equação número que estabelece uma relação entre os índices de especialização da pauta de exportação, o hiato tecnológico e o produto com uma defasagem temporal de um período ( $t - 1$ ). Os testes de estacionaridade para essas variáveis já foram realizados e seus resultados apresentados nas tabelas 1 e 2. Verifica-se que essas três variáveis são estacionárias em primeira diferença, o que permite a aplicação do teste de Johansen para determinar a existência de uma relação de cointegração e especificar os parâmetros da equação cointegrante. Inicialmente, o teste de cointegração será feito com o “índice kaldoriano” e os resultados serão analisados a partir da tabela 7 abaixo:

**Tabela 7:** Teste de Johansen para cointegração e número de equações cointegrantes Índice kaldoriano, Hiato e Produto ( $t-1$ )

Razão de Verossimilhança	Valor crítico 5% significância	Hipótese ( $H_0$ ) – Nº EC(s)
30,90253	22,29962	Zero
14,65763	15,89210	No máximo 1
2,054300	9,164546	No máximo 2

Equação de correção de erros apresenta intercepto e não apresenta tendência linear, e possui duas diferenças sucessivas para as variáveis.

A primeira linha da tabela 7 traz o resultado do teste da hipótese ( $H_0$ ) de que não existe uma relação de cointegração entre as variáveis. Como a razão de verossimilhança calculada é maior do que o valor crítico (com uma probabilidade de 5% de erro), essa hipótese é rejeitada, concluindo-se que a relação de cointegração é estatisticamente significativa entre o índice de especialização kaldoriano, o hiato e o produto ( $t-1$ ). Já a segunda linha da tabela 7 indica uma não rejeição da hipótese de que existe no máximo uma equação cointegrante entre as variáveis, uma vez que a razão de verossimilhança calculada (14,65763) é menor do que o valor crítico de 15,89210. Os coeficientes da equação cointegrante fornecidos pelo teste de Johansen são explicitados na tabela 8 abaixo:

**Tabela 8:** Coeficientes cointegrantes para a relação entre Índice kaldoriano, Hiato e Produto (t-1)

	Índice kaldoriano	Hiato	Produto (-1)	Intercepto
Coef. Coint. Normalizados*	1	-6,514822	3,952997	-27,73973

\*A estatística t indica que todos os coeficientes são estatisticamente significativos em um nível de 5% de significância.

O teste de Johansen fornece a equação cointegrante constituída pelos coeficientes normalizados descritos na tabela 8. Como nas estimativas anteriores, esses parâmetros são normalizados porque já foram divididos pelo coeficiente que acompanha o índice kaldoriano, uma vez que, na equação do modelo teórico, o índice kaldoriano é a variável dependente. Além disso, deve-se inverter o sinal dos coeficientes normalizados para obter as elasticidades. Descrito de forma analítica, tem-se:

$$kz_i - 6,514822(G_i) + 3,952997(g_{t-1}) - 27,73973 = e_t \text{ (equação cointegrante normalizada);}$$

A equação cointegrante fornece uma combinação linear entre as séries temporais cujo resultado é um ruído branco ( $e_t$ ). Isolando o índice kaldoriano em um dos lados da equação tem-se a estimativa das elasticidades para a equação (20) do modelo teórico (regressão cointegrante):

$$kz_i = 27,73973 + 6,514822(G_i) - 3,952997(g_{t-1}) + e_t \quad (14)$$

Como já discutido no capítulo anterior, a variável  $kz_i$  nesta tese foi definida como a participação relativa (em relação ao total das exportações) da diferença entre as *commodities* e os bens intensivos em recursos naturais sobre os demais bens exportados<sup>35</sup>. Assim, quanto maior o valor de  $kz_i$ , maior é a especialização da pauta exportadora em *commodities*. Na definição da variável  $z_i$  tal como especificada por Porcile, Cimoli (2007)<sup>36</sup>, a relação é contrária, pois um aumento no valor do índice significa que a pauta de exportações torna-se menos especializada na produção de *commodities* e

<sup>35</sup> Como enfatizado na metodologia, essa especificação é importante para evitar que os valores de  $kz_i$  e  $sz_i$  fossem negativos, o que inviabilizaria o cálculo dos logaritmos naturais das séries dos índices de especialização.

<sup>36</sup> A definição de Porcile, Cimoli (2007) para  $z_i$  segue a especificação apresentada por Dosi, Pavitt, Soete (1990).

mais diversificada no sentido dos manufaturados e intensivos em tecnologia<sup>37</sup>. Nesse sentido, apesar dos sinais associados às elasticidades terem um sinal contrário à equação teórica de Porcile, Cimoli (2007), como  $kz_i = -z_i$ , as relações de causalidades estão em consonância com o modelo teórico proposto por esses autores.

Além disso, Porcile, Cimoli (2007) indicam que existe uma relação negativa entre a distância tecnológica do país seguidor em relação ao líder – hiato tecnológico – e o aumento da participação dos bens “intensivos em tecnologia” em relação às *commodities*. Em outras palavras, quanto maior o hiato, maior a concentração da estrutura produtiva do país atrasado nas *commodities*. Essa relação foi ratificada pelo sinal positivo do parâmetro associado ao hiato (G) encontrado na estimativa econométrica, uma vez que impactos positivos no valor de  $kz_i$  significam uma maior participação das *commodities* na pauta de exportação brasileira. O valor absoluto da elasticidade estimada é aproximadamente 6,50, indicando que o hiato tecnológico possui uma influência muito expressiva sobre a estrutura da pauta de exportações brasileira.

Essa relação estimada é uma evidência de que o setor exportador brasileiro não consegue se utilizar da “vantagem do atraso” e realizar o *catching up*. Interessante ressaltar que na primeira equação estimada (equação 12) a influência do hiato sobre o comportamento do produto brasileiro, apesar de ser bem menor em módulo (aproximadamente 0,22), é positiva, ou seja, a absorção de tecnologia dos países líderes possui um impacto positivo para a economia como um todo. Essas duas estimativas caracterizam uma evidência de que existe uma “resistência” do setor exportador em incorporar inovações tecnológicas desenvolvidas pelos países líderes, mesmo quando tais inovações apresentam impactos positivos sobre os demais setores produtivos da economia. Essa característica já foi indicada por outros autores – Kaldor (1966), Prebisch (1950), Furtado (2000a) – como inerente a economias que não completaram seu processo de desenvolvimento, ou mais especificamente, que apresentam estruturas subdesenvolvidas. Em outras palavras, uma das características do subdesenvolvimento (Furtado, 2000a) é que uma economia consegue diversificar

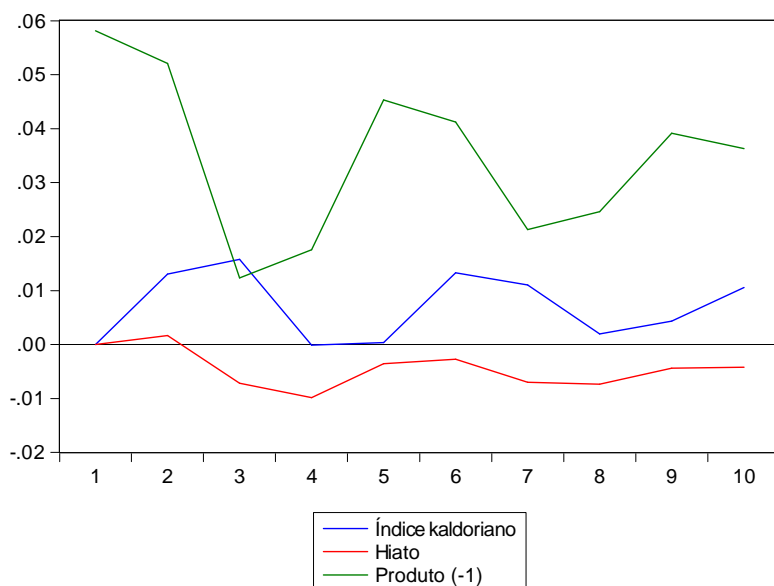
---

<sup>37</sup> Apesar de Porcile, Cimoli (2007) definirem o índice  $z_i$  como um índice de especialização de toda a economia, eles também adotam a hipótese de Dosi, Pavitt, Soete (1990) de que as variações na especialização produtiva da economia são instantaneamente refletidas em mudanças na especialização da pauta de exportação. Assim, as mesmas “relações de causalidade que afetam  $z_i$  podem ser utilizadas para explicar o comportamento da especialização da pauta de exportação, ou seja, o comportamento das variáveis  $kz_i$  e  $sz_i$ . No entanto, uma limitação importante desse modelo é que ela desconsidera um “ponto de estrangulamento” importante para o processo de desenvolvimento dos países descritos por Kaldor (1966), a saber, o processo de industrialização de uma economia atrasada pode não alcançar a pauta de exportações dessa mesma economia. Isso resulta em restrições importantes para o desenvolvimento, especialmente a partir de estrangulamentos no Balanço de Pagamentos. A literatura de crescimento econômico possui uma vertente significativa de modelos que consideram a restrição no Balanço de Pagamentos como a mais importante (ver McCombie, Thirlwall, 1994), mas essa tese não abordará esses modelos. No entanto, ao usar um índice de especialização específico para a pauta de exportações, elimina-se a necessidade da hipótese de que o processo de industrialização dos países atinge automaticamente a sua pauta de exportações.

sua estrutura produtiva, mas tal diversificação não consegue atingir a pauta de exportação, que continua especializada em produtos historicamente dominantes nesse setor.

Outro resultado importante da equação estimada acima (equação 14) é o valor do parâmetro denominado no capítulo teórico de “retornos crescentes de especialização”. Mais especificamente, o modelo proposto no capítulo teórico desta tese argumenta que existe uma relação de causalidade importante entre o comportamento do produto e a variação na especialização produtiva da pauta de exportações brasileira. Em consonância com a discussão inaugurada por Smith (1776), Young (1928) ressalta que o crescimento econômico estimularia o aumento das interações inter-firmas, resultando em uma diversificação maior das mercadorias produzidas pelas empresas nacionais e aumentando assim a especialização produtiva no sentido de bens com maior intensidade tecnológica. Em outras palavras, a elasticidade associada ao crescimento do produto no período anterior – que no modelo teórico corresponde ao parâmetro  $\delta_j$  – pode ser avaliada como uma *proxy* para esses retornos crescentes advindos de um aumento dos encadeamentos produtivos a partir da especialização inter-firmas. O sinal para a elasticidade estimada corresponde ao sugerido pelo modelo teórico, pois como ressaltado anteriormente, um aumento da variável  $z_i$  implica em uma elevação da participação das *commodities* na pauta de exportações brasileira. A elasticidade estimada possui sinal negativo, indicando que um aumento no crescimento do produto tende a reduzir o peso relativo das *commodities*, e o valor da elasticidade para os “retornos crescentes de especialização” é de aproximadamente 3,95. A seguir, serão estimadas as funções impulso-resposta entre as variáveis da equação 14.

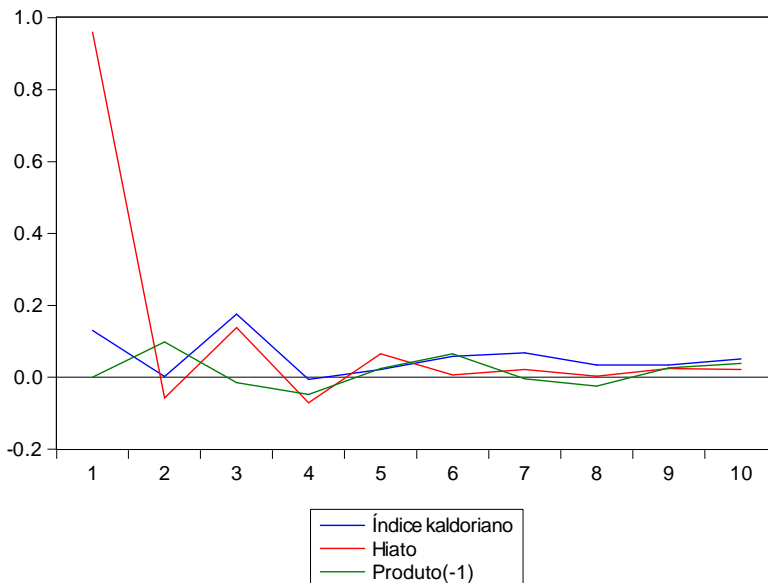
**Gráfico 7:** Funções resposta para um choque no produto (t-1) – equação 14



A função impulso-resposta do gráfico 7 mostra os efeitos sobre as séries diante de um choque positivo nos resíduos do produto do período anterior, ou seja, mostra os efeitos de um choque no produto, sobre as outras séries, depois de um semestre. Ao analisar as trajetórias, verifica-se que nenhuma delas tem um desvio significativo em relação à sua média, no entanto, o efeito sobre o hiato tecnológico é permanente ao longo dos dez períodos e negativo, ou seja, o hiato tecnológico diminui quando o produto (t-1) sofre um choque positivo. Esse efeito reflete, como estimado na primeira equação teórica do modelo, os retornos crescentes de escala. O impacto positivo no produto provoca, via retornos crescentes, aumento na produtividade do trabalho, o que proporciona uma redução do hiato tecnológico. O comportamento do índice de especialização kaldoriano mostra um comportamento cíclico após o choque no produto, mas tal choque não é suficiente para colocar o valor do índice abaixo de seu valor médio. Essa resposta pode ser interpretada como um indício de que os “retornos crescentes de especialização” somente se verificam quando o produto tem um crescimento contínuo ao longo de um intervalo de anos ou trimestres. Choques exógenos e pontuais em um período de tempo – como acontece nas funções impulso-resposta – não são suficientes para alterar permanentemente o índice de especialização kaldoriano da pauta de exportações. Em outras palavras, os choques no produto não perpetuam ao longo do tempo seus efeitos sobre  $kz_i$ .

O gráfico 8 descreve a reação das séries do produto(-1) e do índice de especialização kaldoriano após um choque exógeno nos resíduos do hiato tecnológico.

**Gráfico 8:** Funções resposta para um choque no hiato tecnológico – equação 14



O comportamento das séries mostra que um aumento na distância tecnológica não é suficiente para alterar o índice kaldoriano de especialização da pauta de exportações, ratificando a evidência associada aos parâmetros estimados de que o setor exportador brasileiro não foi capaz, no período analisado, de absorver tecnologias desenvolvidas nos países centrais e realizar o *catching up* tecnológico. Em outras palavras, a distância tecnológica não contribuiu para diversificar a pauta de exportações no sentido de bens mais intensivos em tecnologia.

A próxima relação de cointegração a ser estimada é entre o índice de especialização schumpeteriano ( $sz_i$ ) e as demais variáveis da equação anterior – hiato tecnológico e o produto do período t-1. Como essas variáveis são estacionárias em primeira diferença (vide tabelas 1 e 2), o teste de Johansen pode ser aplicado para detectar o número de equações cointegrantes e os parâmetros que fazem a mediação entre as variáveis.

**Tabela 9:** Teste de Johansen para cointegração e número de equações cointegrantes Índice schumpeteriano, Hiato e Produto (t-1)

Razão de Verossimilhança	Valor crítico 5% significância	Hipótese (H <sub>0</sub> ) – N <sup>o</sup> EC(s)
32,30260	22,29962	Zero
9,989213	15,89210	No máximo 1
3,124421	9,164546	No máximo 2

Equação de correção de erros apresenta intercepto e não apresenta tendência linear, e possui duas diferenças sucessivas para as variáveis.

O teste de cointegração de Johansen demonstra que a hipótese H<sub>0</sub> de que não existe uma relação de cointegração entre as variáveis deve ser rejeitada, pois a razão de verossimilhança calculada (32,30260) é maior do que o valor crítico com uma probabilidade de 5% de erro (22,29962). Na sequência, a hipótese de que existe no máximo uma equação cointegrante entre as variáveis deve ser aceita, pois a razão de verossimilhança (segunda linha da tabela 9) é menor do que o valor crítico, o que conduz a não rejeição de H<sub>0</sub>. A tabela 10 a seguir mostra os valores dos parâmetros estimados pelo teste de Johansen:

**Tabela 10:** Coeficientes cointegrantes para a relação entre Índice schumpeteriano, Hiato e Produto (t-1)

	Índice schumpeteriano	Hiato	Produto (-1)	Intercepto
Coef. CoInt. Normalizados*	1	-1,394650	1,565855	-12,25726

\*A estatística t indica que todos os coeficientes são estatisticamente significativos em um nível de 5% de significância.

Isolando o índice schumpeteriano obtém-se a regressão cointegrante, que é representada a seguir:

$$sz_i = 12,25726 + 1,394650(G_i) - 1,565855(g_{t-1}) + e_t \quad (15)$$

Assim como na equação anterior, os sinais associados às elasticidades do hiato tecnológico e do produto no período anterior ( $t-1$ ) correspondem aos indicados pelo modelo teórico de Porcile, Cimoli (2007). Como discutido anteriormente, a variável  $z_i$  desta tese foi construída para indicar que, quanto maior seu valor (quanto mais próximo de 1), maior seria a participação da diferença entre as *commodities*<sup>38</sup> e os produtos intensivos em tecnologia em relação ao total das exportações. Assim definida, as elasticidades estimadas correspondem às relações teóricas indicadas por Porcile, Cimoli (2007), nas quais o aumento do hiato tecnológico ( $G$ ) implica em uma redução da participação dos produtos intensivos em tecnologia na estrutura produtiva da economia. Para o modelo estimado, o aumento de 1% no hiato implica em um aumento do índice de participação das *commodities* em aproximadamente 1,40%. Quando a equação teórica é estimada utilizando-se o índice schumpeteriano (equação 15), o valor da elasticidade associada ao hiato diminui consideravelmente em relação à equação estimada com o índice kaldoriano, na qual seu valor é de aproximadamente 6,51. Isso implica que, ao se restringir a classe de produtos que seriam de “intensidade tecnológica” no cálculo do índice de especialização da pauta de exportações<sup>39</sup>, diminui o peso da “distância tecnológica” sobre a especialização da pauta exportadora brasileira. No entanto, mantém-se o argumento anterior, de que o sinal estimado para a relação entre o hiato tecnológico e o índice  $z_i$  reflete uma “dificuldade estrutural” dos setores exportadores brasileiros realizarem o *catching up* tecnológico. Mais do que isso, quando se compara com a relação estimada para a equação anterior (equação 13) entre o comportamento do hiato e do produto, conclui-se que o setor exportador tecnológico brasileiro não consegue se apropriar dos ganhos advindos do *catching up* tecnológico que a economia brasileira consegue realizar, medido pelo parâmetro positivo associado à variável  $G$  e com valor de aproximadamente 0,26.

O coeficiente que mede os “retornos crescentes de especialização” também apresentou um sinal em conformidade com o sugerido pela discussão teórica, ressaltando as evidências econométricas para a existência dessa relação: crescimento do produto aumentando a diversificação produtiva na direção de bens intensivos em tecnologia. Assim como a elasticidade associada ao hiato tecnológico, quando se estima a equação utilizando o índice schumpeteriano, o valor absoluto do parâmetro diminui significativamente. No caso da elasticidade de retornos crescentes, seu valor em módulo é de aproximadamente 1,56.

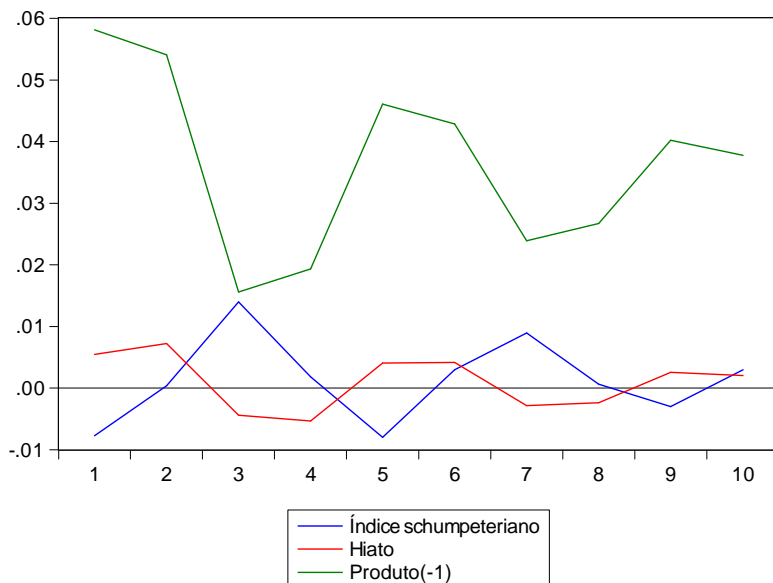
---

<sup>38</sup> Para o índice schumpeteriano, deve-se considerar a diferença entre a soma das *commodities* mais os produtos intensivos em recursos naturais mais os de baixa intensidade tecnológica, e a soma dos produtos de média e alta intensidade tecnológica.

<sup>39</sup> No caso do índice schumpeteriano, os produtos classificados por Lall (2000) como sendo de baixa intensidade tecnológica são agregados às *commodities* e aos intensivos em recursos naturais.

A seguir serão utilizadas as funções de impulso-resposta analisar a resposta das séries a choques exógenos nas variáveis explicativas em cada uma das equações.

**Gráfico 9:** Funções resposta para um choque no produto (t-1) – equação 15

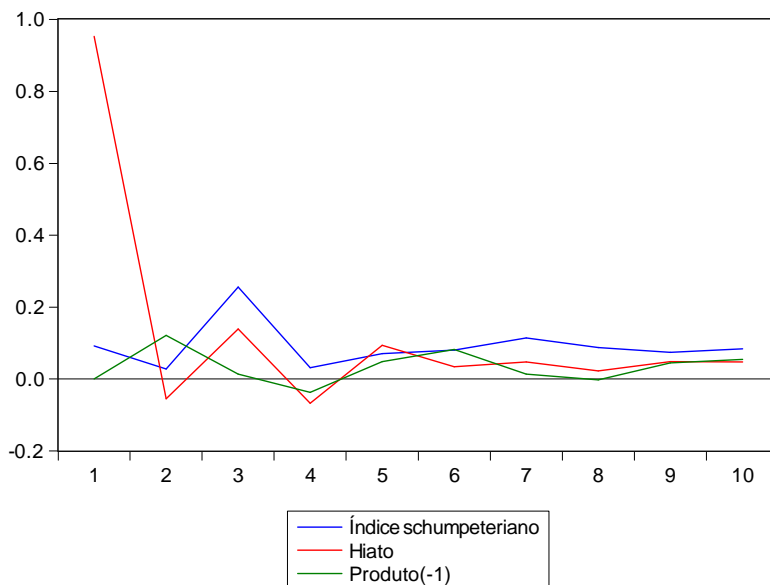


A função impulso-resposta do gráfico 9 mostra os efeitos de um choque positivo nos resíduos do produto do trimestre anterior sobre as séries do índice de especialização schumpeteriano e o hiato tecnológico. O comportamento das trajetórias é muito semelhante ao evidenciado no gráfico 7, pois as séries do hiato e do índice schumpeteriano respondem com um comportamento oscilatório ao choque no produto (t-1), sem, no entanto, que esse comportamento se caracterize em desvios significativos em relação aos seus valores médios.

Uma diferença importante entre o comportamento dos índices de especialização kaldoriano (gráfico 7) e schumpeteriano (gráfico 9) é que, diante de um choque em produto (t-1), o índice kaldoriano não sofre oscilações negativas em relação ao seu valor médio, ou seja, a função impulso-resposta indica que a pauta de exportações continua centrada em *commodities* e produtos intensivos em recursos naturais após um choque no produto do trimestre anterior. Já o índice schumpeteriano, apesar de retornar ao seu valor médio ao final dos dez períodos, sofre oscilações negativas em relação a esse valor, ou seja, a pauta de exportações modifica sua especialização no sentido de

produtos de média e alta intensidade tecnológica, no entanto, esses “retornos crescentes de especialização” não são permanentes ao longo dos dez períodos<sup>40</sup>.

**Gráfico 10:** Funções resposta para um choque no hiato tecnológico – equação 15



O gráfico 10 mostra que os efeitos de um choque exógeno nos resíduos do hiato tecnológico sobre a variável dependente da equação estimada – o índice de especialização schumpeteriano – é muito pequeno, o que reforça mais uma vez a evidência anterior de que o setor exportador brasileiro, no período considerado, não conseguiu produzir o *catching up* tecnológico e modificar sua pauta de exportações no sentido de produtos intensivos em tecnologia. Choques na “distância tecnológica” possuem o efeito contrário, ou seja, a pauta torna-se mais centrada em *commodities*, ressaltando que, esse desvio positivo do índice schumpeteriano em relação ao seu valor médio é muito pequeno.

O próximo item desta tese buscará sistematizar, em suas conclusões, as principais contribuições tanto dos dois primeiros capítulos teóricos como deste capítulo com estimativas para os principais parâmetros do modelo teórico.

<sup>40</sup> Pode-se fazer uma analogia entre essa mudança temporária na pauta de exportações com os “retornos crescentes estáticos” kaldorianos. Esses retornos crescentes são reversíveis, ou seja, os efeitos de um crescimento do produto sobre a produtividade terminam quando o produto diminui sua taxa de crescimento. Assim, esse efeito temporário sobre o índice schumpeteriano diante de um choque no produto pode ser chamado de “retornos de especialização estáticos”.

## CONCLUSÕES

O capítulo 3 desta tese buscou evidências empíricas para as relações entre crescimento do produto, exportações, hiato tecnológico e especializações produtivas da pauta de exportação, para a economia brasileira ao longo dos anos de 1989 a 2012, tendo como referência o modelo teórico proposto no capítulo 2 desta tese. Nesse modelo, destaca-se a hipótese de que existe uma relação de causalidade circular entre a especialização da pauta de exportação e o crescimento do produto. A literatura específica de *crescimento orientado pela demanda*, em especial os modelos de origem kaldoriana com ênfase no crescimento liderado pelas exportações (Dixon, Thirlwall, 1975) e com ênfase nas restrições do Balanço de Pagamentos (McCombie, Thirlwall, 1994), destacam a importância que uma pauta de exportações centrada em manufaturas possui para alavancar o crescimento da economia. Esse crescimento ocorre através dos encadeamentos produtivos que um setor exportador de manufaturas estabelece com o restante da economia (o parâmetro  $\gamma$  do modelo Dixon, Thirlwall, (1975) seria uma medida para a intensidade desses encadeamentos), ou através de sua contribuição para reduzir os déficits no Balanço de Pagamentos com uma inserção mais dinâmica da demanda pelas exportações em períodos de crescimento da renda mundial (elasticidades-renda da demanda por manufaturas é maior do que elasticidades-renda das *commodities*).

As contribuições de autores ligados à CEPAL, especialmente nas décadas de 50 e 60, também reforçam o argumento e, mais do que isso, a indicação de políticas de Estado, de que o processo de industrialização deveria atingir a pauta de exportações dos países latino-americanos (Prebisch, 1949; 1950). Modificar a herança histórica de uma pauta centrada em setores primários era condição primordial para superar a condição de subdesenvolvimento. Em outras palavras, a relação de causalidade que foi se consolidando na literatura de desenvolvimento e crescimento econômico é de que as mudanças estruturais na pauta de exportação provocam processos contínuos de crescimento econômico e superação de estruturas subdesenvolvidas (Furtado, 2003).

O crescimento do produto, enquanto variável que é causa de mudanças no comportamento de outras variáveis, também foi utilizado pela literatura de origem kaldoriana desde o seu nascimento (Kaldor, 1966), com o chamado “coeficiente de Verdoorn”, ou seja, a suposição de que o setor industrial se submete a retornos crescentes de escala toda vez que há um aumento na demanda agregada. Assim, o crescimento econômico provocaria mudanças na produtividade do trabalho que, a partir de mecanismos de ampliação do mercado interno – desde que uma parte dos ganhos de produtividade fossem repassados para os salários – e, em fases posteriores de

desenvolvimento, a partir de ganhos de competitividade para as exportações, retroalimentaria o crescimento econômico inicial. Importante destacar que o próprio Kaldor (1966) entendia que o crescimento do produto é fonte de retornos crescentes, mas devem existir mecanismos de aprendizado tecnológico por parte das empresas que permitam perenizar esses ganhos de produtividade, senão eles seriam reversíveis, ou seja, desapareceriam se o crescimento do produto diminuísse. Kaldor denominou esses efeitos de “retornos crescentes estáticos”, ou seja, eles ocorrem pontualmente em situações de elevada taxa de crescimento<sup>41</sup>. Toda vez que o crescimento é acompanhado por modificações estruturais – especialmente relacionadas às condições no processo de produção ou ao surgimento de novos produtos – Kaldor (1966) denomina os efeitos sobre a produtividade como “retornos crescentes dinâmicos”. Assim, a demanda é uma condição necessária para iniciar processos de retornos crescentes de escala, mas *não é uma condição suficiente* para perpetuá-los ao longo do tempo.

Em consonância com essa discussão, a literatura neoschumpeteriana enfatiza não especificamente as modificações na pauta de exportação, mas ressalta a importância de outras mudanças estruturais na economia, especialmente interligadas com a realização eficiente do processo de inovação tecnológica, fonte primordial para o desenvolvimento econômico nessa literatura. Ao final da década de 70 e meados da década de 80, tal literatura buscou entender esse processo de inovação tecnológica como ocorrendo não apenas dentro da economia de um único país, mas no contexto de um sistema econômico mundial, na qual prevalecia uma dicotomia fundamental entre os países “líderes” e os países “seguidores” (Abramovitz, 1986; Fagerberg, 1988a; 1988b). Ao buscar o entendimento das interações entre esses dois grupos de países, a relação de causalidade que se consolida é a seguinte: a “distância tecnológica”, ou o hiato tecnológico, é uma condição importante para que os países atrasados viabilizem “saltos” em sua taxa de crescimento e/ou na sua estrutura produtiva (incorporando novos setores industriais), desde que tenha sucesso em absorver tecnologias produzidas nos países líderes, ou, na terminologia de Prebisch (1949), nos países centrais. Duas questões são importantes para efetivar o *catching up*: a primeira, quais são as condições necessárias para transformar o hiato em uma vantagem do atraso; a segunda é determinar qual momento da trajetória tecnológica de uma inovação seria ideal para o país seguidor absorver tal tecnologia.

---

<sup>41</sup> Do ponto de vista das empresas, poder-se-ia afirmar que exemplos das fonte de tais retornos estáticos são um aumento na ocupação de máquinas e equipamentos, e/ou um aumento na intensidade da jornada de trabalho, que proporcionariam redução de custo médio e aumento da produtividade por hora trabalhada. Esses ganhos deixam de existir se terminam os aumentos na escala de produção, supondo que não ocorram mudanças tecnológicas.

A primeira questão foi amplamente discutida na literatura e, inicialmente, focada nas “capacitações sociais” que um país atrasado deveria possuir para crescer a taxas maiores do que os países líderes (Abramovitz, 1986). Posteriormente, e muito em função dos estudos sobre as experiências históricas dos países e seus processos de incorporação de novas tecnologias, a literatura evoluiu para o conceito mais amplo de “sistemas nacionais de inovação” (Nelson, 1993; Freeman, 1995), no qual a grande diferença para o conceito anterior de capacitações sociais é que se incorpora a essa definição o estudo das funções e das estruturas das instituições que participam do processo de inovação além das empresas. O conceito fica mais próximo da própria modelagem neoschumpeteriana para a concorrência entre empresas e os efeitos para a estrutura dos mercados – denominada genericamente de “modelos evolucionários” (Nelson, Winter, 1992). Um sistema nacional de inovação contém as capacitações sociais descritas por Abramovitz (1986), mas as relações entre as instituições e a capacidade de aprendizagem e adaptação das mesmas às condições específicas de cada país, a fim de construir suas “capacitações para a interação”, torna-se uma variável relevante para o sucesso do *catching up* (Lundvall, 1995).

A segunda questão, sobre o *timing* de entrada dos países seguidores em trajetórias e paradigmas tecnológicos inovadores, foi muito bem sintetizada por Perez, Soete (1988). Fundamentalmente, o problema se resume a responder a seguinte pergunta: a probabilidade de sucesso aumenta quando se entra nos estágios iniciais de uma tecnologia inovadora – quase que simultaneamente ao surgimento desta no país líder – ou quando ela já está consolidada no mercado? Existem vantagens e desvantagens de se entrar em cada uma das etapas, mas a questão importante aqui é que a literatura neoschumpeteriana enfatiza que a “janela de oportunidade” está nas fases iniciais, quando o processo de “tentativa e erro” é mais intenso, o risco de insucesso é maior, mas no caso do país seguidor conseguir absorver a tecnologia, o salto é mais expressivo e os ganhos advindos se perpetuam por um período maior do que no caso de entrada do país seguidor em uma trajetória tecnológica inovadora que já está na última fase. As experiências internacionais mostram que a entrada nas fases iniciais é o que viabiliza o surgimento de “novos setores industriais” (Nelson, 1993), modificando expressivamente outros setores da economia e irradiando incentivos para a inovação “a montante e a jusante” das cadeias produtivas do país seguidor que, em algum estágio do processo de produção, se relacionam com as empresas nascentes das novas tecnologias.

No entanto, e este é um ponto fundamental na tentativa de estabelecer um diálogo entre as contribuições kaldorianas e schumpeterianas, apesar da fase inicial ser a mais importante para o

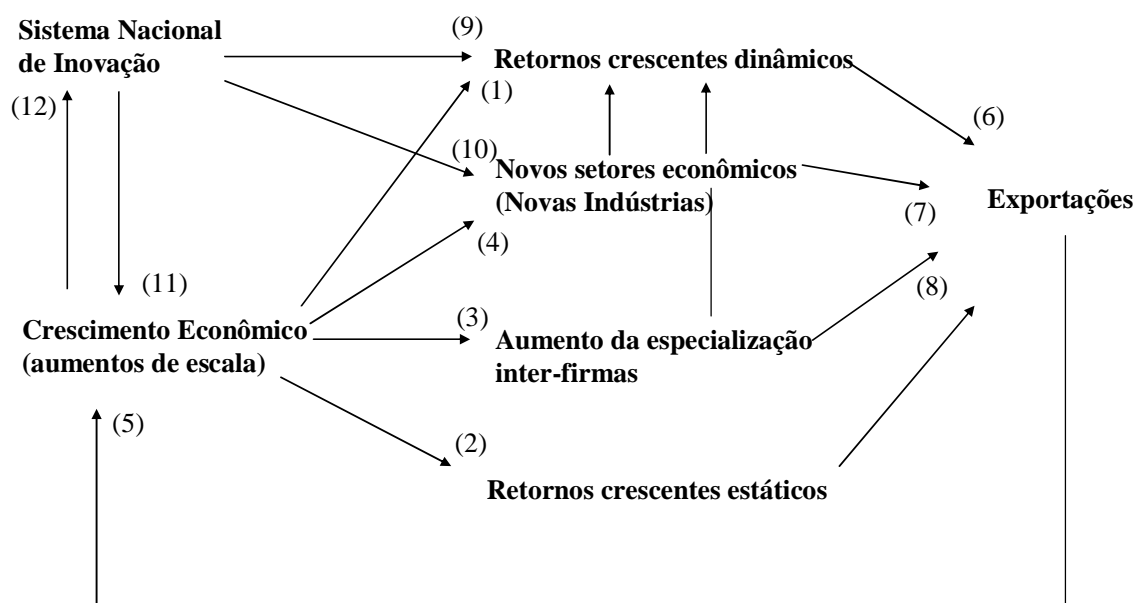
processo de *catching up*, é a que menos depende do componente demanda, ou da escala de produção (Perez, Soete, 1988). Essa característica é evidente, pois uma vez que as trajetórias tecnológicas dominantes no novo paradigma ainda não estão definidas, a demanda para os novos produtos ou processos de produção (setor de bens de capital) é extremamente reduzida e muitas vezes inexistente (Dosi, 1984). A escala de produção será importante para a continuidade do processo de inovação apenas quando as “especificações técnicas dominantes” emergem da concorrência entre as empresas que estão buscando internalizar e consolidar a inovação nos países seguidores. Não raras vezes, o mercado interno é tão escasso para os novos produtos que, em diversas experiências históricas, as empresas nascentes nesses novos paradigmas já buscam, desde o início, os mercados internacionais e portanto já nascem com uma vocação exportadora (Kim, Nelson, 2000). Daí emerge uma outra “lição histórica”: os países seguidores que obtêm sucesso ao entrarem nos estágios iniciais de desenvolvimento de novas tecnologias (que depende muito pouco dos componentes relacionados à demanda), também obtêm, quase que simultaneamente, sucesso em diversificar sua pauta de exportação. Já países seguidores que obtêm sucesso em incorporar novas tecnologias quando essas já estão “maduras” e consolidadas nos países líderes (fase IV de Perez, Soete (1988)), conseguem um novo ciclo de investimentos que renova a “idade tecnológica” da sua indústria nacional, sucesso em aumentar a produtividade de setores tradicionais e, conseqüentemente viabilizam um crescimento econômico significativo. No entanto, mesmo modificando o perfil da oferta interna, esse processo não permite uma diversificação da pauta de exportação, pois a entrada no mercado internacional implica em competir com empresas dos países líderes que consolidaram essa tecnologia e, conseqüentemente, também consolidaram fatias expressivas do mercado mundial. E, além disso, uma implicação importante para o país seguidor que entra na fase IV das trajetórias tecnológicas é que a incorporação nessa fase ocorre, principalmente, a partir da importação de máquinas e equipamentos e serviços de *know-how* dos países líderes, o que modifica o perfil da pauta de importação do país seguidor, em geral ampliando os déficits na balança comercial.

Para que um país seguidor, que obteve êxito na incorporação de inovações enquanto essas já alcançaram a maturidade nos países líderes, consiga também incorporar os novos produtos em sua pauta de exportações e competir no mercado internacional com os países líderes, as *vantagens de custo e cambiais* são fundamentais. Em outras palavras, custos menores de produção e uma taxa de câmbio desvalorizada em relação aos líderes podem auferir vantagens ao seguidor que viabilize a competição no mercado mundial. No entanto, para Dosi, Pavitt, Soete, (1990, p. 210) as vantagens de custo possuem um limite quando os salários atingem o

“mínimo socialmente aceito”. Em relação ao câmbio, os autores não avaliam os efeitos de desvalorizações cambiais – apesar do modelo fornecer elementos analíticos para essa análise – e apenas justificam essa opção afirmando que o caminho mais eficiente para alavancar o crescimento – via mudanças na especialização produtiva dos países – é através da inovação tecnológica (“*technological dominance*”). Apesar de reconhecerem explicitamente a existência dos mecanismos kaldorianos de crescimento e “causações circulares” entre os retornos crescentes de escala, competitividade das exportações e crescimento do produto (Dosi, Pavitt, Soete, 1990, p. 229), os autores não explicitam claramente as razões pela ênfase na opção pela trajetória de crescimento via “dominância tecnológica”. No entanto, essa opção torna-se mais clara quando se considera toda a literatura neoschumpeteriana sintetizada especialmente por Perez, Soete (1988) e Nelson (1993), na qual os processos de *catching up* exitosos ocorreram quando os países entraram na fase das trajetórias de inovação na qual os incentivos do “lado da demanda” são relativamente menos importantes. Nessa fase, a capacidade do sistema nacional de inovação funcionar como uma “parabólica” aos deslocamentos da fronteira de conhecimento técnico e científico (Albuquerque, 1999) e decodificar/transbordar esse conhecimento para os setores nascentes é a variável mais crítica para o *catching up*.

Entre os autores cepalinos, pode-se dizer que Fajnzylber (1984) foi o que também argumentou no mesmo sentido dos neoschumpeterianos, ao afirmar que a periferia somente conseguiria modificar sua condição subdesenvolvida – inclusive a mudança na pauta de exportações – quando criasse um “núcleo endógeno” de inovação tecnológica. Entre os autores kaldorianos, Setterfield (1997) foi o que melhor fez a “transposição” dos argumentos neoschumpeterianos para a estrutura conceitual dos retornos crescentes estáticos e dinâmicos de Kaldor (1966). O modelo de Setterfield (1997) supõe que a evolução dos retornos crescentes dinâmicos depende das “capacitações institucionais” de um país ou região, e quanto mais uma tecnologia se difunde pelo sistema econômico, maiores são os encadeamentos produtivos entre as empresas dentro do paradigma tecnológico dominante (*interrelatedness*). Esse processo reforça os efeitos descritos por Young (1928) de que o crescimento econômico amplia a “especialização inter-firmas”, mas pela ótica da ampliação das relações entre as empresas em função das interdependências tecnológicas. No entanto, Setterfield (1997) afirma que esse aumento nos encadeamentos tecnológicos cria uma “armadilha” para o sistema econômico, uma vez que aumenta os custos para as empresas internalizarem inovações tecnológicas que modifiquem radicalmente esses encadeamentos. Com o passar do tempo, os retornos crescentes dinâmicos se esgotam e a alternativa são inovações institucionais, que se constituem para Setterfield (1997) no surgimento de novas indústrias capazes de difundir inovações tecnológicas pelo sistema econômico. Esse

argumento é muito similar à conclusão dos sistemas nacionais de inovação, nos quais o *catching up* que permite o salto dos países seguidores está associado ao surgimento dessas “empresas nascentes” capazes de transbordar e difundir as inovações absorvidas, na fase inicial de maturidade, dos países líderes. Esses mecanismos teóricos, kaldorianos e schumpeterianos, e suas relações de causalidade estão sintetizados na figura 3 abaixo:



Fonte: Elaboração Própria

**Figura 3:** Relações teóricas explicativas do crescimento econômico a partir dos principais elementos kaldorianos e neoschumpeterianos

Como discutido no primeiro capítulo desta tese, uma característica importante dos modelos kaldorianos e neoschumpeterianos são as relações de causalidade circulares existentes entre as variáveis. Assim, todas as variáveis são causas de modificações no sistema econômico, mas, em função das relações circulares, também respondem às modificações de outras variáveis. Apenas para possibilitar a descrição dessa cadeia de relações, supõem-se inicialmente impactos positivos no crescimento econômico e a criação de inovações tecnológicas pelo sistema nacional de inovação. As relações de causalidade serão descritas a partir dos números que acompanham as setas da figura 3.

- (1) Um dos efeitos proporcionados pela ampliação da escala de produção – via coeficiente de Verdoorn – são os ganhos de produtividade permanentes denominados retornos crescentes dinâmicos. Tais retornos devem ser perenes e, portanto, sua principal fonte são modificações tecnológicas nas empresas. A intensidade dessas modificações tem um componente relacionado **às capacitações internas das empresas**, especialmente suas capacidades de aprendizado dos processos de produção (*learning by doing*) e as possibilidades de adaptação de suas rotinas e procedimentos em função desses aprendizados. Os modelos evolucionários neoschumpeterianos (Nelson, Winter, 1992) são os micro-fundamentos para esse fenômeno cuja causa e consequências têm repercussões sobre o sistema em nível macro. Na continuidade das cadeias de causalidade, os retornos crescentes dinâmicos proporcionarão ganhos de competitividade para a economia, que **podem ou não** atingir a pauta de exportações. A hipótese adotada por kaldorianos e neoschumpeterianos (Dosi, Pavitt, Soete, (1990)) é que quanto mais especializada for a pauta de exportação no sentido dos bens manufaturados, maiores serão os efeitos dos retornos crescentes dinâmicos para o crescimento das exportações. Essa hipótese implica que uma parte das empresas que produzem manufaturas para o mercado interno também teria capacidade exportadora e, nesse sentido, a transmissão dos retornos crescentes para o desempenho das exportações seria automática. Os micro-fundamentos necessários para explicar como a parcela dos retornos crescentes dinâmicos internos às firmas pode conduzir a uma diversificação da pauta de exportações devem incorporar a importância da taxa de câmbio como “indutor” de capacidade exportadora por parte das empresas. Autores como Gala e Libânio (2011) analisam os efeitos de desvalorizações do câmbio real sobre a produtividade do trabalho. Bresser-Pereira (2011) constrói uma analogia entre o câmbio real e um “interruptor”, que teria a capacidade de, ao sofrer desvalorizações, “ligar” esses setores intensivos em tecnologia. Isso ocorreria pelo fato de que o câmbio desvalorizado, ao aumentar a competitividade das exportações no mercado externo, teria a capacidade de ampliar a lucratividade esperada dos investimentos dos setores exportadores mais “intensivos em inovações”, o que permitiria mudanças estruturais. Míssio (2012) propõe uma formalização matemática para os efeitos das desvalorizações cambiais sobre as elasticidades da pauta de exportação de um país, o que se constitui em um modelo importante para justificar os micro-fundamentos do câmbio funcionando como indutor de diversificação da pauta exportadora.
- (2) Outro efeito proporcionado pela ampliação da escala de produção são os ganhos reversíveis de produtividade do trabalho denominados retornos crescentes estáticos. Os ganhos de produtividade podem ocorrer por um aumento na intensidade da jornada de trabalho, ou por

um aumento na ocupação da capacidade instalada, o que implicaria em reduções do custo médio e aumentos na produtividade por “efeitos pecuniários” (Henderson, 2003). Tais ganhos desapareceriam com uma diminuição da escala de produção. A ausência de mudanças tecnológicas neste caso faz com que o transbordamento dos retornos estáticos para a diversificação da pauta de exportação – surgimento de capacidade exportadora em empresas que antes ofertavam apenas para o mercado interno – seja mais dependente da taxa de câmbio do que na situação dos retornos crescentes dinâmicos. No entanto, assim como o câmbio pode “ligar” esses setores, a ausência de aprendizado tecnológico faz com que eles sejam mais suscetíveis ao “desligamento” diante de valorizações cambiais.

- (3) Essa relação causal pode ser chamada de “efeito Young”. Como discutido no capítulo teórico, o aumento da demanda amplia os incentivos para aumentar a divisão do trabalho inter-firmas, ou seja, aumenta a especialização das empresas em determinadas etapas do processo produtivo, gerando ganhos de produtividade ao longo de toda cadeia de produção. Esse efeito pode implicar no surgimento de novas indústrias ou no aumento de tamanho de indústrias já existentes, mas em qualquer uma das possibilidades o efeito Young reforça os retornos crescentes dinâmicos, pois esses ganhos de produtividade são permanentes. Importante explicitar que esse efeito está mais relacionado à “quebra” dos processos de produção entre várias empresas que antes estavam presentes em uma única unidade produtiva e, portanto, é mais comum em setores de baixa complexidade tecnológica, tais como os setores produtores de bens de consumo não duráveis.
- (4) Essa relação pode ser chamada de “efeito Setterfield” e, apesar de também resultar em ganhos de produtividade decorrentes do aumento da especialização inter-firmas, tal efeito não ocorre apenas de uma “quebra” do processo de produção entre diferentes empresas. Tais especializações surgem como uma decorrência – e até mesmo uma imposição técnica – do aproveitamento mais eficiente do paradigma tecnológico dominante no setor. Esse efeito ocorre em setores produtores de bens de consumo duráveis e bens de capital, nos quais é muito comum que empresas-líderes busquem capacitar novas empresas fornecedoras de insumos, materiais e componentes com maior intensidade tecnológica. Apesar de resultar necessariamente em novas indústrias, o efeito Setterfield também pode conduzir ao efeito *lock-in*, ou de “aprisionamento” em determinadas trajetórias tecnológicas, o que no longo prazo leva ao esgotamento dos retornos crescentes dinâmicos.
- (5) Essa relação de causalidade entre as exportações e o crescimento econômico é tradicional nos modelos kaldorianos e, juntamente com os mecanismos anteriores, é fundamental para

explicar as relações cumulativas entre crescimento e produtividade do trabalho. Importante ressaltar que ela reflete um estágio de “maturidade econômica” dos países, nos quais a expansão do mercado interno já se esgotou. No entanto, em países em estágios intermediários de desenvolvimento (Kaldor, 1966), os efeitos descritos acima podem influenciar positivamente tanto o aumento das exportações como a expansão do mercado interno, que também possui um efeito retro-alimentador do crescimento da produtividade do trabalho.

- (6) Os efeitos dos retornos crescentes dinâmicos sobre a ampliação das exportações – através dos ganhos de produtividade – podem ocorrer de duas formas: primeiro, os setores que já exportavam tornam-se mais competitivos e exportam mais. O segundo mecanismo é através de setores que antes não exportavam, mas em função desse ganho de competitividade passam a exportar, aumentando a quantidade exportada pelo país e também ampliando a diversificação (ou aumentando a especialização) da pauta exportadora. Como discutido no item (1), apesar dos micro-fundamentos que “induzem” as empresas a exportar ainda não estarem consolidados na literatura, os aumentos na exportação advindos de mudanças na pauta são um componente importante do efeito denominado nesta tese de “retornos crescentes de especialização”. Em outras palavras, parte do valor do parâmetro  $\delta_j$  da equação (20) do modelo teórico proposto por esta tese – que faz a mediação entre a taxa de crescimento do período anterior e o índice de especialização da pauta exportadora – advém dos retornos crescentes dinâmicos.
- (7) Uma das possibilidades do “efeito Setterfield” é que as novas empresas nascentes dos novos setores econômicos possam se voltar para a exportação e, por serem empresas de setores novos, necessariamente irão diversificar a pauta de exportação. Assim, o efeito (7) também faz parte da determinação do valor dos retornos crescentes de especialização ( $\delta_j$ ).
- (8) Uma das possibilidades do “efeito Young”, de forma análoga ao efeito anterior, é que parte das empresas nascentes da ampliação das especializações inter-firmas, em função dos ganhos de produtividade, se voltem para as exportações. Assim, o efeito (8) também faz parte da determinação do valor dos retornos crescentes de especialização ( $\delta_j$ ).
- (9) Os efeitos (9), (10) e (11) são originários de inovações tecnológicas produzidas pelo sistema nacional de inovação. Os efeitos (9) e (10) originam ganhos diretos de produtividade que, por sua vez, podem estimular as exportações pelos mesmos mecanismos descritos anteriormente. O efeito (9) está mais relacionado ao surgimento de inovações no processo de

produção, tanto com novas máquinas e equipamentos, como novos processos de gestão e organização que permitam às empresas desenvolverem as capacitações necessárias à efetivação do *learning by doing*. Mais especificamente, a relação causal (9) pode se tornar muito importante quando o país se insere em uma trajetória inovadora na fase IV (Perez, Soete, 1988), pois a característica essencial dessa fase é que o país “seguidor” importa a tecnologia substituindo máquinas e equipamentos obsoletos por bens de capital com idade tecnológica menor. O sistema nacional de inovação é importante nessa fase para permitir e potencializar as adaptações necessárias que as empresas e os setores econômicos deverão se submeter para utilizarem a nova tecnologia. Essas capacitações para aprendizagem e adaptação a novos processos de produção é uma das fontes dos retornos crescentes dinâmicos kaldorianos. Apesar de a literatura neoschumpeteriana indicar que a fase IV, mesmo permitindo ao país um “salto tecnológico”, não se constitui na “janela de oportunidade” para a entrada no grupo dos países líderes, o efeito (9) será denominado de “*catching up* da fase IV”. Esse efeito também dá origem a uma modificação na pauta de exportação sempre que parte das empresas que não exportavam passarem a exportar em função dos ganhos de produtividade advindos da absorção de novas tecnologias.

(10) Os efeitos do sistema nacional de inovação que influenciam a produtividade do trabalho através da criação de novos setores são exemplificados pelas experiências históricas descritas por Nelson (1993) e Kim (2000) e denominadas por Perez, Soete (1988) de “janelas de oportunidade” para o *catching up*. Esses efeitos ocorrem quando os países atrasados possuem um sistema de inovação capaz de conectar sua economia às trajetórias tecnológicas inovadoras em seus estágios iniciais. Isso permite ao país atrasado, em caso de sucesso na absorção dessas novas tecnologias, a criação de novas indústrias que, quase que simultaneamente aos líderes, detém o “monopólio da inovação” no mercado mundial. Esse fato faz com que essas novas empresas, emergentes de um paradigma tecnológico inovador, já nasçam com uma vocação exportadora e, além de atenderem o mercado interno, as possibilidades de realização de lucros com as exportações são tão grandes que os retornos crescentes de especialização são impactados positivamente. O efeito (10) pode ser denominado de “*catching up* da fase I”. Nessa situação, é muito difícil separar os efeitos sobre a pauta de exportação advindos exclusivamente do *catching up* ou do crescimento econômico associado a esses saltos tecnológicos.

(11) É importante considerar os efeitos do sistema nacional de inovação sobre o crescimento econômico que não ocorrem apenas pela via de ganhos de produtividade. As inovações de

produto (mesmo que em geral também sejam acompanhadas por inovações na produção (Dosi, 1984)), geram “novas demandas” e conseqüentemente aumentos na escala de produção, que terão impactos sobre a produtividade, mas mediados posteriormente pelo crescimento do produto.

- (12) Por fim, é importante também considerar os incentivos que a ampliação da demanda cria sobre a geração de inovações por parte do sistema de inovação. Esses incentivos também são intermediados pelas empresas, que podem ampliar as interações com as ICT’s e outros agentes do sistema de inovação para concretizar inovações que adquirem viabilidade com a expansão do mercado.

Assim, essa é uma síntese das principais relações de causalidade que emergem dos aspectos teóricos abordados nesta tese, de origem kaldoriana e neoschumpeteriana, e suas inter-relações que formam um sistema de “relações de causação circulares”. Os efeitos (7) e (8) e parte dos efeitos indicados no item (6) constituem a relação de retornos crescentes de especialização.

Em relação às estimativas de duas equações do modelo teórico (equações 16 e 20 do capítulo 2), para a economia brasileira, com dados para os anos de 1989 a 2012, ressalta-se inicialmente que a relação estimada entre as exportações e o comportamento do produto foi positiva e significativa, ratificando a importância das exportações para a dinâmica do produto. No entanto, tal coeficiente estimado teve um valor baixo ( $\gamma = 0,12$ ) se comparado aos valores estimados para países desenvolvidos (McCombie, Thirlwall, 1994) que, estatisticamente, se aproximam de um. Porém, ao se considerar que o “crescimento liderado pelas exportações” é uma característica dos países que já completaram seu processo de desenvolvimento econômico (Kaldor, 1966), nos quais já se esgotaram as possibilidades de crescimento da demanda via expansão do mercado interno e a pauta de exportação é especializada em manufaturas de alta intensidade tecnológica, o resultado do coeficiente estimado corresponde às características estruturais da economia brasileira. Especialmente quando se considera a participação agregada das *commodities* e dos bens intensivos em recursos naturais, verifica-se que 55% dos produtos brasileiros exportados ao longo desses anos estão centrados em setores primários (SECEX, 2012), caracterizando uma pauta de exportação que, segundo os critérios de diferentes autores – tais como Prebisch (1950), Kaldor (1966), Furtado (2000b), é típica e característica de países subdesenvolvidos, que não conseguiram “transbordar” os efeitos de seus processos de industrialização para sua pauta de exportação.

Outra relação estimada foi entre o comportamento do produto ( $Lny$ ) e o comportamento do hiato tecnológico ( $LnG$ ), entendido como a relação entre a produtividade do trabalho no Brasil e a dos

EUA. O objetivo era medir a importância da “distância tecnológica” para o comportamento do produto, ou, em outras palavras, encontrar uma *proxy* para avaliar se o Brasil está se aproveitando das “vantagens do atraso tecnológico” e conseguindo realizar o *catching up*. O valor estimado da elasticidade foi de aproximadamente 0,27, indicando que o hiato tecnológico possui um efeito positivo sobre o produto, mas, no entanto, também pequeno em relação aos valores esperados para países atrasados (Fagerberg 1988a; 1988b).

Ao se estimar a importância do hiato tecnológico para o comportamento dos índices de especialização da pauta de exportação (equações cointegrantes 14 e 15 do capítulo 3), os resultados encontrados ratificam a hipótese teórica de Porcile, Cimoli (2007) de que existe uma relação negativa entre a distância tecnológica do país seguidor em relação ao líder e o aumento da participação dos bens “intensivos em tecnologia” em relação às *commodities*. O parâmetro estimado foi positivo tanto quando se considera o índice de especialização kaldoriano como o índice schumpeteriano. Ao comparar esse resultado com a elasticidade estimada na primeira equação (equação 12 do capítulo 3), que relaciona o hiato tecnológico com a dinâmica do produto brasileiro, pode-se concluir que o setor exportador brasileiro é mais “resistente” em se apropriar das vantagens da distância tecnológica quando comparado ao comportamento agregado da economia brasileira.

Outra evidência empírica importante foram as estimativas das elasticidades dos índices de especialização da pauta de exportação em relação ao produto. Tanto os índices kaldoriano como schumpeteriano apresentaram valores, em módulo, muito baixos para suas elasticidades (0,017 e 0,051 respectivamente). Além disso, o sinal associado à elasticidade do índice kaldoriano foi positivo, indicando uma relação empírica contrária à prevista pela teoria. Em outras palavras, um aumento da participação das *commodities* e produtos intensivos em recursos naturais na pauta de exportação tem um impacto positivo sobre o produto brasileiro. Esse resultado pode ser explicado pelas elevadas taxas de crescimento médias que as exportações desses produtos tiveram entre os anos de 2002 a 2012 (15,4% a.a. e 14,7% a.a. respectivamente), impulsionadas principalmente pelo “efeito China” no comércio internacional. Assim, as *commodities* e produtos intensivos em recursos naturais de fato tiveram uma forte influência no crescimento das exportações brasileiras e, conseqüentemente, no seu produto.

As equações cointegrantes 14 e 15 do capítulo 3 forneceram as estimativas para o efeito denominado de “retornos crescentes de especialização”. Tais efeitos são medidos pelas elasticidades que fazem a mediação entre a taxa de crescimento do produto no período t-1 e os índices de especialização kaldoriano e schumpeterianos. Esses parâmetros estimados foram significativos do

ponto de vista estatístico e com um sinal condizente com a teoria, ou seja, o crescimento do produto do período anterior tem efeitos de mudar a especialização da pauta de exportação brasileira do período seguinte, no sentido de aumentar a participação das manufaturas intensivas em tecnologia sobre o total exportado. No entanto, o resultado mais interessante é que o valor dessas elasticidades, ou seja, a intensidade dos retornos crescentes de especialização diminui consideravelmente quando a estimativa é feita utilizando o índice de especialização schumpeteriano. Mais especificamente, na estimativa com o índice kaldoriano, o valor da elasticidade, em módulo, é de 3,95, enquanto que na estimativa utilizando o índice schumpeteriano o valor diminui, em módulo, para 1,56. Uma explicação para essa redução na intensidade dos retornos crescentes de especialização é que o índice schumpeteriano é mais sofisticado na direção das manufaturas de média e alta intensidade tecnológica. Isso porque o índice schumpeteriano mede o excesso da participação das *commodities* e produtos intensivos em recursos naturais mais as manufaturas de baixa intensidade tecnológica, sobre o total exportado, em relação às manufaturas de média e alta intensidade. Assim, o crescimento econômico tem uma capacidade menor de modificar a pauta de exportações na direção dessas duas categorias de manufaturas. Essa diferença na elasticidade com o índice schumpeteriano pode ser uma evidência favorável ao argumento de Dosi, Pavitt, Soete, (1990) de que o processo de crescimento com diversificação das manufaturas exportadas pelo país ocorre de forma mais eficiente a partir de uma “dominância tecnológica”, ou seja, focado nos processos de inovação tecnológica que afetem, originalmente, as produtividades relativas do trabalho. Utilizando as descrições das relações explicitadas na figura 3 destas considerações finais, essa diferença nas elasticidades estimadas pode indicar que os efeitos causais advindos do sistema nacional de inovação podem ser mais efetivos para mudar a pauta de exportação em detrimento aos efeitos causais advindos do crescimento econômico. No entanto, como destacado em diversos momentos nesta tese, esses efeitos se reforçam mutuamente e as inovações advindas do sistema de inovação devem ser ampliadas pelos retornos crescentes de especialização na tentativa de modificar a especialização da pauta de exportação brasileira no sentido de manufaturas mais intensivas em tecnologia.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abramovitz, M. (1986). Catching Up, Forging Ahead, and Falling Behind. **Journal of Economic History**, v. 66, n. 2, pp. 385-406.
- Albuquerque, E. (1999). National Systems of Innovation and Non-OECD Countries: Notes about a Rudimentary and Tentative “Typology”. **Brazilian Journal of Political Economy**, vol. 19, nº 4 (76) pp. 32-55.
- Blicht, C. P. (1983). Allyn Young on increasing returns. **Journal of Post Keynesian Economics**, v. 5, n. 3, p. 359-372.
- Bielschowsky, R. (Org.). (2000). **Cinquenta anos de pensamento na CEPAL**. Rio de Janeiro: Ed. Record, v. 1 e 2.
- Boyce, W. E. Di Prima, R. C. (1994) **Equações Diferenciais Elementares e Problemas de Valores de Contorno**. Rio de Janeiro: LTC, Cap. 2.
- Bresser-Pereira, L. C. (2011). Uma escola de pensamento keynesiano-estruturalista no Brasil? *Revista de Economia Política*, vol. 31, nº 2 (122), pp. 305-314, abril-junho/2011.
- Chang, Ha-Joon. (2003). **Chutando a Escada. A estratégia do desenvolvimento em perspectiva histórica**. São Paulo: Editora UNESP.
- Dixon, R. Thirlwall, A. P. (1975). A Model of Regional Growth-Rate Differences On Kaldorian Lines. **Oxford Economic Papers**. July.
- Dornbusch, R. Fisher, S. Samuelson, P. A. (1977) Comparative Advantage, trade and payments in a Ricardian Model with a continuum of goods. **American Economic Review**, vol. 67.
- Dosi, G. (1984) **Mudança técnica e transformação industrial: a teoria e uma aplicação à indústria dos semicondutores**. Campinas: Editora da UNICAMP, 2006.
- Dosi, G. Pavitt, K. Soete, L. (1990) **The economics of technical change and international trade**. Hertfordshire: Harvester Wheatsheaf.

- Dutt, A. K. (1990) **Growth, Distribution and Uneven Development**. Cambridge University Press: Cambridge.
- \_\_\_\_\_ (1996). “Southern Primary Exports, Technological Change and Uneven Development” **Cambridge Journal of Economics**, 20.
- Enders, W. (1995). **Applied Econometric Time Series**. New York, Iowa University.
- Fagerberg, J. (1988a). Why growth rates differ. In: Dosi, G. et alli. (eds) **Technical Change and Economic Theory**. London: Pinter.
- Fagerberg, J. (1988b). International Competitiveness. **The Economic Journal**, 98, June, pp. 355-74.
- Fajnzylber, F. (1984). Industrialização na América Latina: da Caixa Preta ao Conjunto Vazio. In Bielschowsky, R. (Org.). (2000). **Cinquenta anos de pensamento na CEPAL**. Rio de Janeiro: Ed. Record, v. 1 e 2.
- Freeman, C. (1995). The “National System of Innovation” in historical perspective. **Cambridge Journal of Economics**, Cambridge, v. 19, n.1, p. 5-24.
- Furtado, Celso (2000a). **Introdução ao Desenvolvimento. Enfoque Histórico-Estrutural**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 3ª edição revista pelo autor.
- Furtado, Celso. (2000b). **Teoria e Política do Desenvolvimento Econômico**. São Paulo: Paz e Terra, 10ª edição revista pelo autor.
- Furtado, Celso. (2003). **Raízes do Subdesenvolvimento**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira.
- Gala, P. Libânio, G. A. (2011). Taxa de Câmbio, poupança e produtividade: impactos de curto e longo prazo. **Revista Economia e Sociedade**, v. 20, n. 2 (42), p. 229-242, agosto/2011.
- Henderson, V. (2003) Marshall's Scale Economies. **Journal of Urban Economics**, Vol. 53, 1-28.
- Higachi, H. Canuto, O. Porcile, G. (1999). Modelos Evolucionistas de Crescimento Endógeno. **Revista de Economia Política**, n.19, vol. 4 (76).
- Jayme Jr. F, G. (2003). Comércio Internacional e crescimento econômico: teoria e política. In: Ferraz, J. C. Crocco, M. Elias, L. A. (Orgs.) **Liberalização Econômica e Desenvolvimento**. São Paulo: Ed. Futura.

- Johansen, S. (2002). **The interpretation of cointegrating coefficients in the cointegrated vector auto regressive model**. Department of Theoretical Statistics, University of Copenhagen.
- Kaldor, N. (1966). Causes Of The Slow Rate Of Economic Growth Of The United Kingdom. In: King, J. E. **Economic Growth in Theory and Practice: a Kaldorian Perspective**. Cambridge: Edward Elgar, p. 279-318, 1994.
- Kim, L. Nelson, R. (Orgs.) (2000) **Tecnologia, aprendizado e inovação: as experiências das economias de industrialização recente**. Campinas: Editora Unicamp (Clássicos da Inovação), 2005.
- Krugman, P. (1990). **Rethinking internacional trade**. New York: MIT Press, 1990, cap. 6.
- Krugman, P. (1991). Increasing returns and economic geography. **Journal of Political Economy**, 99, 483-499.
- Kubo, Y. (1995). Scale economies, regional externalities and the possibility of uneven regional development. **Journal of Regional Science**, 35 (1), p. 29-42, 1995.
- Lall, S. (2000), 'The technological structure and performance of developing country manufactured exports, 1985-1998', **Oxford Development Studies**, 28 (3): 337-369.
- Lewis, W. A. (1969). O Desenvolvimento Econômico Com Oferta Ilimitada De Mão-De-Obra. In: Agarwala, A. N. & Singh, S. P. (orgs). **A Economia Do Subdesenvolvimento**. Rio de Janeiro: Forence, p. 406-456.
- Libânio, G. (2012) O Comércio Brasil-China em uma perspectiva regional: análise e implicações para o desenvolvimento. Séries **Working Paper, Bndes/Anpec** – Programa de Fomento à Pesquisa em Desenvolvimento Econômico – PDE. *Working Paper* nº 42, maio de 2012.
- Lima, L. A. F. Margarido, M. A. (2008). **Análises e Indicadores do Agronegócio**, v.3, n.7, julho 2008, São Paulo: Instituto de Economia Agrícola.
- Llerena, P. Lorentz, A. (2004a). Cumulative causation and evolutionary micro-founded technical change: On the determinants of growth differences. **Revue Economique**, vol. 55, n. 6, p. 1191-1214.
- Llerena, P. Lorentz, A. (2004b). Co-evolution of macro-dynamics and technical change: An alternative view on growth. **Revue d'Economie Industrielle**, 105, p. 47-70, 1º trimestre.

- Lundvall, B. (1995). (ed.) **National Systems of Innovation – towards a theory of innovation and interactive learning**. Pinter (1ª edição em 1992).
- Marshall, A. (1890). **Princípios de Economia**. São Paulo: Abril Cultural, 1982. Cap. 8-12.
- McCombie, J. S. L. (1983). Kaldor's laws in retrospect. **Journal of Post Keynesian Economics**, New York, v. 5, n. 3, p. 414-429, Spring.
- McCombie, J. S. L. Thirlwall, A. P. (1994). **Economic Growth and the Balance-of-Payments Constraint**. New York: Martin's Press.
- Medeiros, C. Serrano, F. (2003). Inserção Externa, exportações e crescimento no Brasil. In: Ferraz, J. C. Crocco, M. Elias, L. A. (Orgs.) **Liberalização Econômica e Desenvolvimento**. São Paulo: Ed. Futura.
- Mills, T. C. (1993). **The Econometric Modelling of Financial Time Series**. New York: Cambridge.
- Míssio, F. J. (2012). **Câmbio e crescimento na abordagem keynesiana-estruturalista**. Tese de doutoramento em Economia. Belo Horizonte: Cedeplar/UFMG.
- Myrdal, G. (1960) **Teoria Econômica e Regiões Subdesenvolvidas**. Rio de Janeiro: ISEB.
- Nelson, R. R. (org.) (1993). **National Innovation Systems: a comparative analysis**. New York, Oxford: Oxford University.
- Nelson, R. R. Winter, S. G. (1992). **An Evolutionary Theory of Economic Change**. Massachusetts: Harvard University Press.
- Ocampo, J. A. Parra, M. A. (2005) The terms of trade for commodities in the XXth Century, **CEPAL Review**, Abril 2003.
- Perez, C. Soete, L. (1988). Catching up in technology: entry barriers and windows of opportunity. In: In: DOSI, G. et al. **Technical Change and Economic Theory**. London: Pinter, p. 458-479.
- Porcile, G. Cimoli, M. (2007). Tecnología, diversificación productiva y crecimiento: un modelo estructuralista. **Economia e Sociedade**, Campinas, v. 16, n. 3 (31), p. 289-310, dez. 2007.

- Porcile, G. Curado, (2002) M. Rigidez na balança comercial e movimentos de capital: uma abordagem estruturalista. **Revista Brasileira de Economia** [online]. 2002, vol.56, n.3, pp. 483-495.
- Porcile, G. Pereira, W. (2008). A ascensão da China na economia mundial: efeitos sobre o Brasil e América Latina. **Revista de Economia & Tecnologia** - Ano 04, Vol. 12 – Jan./Março de 2008.
- Prebisch, R. (1949). O desenvolvimento econômico da América Latina e alguns de seus problemas principais. In: Bielschowsky, R. (Org.). **Cinquenta anos de pensamento na CEPAL**. Rio de Janeiro: Ed. Record, vol. 1, 2000.
- Prebisch, R. (1950). Problemas teóricos e práticos do crescimento econômico. In: Bielschowsky, R. (Org.). **Cinquenta anos de pensamento na CEPAL**. Rio de Janeiro: Ed. Record, vol. 1, 2000.
- Prebisch, R. (1964). Por uma nova política comercial em prol do desenvolvimento. In: Bielschowsky, R. (Org.). **Cinquenta anos de pensamento na CEPAL**. Rio de Janeiro: Ed. Record, vol. 1, 2000.
- Richard, I. D. Lau, H. E. (1998). 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**, London: Oxford University, n. 50, p. 201-219.
- Schumpeter, J. A. (1911). **Teoria do Desenvolvimento Econômico**. São Paulo: Abril Cultural, 1988.
- Schumpeter, J. A. (1943). **Capitalismo, Socialismo e Democracia**. Rio de Janeiro: Zahar, 1984.
- SECEX (2012). Secretaria de Comércio Exterior do MDIC – Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior Brasileiro. Dados para o comércio exterior do Brasil estão disponíveis para consulta no seguinte sítio: <http://aliceweb2.mdic.gov.br/>. Último acesso, abril de 2013.
- Setterfield, Mark. (1997) 'History versus equilibrium' and the theory of economic growth. **Cambridge Journal of Economics**, n 21, 365-378.
- Silverberg, G. Soete, L. (1994). (Eds.) **The Economics of growth and technical change: Technologies, nations and agents**. Cheltenham: Edward Elgar.
- Smith, Adam (1776). **A Riqueza das Nações**. Martins Fontes, 1ª ed. 2003.

- Solow, R. M. (1956). A contribution to the theory of economic growth. **Quarterly Journal of Economics**, v. 70, p. 65-94.
- Thirlwall, A. P. (1983). A plain man's guide to Kaldor's growth laws. **Journal of Post Keynesian Economics**, New York, v. 5, n. 3, p. 345-358, Spring, 1983.
- Thirlwall, A. P. (1987). **Nicholas Kaldor**. New York: N.Y. University Press.
- Thirlwall, A. P. (2005). **A natureza do crescimento econômico**. Brasília: IPEA.
- Todaro, M. Smith, S. C. (2009) **Economic Development**. Essex: Patterson Education.
- UNCTAD (2002). **Trade and Development Report, 2002**. New York and Geneva. Disponível em: [http://www.unctad.org/en/docs//tdr2002\\_en.pdf](http://www.unctad.org/en/docs//tdr2002_en.pdf) Acesso em: maio 2012.
- Verspagen, B. (1993) **Uneven growth between interdependent economies**. London: Avebury.
- Young, A. A. (1928). Increasing returns and economic progress. **The Economic Journal**, Cambridge: Cambridge University Press, v.38, p.527-542, 1928.