

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO E PLANEJAMENTO REGIONAL

Keynis Cândido de Souto

**CÂMBIO, INOVAÇÃO E CRESCIMENTO EM UMA ABORDAGEM
EVOLUCIONÁRIA - PÓS-KEYNESIANA**

Belo Horizonte, MG
2014

Keynis Cândido de Souto

**CÂMBIO, INOVAÇÃO E CRESCIMENTO EM UMA ABORDAGEM
EVOLUCIONÁRIA - PÓS-KEYNESIANA**

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 (a) em Economia.

Orientador: Prof. Dr. Marco Flávio da Cunha Resende

Belo Horizonte, MG
2014

Ficha catalográfica

S728c
2014 Souto, Keynis Cândido.
Câmbio, Inovação e crescimento em uma abordagem evolucionária - pós-Keynesiana [manuscrito] / Keynis Cândido Souto, 2014.
169 f.: il., tabs.

Orientador: Marco Flávio da Cunha Resende.
Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional.
Inclui bibliografia (f. 150-161) e Apêndices.

1. Câmbio - Teses. 2. Desenvolvimento econômico - Teses. 3. Inovações tecnológicas - Aspectos econômicos - Teses. I. Resende, Marco Flávio da Cunha. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional. III. Título.

CDD: 332.45

Folha de Aprovação

Agradecimentos

Na vida de todos aqueles que escolhem seguir a carreira acadêmica/científica, a tese representa o encerramento de um importante ciclo na vida profissional, um ciclo que para mim teve início ainda na faculdade quando fui “apresentada” à iniciação científica. No decorrer deste trajeto, são muitas as pessoas que, para o bem ou para o mal, cruzam nosso caminho e fazem a diferença em nossa vida de modo que agradecer a todos vai se tornando uma tarefa complicada.

Mas aqui quero agradecer aos que denomino “os homens da minha vida profissional” (os pilares): ao meu orientador, Marco Flávio, muito obrigada pela orientação e condução dessa tese, sempre com uma calma e paciência nas discussões que tiveram a medida certa dos meus limites e da minha ansiedade; aos amigos e eternos mestres Guilherme de Albuquerque (orientador de iniciação científica e monografia) e Abraham Sicsú (orientador de dissertação) pelo conhecimento e lições de profissionalismo repassadas.

À todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Economia (CEDEPLAR) pelos ensinamentos e pela oportunidade concedida, em especial ao Prof. Eduardo Albuquerque pelas importantes sugestões e contribuições que foram fundamentais no desenvolvimento do trabalho.

Aos funcionários pela atenção e cordialidade nos serviços prestados e ao Centro de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pelo auxílio financeiro conferido, permitindo minha dedicação integral aos estudos.

Aos professores membros da banca Marco Crocco, Paulo Fernando Cavalcanti, André Cunha e Márcia Rapini, agradeço pela disponibilidade em participar da defesa, pelas críticas e sugestões. Agradeço ainda aos professores Gilberto Libânio e Fabricio Missio por participarem como suplentes da banca. Muito obrigada a todos.

Agradeço ESPECIALMENTE aos meus pais que, na medida certa, me deram “asas enormes para voar e raízes fortes para me fazer voltar”; que por vezes disfarçaram o “choro da saudade” para não tornar mais difícil a hora da partida; que, junto aos meus irmãos Carlos, Aridson, Vitória e Franciany, cunhados e cunhadas, sobrinhos e sobrinhas, entenderam minhas ausências nestes quatro anos; e que, mesmo estando tão longe, estiveram sempre ao meu lado.

À minhas “*amigas irmãs*”, parceiras de profissão Priscila, Mércia, Licia, Livia e Loraine, pelo apoio no momento oportuno ao longo destes muitos anos de amizade. Vocês são especiais!

Aos colegas do doutorado e a turma de mestrado (turma 2010), Adriano, Victor, Claudio, Rafinha, Mara, Nina, Felipe, Jackson, Daniel e Tiago por terem sempre compartilhado seus conhecimentos, tornando esta jornada tão mais leve e divertida.

Agradeço CARINHOSAMENTE as “*Luluzinhas*”: Solange, Juliana, Sylvia, Kilvia, Luzia e Ester. É meninas, a jornada chegou ao fim e mesmo com tanto estresse é muito bom olhar para trás e ver que vai ficar muita coisa boa desses anos de doutorado. Depois que “cresci” não me preocupo em acumular na minha vida pessoas que não sejam realmente importantes e que me acrescentem algo. Então, eu levo daqui amigas que realmente fazem a diferença! Obrigada por tornarem a distância de casa “menos difícil”.

RESUMO

Este trabalho busca demonstrar teórica (via abordagem Evolucionária - Pós-Keynesiana) e empiricamente (por painel dinâmico) que a taxa de câmbio real (seu nível e volatilidade) afeta a inovação e, deste modo, tem implicações para o crescimento econômico. A hipótese defendida é que o impacto do câmbio sobre a inovação ocorre via efeitos sobre o fluxo de informação e sobre a decisão de investimento dos agentes econômicos. Três resultados importantes foram verificados. Primeiro, que uma taxa de câmbio desvalorizada desencadeia dois efeitos - o efeito “*push for innovation*” e o efeito “*developing innovation*” - que se complementam no estímulo a inovação. Juntos eles aumentam o fluxo de informação e o aprendizado nas *firmas tradables* e elevam as chances de inovações bem sucedidas, tornando seus resultados menos incertos e aumentando a confiança dos empresários em relação ao retorno futuro do investimento em *ativos inovativos*. No âmbito da teoria da taxa própria de juros de Keynes, menor incerteza e maior confiança inibem a preferência pela liquidez dos investidores e abre espaço para o aumento relativo da taxa própria de juros dos *ativos inovativos*, estimulando o investimento em inovação. Segundo, que uma taxa de câmbio volátil impede a continuidade deste processo porque leva, simultaneamente, ao rompimento do fluxo de informação na cadeia produtiva dos *tradables* (desestruturando as “*capacidades inovativas construídas*”) e ao aumento da incerteza empresarial. Isto reduz a confiança e aumenta a preferência pela liquidez dos investidores desestimulando o investimento em *ativos inovativos*. Terceiro, que o Sistema de Inovação (SI) é condição imprescindível para o funcionamento deste canal câmbio-inovação. Pois, o SI viabiliza interações e *feedbacks* mútuos entre agentes, potencializando o aumento do conhecimento e facilitando sua circulação na cadeia de inovação do setor de *tradables*. Quanto mais desenvolvido for o SI maior será o fluxo de informação nesta cadeia e maior o efeito da desvalorização cambial sobre a inovação. Além disso, com SI desenvolvido, mais fortes são os canais de interação e menor é o efeito adverso de uma taxa de câmbio volátil nesses canais. Os testes empíricos confirmam, por fim, as hipóteses de que um câmbio desvalorizado e estável estimula a inovação e que estes efeitos diferem de acordo com o grau de desenvolvimento dos SI's.

Palavras-chave: Taxa de Câmbio Real. Fluxo de Informação. Decisão de Investimento. Inovação Tecnológica

ABSTRACT

This dissertation aims to demonstrate theoretical (through the Evolutionary and Post Keynesian perspectives) and empirically (through dynamic panel) that a real exchange rate (its level and volatility) affects innovation and then influences economic growth. The hypothesis tested relates the exchange rate impact on innovation through effects on information flow and on agent's investment decisions. Three important results were found. First, a depreciated exchange rate unfolds two effects - "push for innovation" and "developing innovation" - which complement each other on innovation stimulus. Together they increase the flow of information and learning in tradable firms, increasing the chances of a successful innovation, by turning results less uncertain and increasing entrepreneurs' confidence about the expected return on investment in innovative activities. According to Keynesian theory of own-rates of interest, less uncertainty and higher confidence shrink the investor's liquidity preference and enlarge the possibility for a relative increase in the own-rates of interest of innovative assets stimulating investments in innovation. Second, the exchange rate volatility prevents the continuation of this process because it leads, simultaneously, to the disruption of the flow of information in the production chain of tradable firms (breaking up the "capabilities of innovative built") and increases business uncertainty. This reduces confidence and increases the preference for liquidity by investors, discouraging the investment in the innovative activities. Third, Innovation Systems (IS) are a crucial condition to operationalize this exchange rate - innovation channel. Since it allows interactions and mutual feedbacks between agents, it potentiates the enhancement of knowing and facilitates its circulation in the innovative chain of tradables. The more developed an IS, the greater the flow of information and the effect of a depreciated real exchange rate on the innovation. Besides that, the strength of that interaction and the impact of volatile exchange rates vary according to the IS' degree of development. Empirical tests confirm the hypothesis that a depreciated and stable exchange rate stimulates innovation and that these effects depend on IS' degree of development.

Keywords: Real Exchange Rate. Information Flow. Investment Decision. Technological Innovation.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	8
CAPÍTULO 1 – TAXA DE CÂMBIO E CRESCIMENTO ECONÔMICO: UMA REVISÃO DA LITERATURA	12
1.1 Introdução	12
1.2 O Câmbio Real e seus Efeitos sobre o Crescimento Econômico	13
1.2.1 <i>O Impacto de Alterações no Nível da Taxa de Câmbio Real sobre o Crescimento Econômico: os canais de transmissão</i>	14
1.2.2 <i>Os Efeitos da Volatilidade da Taxa de Câmbio sobre o Crescimento Econômico</i>	20
1.3 Evidências Empíricas da Relação Câmbio-Crescimento	23
1.4 Considerações Finais	26
CAPÍTULO 2 – A TEORIA EVOLUCIONÁRIA E OS DETERMINANTES DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA	28
2.1 Introdução	28
2.2 Elementos Conceituais do Processo de Inovação e a Importância do Fluxo de Informação	31
2.3 O Processo de Difusão como a Continuidade do Processo de Inovação	34
2.4 A Incerteza e seus efeitos sobre a Produção das Inovações	38
2.5 O Sistema Nacional de Inovação e a Organização dos Fluxos de Informação	41
2.6 Considerações Finais	47
CAPÍTULO 3 – A DECISÃO DE INVESTIMENTO EM UMA PERSPECTIVA PÓS-KEYNESIANA	49
3.1 Introdução	49
3.2 Tempo, Incerteza e Moeda e suas implicações na Decisão de Investir	52
3.3 Os Fatores Determinantes do “Estado de Expectativas” sob Incerteza Fundamental	56
3.4 A Decisão de Investimento como uma Escolha de Ativos: A teoria da taxa própria de juros de Keynes	61
3.4.1 <i>O Modelo de Escolha de Ativos</i>	62
3.4.2 <i>A Dinâmica do Modelo de Escolha de Ativos</i>	68
3.5 Considerações Finais	70
CAPÍTULO 4 – CÂMBIO, INOVAÇÃO E CRESCIMENTO: UMA ABORDAGEM EVOLUCIONÁRIA - PÓS-KEYNESIANA	73
4.1 Introdução	73
4.2 O Impacto da Desvalorização da Taxa de Câmbio Real sobre a Inovação Tecnológica	78

4.2.1 O Efeito “Push for Innovation” da Desvalorização do Câmbio Real nas “Firmas Tradables”	79
4.2.2 O Processo “Developing Innovation”	87
4.3 Efeitos da Volatilidade da Taxa de Câmbio Real sobre a Inovação Tecnológica.....	95
4.4 O Sistema de Inovação e a Funcionalidade do Canal Câmbio-Inovação-Crescimento	100
4.5 Considerações Finais.....	105
CAPÍTULO 5 – TAXA DE CÂMBIO REAL E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA: EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS.....	109
5.1 Introdução.....	109
5.2 Um Modelo Teórico para Inovação	110
5.3 A Relação Estatística entre Taxa de Câmbio e Inovação: modelo empírico, base de dados e amostra.....	115
5.4 Medindo a Desvalorização e a Volatilidade da Taxa de Câmbio Real	121
5.4.1 O Indicador de Desvalorização da Taxa de Câmbio Real	121
5.4.2 Medindo a Volatilidade da Taxa de Câmbio.....	125
5.5 O Estimador de Painel Dinâmico.....	127
5.6 Estimativa do Modelo Dinâmico para Inovação: apresentação e análise dos resultados .	132
5.7 Considerações Finais.....	141
CONCLUSÃO	143
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	150
APÊNDICES.....	162

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, contrários à abordagem tradicional (modelos do *mainstream*), diversos trabalhos¹ têm destacado a taxa de câmbio real como uma variável fundamental de política macroeconômica de longo prazo para promover o crescimento econômico².

Estes trabalhos introduziram ao debate sobre os determinantes do crescimento uma nova questão centrada na relação entre a taxa de câmbio e o produto e seguem duas principais linhas de investigação: uma que analisa empiricamente o efeito do câmbio sobre o crescimento; e outra voltada para os aspectos teóricos, ou para a identificação dos canais de influência da taxa de câmbio sobre a renda. De forma geral, estas pesquisas corroboram a tese de que o nível e a volatilidade da taxa de câmbio real afetam o crescimento econômico e apontam para vários canais, através dos quais ocorre esta relação.

Rodrik (2007) destaca que a desvalorização da taxa de câmbio real tem um impacto positivo sobre crescimento e o canal de transmissão deste efeito é o tamanho do setor de bens *tradables*. Para o autor, sendo a taxa de câmbio real o preço dos bens *tradables* em relação ao preço dos *non-tradables* ($e_R = PT/PNT$), uma desvalorização eleva o preço relativo dos bens *tradables vis-à-vis* o dos bens *non-tradables*, resultando em maior lucratividade relativa no setor de bens *tradables*. Isto estimula a expansão deste setor, o investimento agregado e o crescimento econômico. Conforme Rodrik, o setor de *tradables* é mais vulnerável ao efeito competitivo do câmbio porque é mais afetado (quando comparado ao setor *non-tradables*) pelas falhas de mercado e por instituições fracas - estes problemas são mais intensos no setor de *tradables* porque seu sistema de produção é mais complexo e tem maior circularidade no processo de produção.

Para Gala (2008), um câmbio real desvalorizado afeta o crescimento por meio do seu impacto sobre o investimento agregado e sobre o progresso tecnológico. Missio (2012), por sua vez, destaca que a desvalorização da taxa de câmbio real, ao reduzir os salários reais, aumenta o

¹ Dollar (1992), Razin e Collins (1997), Rodrik (2007), Gala (2008), Eichengreen (2008), Campos e Resende (2009), Missio (2012) entre outros.

² Para muitos modelos do *mainstream* a taxa de câmbio real não pode ser uma variável de estímulo ao crescimento de longo prazo. Assim, “(...) *any attempt to use it as an instrument for growth and development tends to be ineffective*” (BARBOSA-FILHO, 2006, p. 17).

lucro das empresas e, portanto, sua capacidade de autofinanciamento para investimentos relacionados à pesquisa e inovação.

Em relação à volatilidade, Davidson (2002) argumenta que uma taxa de câmbio real volátil aumenta o “grau de incerteza” em relação ao futuro, a preferência pela liquidez dos agentes, a taxa de juros e, conseqüentemente, reduz o investimento. Esta incerteza, conforme Aghion *et al.* (2006), leva a uma substituição dos investimentos em ativos de longo prazo, como os investimentos em P&D (pesquisa e desenvolvimento), por ativos de curto prazo desestimulando o crescimento econômico.

Percebe-se, portanto, que a inovação tem se destacado nesta “nova literatura do crescimento econômico” como um importante canal de transmissão do efeito do câmbio sobre o aumento da renda: ao destacar os meios pelos quais a taxa de câmbio afeta a renda, os trabalhos apontam para a inovação tecnológica ou para os fatores que têm impactos diretos sobre a inovação - como o investimento agregado (FBKF) e a capacidade de autofinanciamento das empresas - como determinantes desta relação.

A relação “inovação-crescimento” já está comprovada na Teoria Evolucionária que consolidou o papel da inovação e do progresso tecnológico como processo endógeno à dinâmica do crescimento econômico. No entanto, o *link* “câmbio-inovação” ainda é pouco explorado na literatura econômica e uma análise desta relação pode contribuir para o debate sobre o crescimento. Isto introduz a *questão teórica central que essa tese busca responder*: como a taxa de câmbio real afeta a inovação e o progresso tecnológico e, desta forma, se torna uma variável importante para estimular (ou desestimular) o crescimento econômico?

Tendo como base o trabalho de Campos e Resende (2009), o *principal argumento* defendido é que a taxa de câmbio real, seu nível e volatilidade, afeta a inovação via efeito sobre o fluxo de informação e sobre a decisão de investimento dos agentes econômicos. As duas principais correntes de pensamento que sustentam este argumento – e, portanto, servem de base para responder a questão central levantada na tese - são a corrente Evolucionária/Neoschumpeteriana e a Pós-Keynesiana.

Para a Teoria Evolucionária, o progresso tecnológico (que gera crescimento econômico) resulta das atividades de inovação realizadas pelas firmas, quando estas buscam introduzir novos

produtos e técnicas de produção para obter maiores lucros. Para cada processo de inovação desenvolvido pela firma, a informação é, ao mesmo tempo, um importante insumo e produto deste processo. É a informação que permite a diversificação e o aumento do conhecimento e do aprendizado dos agentes, que são fundamentais para gerar “algo novo”. Neste processo a firma é o “agente chave”, mas a consolidação e o sucesso dos seus esforços para inovar dependem de sua interação com diversos agentes do ambiente econômico e social no qual estão inseridas. Esta interação é viabilizada pelo Sistema Nacional de Inovação (SI). Quanto mais desenvolvido o SI, maior a interação dos agentes, maior o fluxo de informação, o conhecimento acumulado e o aprendizado. Isto aumenta as chances de sucesso nos resultados da inovação e reduz a incerteza (intrínseca a todo “processo inovativo”) em relação ao retorno do investimento nestes ativos.

A Teoria Pós-Keynesiana, por sua vez, analisa como a redução da incerteza tem impacto sobre as decisões de investimentos dos agentes. Para os Pós-Keynesianos estas decisões são tomadas em um ambiente econômico onde a moeda é um ativo líquido que concorre com outras formas de acumulação de riqueza - ou seja, compete com ativos de menor liquidez como a inovação - e onde predomina a elevada incerteza (não-ergódica) em relação ao resultado futuro dos investimentos. Assim, investir é um processo que envolve uma escolha de ativos e que depende do estado de expectativas dos agentes. Quanto menor a incerteza em relação ao retorno futuro de um ativo, maior será a confiança dos agentes e o investimento nestes ativos. Com base nessa literatura foram construídas as *duas principais hipóteses* pertinentes ao problema levantado:

i) A desvalorização da taxa de câmbio real, ao favorecer a lucratividade, estimular a produção e o investimento no setor de *tradables*, cria um ambiente favorável ao fluxo de informação (transbordamento tecnológico). O maior fluxo de informação, por sua vez, proporciona uma maior difusão do conhecimento acumulado e um maior aprendizado. Isto aumenta as chances de inovações bem sucedidas e reduz a incerteza intrínseca aos resultados da inovação. A redução da incerteza eleva a confiança dos agentes econômicos quanto ao êxito e ao retorno do investimento em ativos inovativos e, conseqüentemente (em um ambiente de baixa preferência pela liquidez), estimula o investimento nestes ativos, resultando em um aumento da inovação e da taxa de progresso tecnológico;

ii) A volatilidade da taxa de câmbio real tem um impacto negativo sobre a produção de tecnologia porque, simultaneamente, leva ao rompimento do fluxo de informação entre os

vários elos das cadeias produtiva dos *tradables* e aumenta a incerteza empresarial, afetando negativamente a decisão de investir do empresário inovador. Estes fatores desestruturam as “*capacidades inovativas construídas*” nas *firmas tradables*, com impacto maior nas firmas tecnologicamente mais dinâmicas deste setor, resultando em efeitos deletérios sobre o investimento em inovação, o progresso tecnológico e o crescimento econômico.

Demonstrar teórico e empiricamente estas hipóteses é o principal objetivo desse trabalho. Para tanto, está estruturado em cinco capítulos, além desta introdução e da conclusão. O Capítulo 1 traz uma revisão da literatura teórica e empírica sobre a relação *câmbio–crescimento* destacando os principais mecanismos de transmissão desta relação e como estes mecanismos atuam. O Capítulo 2 apresenta uma discussão dos fatores determinantes da inovação e do progresso tecnológico, com base na Teoria Evolucionária/Neoschumpeteriana, enfatizando o papel do fluxo de informação como um insumo fundamental do processo de inovação. O Capítulo 3 apresenta, a partir da Teoria Pós-Keynesiana, os determinantes da decisão de investir no âmbito de uma economia monetária de produção, enfatizando que esta decisão envolve uma escolha de ativos - representada de maneira concisa na Teoria da Escolha de Ativos de Keynes. O Capítulo 4 resgata a discussão sobre o papel do fluxo de informação para a inovação e sobre a decisão de investimento como uma escolha de ativos, para demonstrar o canal “*câmbio-inovação*”. Por fim, no Capítulo 5 é desenvolvido um modelo para testar empiricamente as hipóteses de que a desvalorização e a volatilidade da taxa de câmbio real impactam a inovação tecnológica.

CAPÍTULO 1 – TAXA DE CÂMBIO E CRESCIMENTO ECONÔMICO: UMA REVISÃO DA LITERATURA

1.1 Introdução

A abordagem do câmbio como uma “ferramenta” de política econômica de longo prazo capaz de promover o crescimento e o desenvolvimento econômico é recente na literatura econômica. Denominada por Williamson (2003) como “*Development Strategy*”, esta abordagem define um novo objetivo para a política cambial: usar a taxa de câmbio em estratégias bem sucedidas de crescimento econômico¹.

Este enfoque teve início a partir da década de 1980 quando alguns países emergentes do Leste Asiático (China, Taiwan e Coreia do Sul) considerados “dinâmicos”, adotando medidas como a modernização das instituições, a abertura comercial e o controle da taxa de câmbio real (mantida depreciada) conseguiram manter um crescimento acelerado em relação às economias emergentes da América Latina e África.

Neste contexto, diversos trabalhos buscaram identificar quais os fatores que explicavam as diferentes taxas de crescimento observadas entre estes países. Seus resultados apontavam que a explicação para estas diferenças parecia estar centrada em torno da gestão da taxa de câmbio e do regime comercial adotado. Enquanto nas economias asiáticas as políticas “*outward-oriented*” - refletidas em um nível da taxa de câmbio real que encorajava as exportações - aceleraram o desenvolvimento do setor de bens *tradables*, na América Latina e na África uma orientação para dentro e uma taxa de câmbio real sobrevalorizada estimularam o setor de bens *non-tradables* (KRUEGER, 1980; SACHS 1985).

¹ Além da “*Development Strategy*” - não reconhecida pelo pensamento econômico convencional - a política cambial pode ser usada com mais três finalidades: i) *Nominal Anchors* (tradição monetarista) - usada com o objetivo principal de fixar o nível ou o sistema de preços da economia. Neste caso “o comportamento da taxa de câmbio tem pouco efeito sobre variáveis reais, como o produto e emprego”; ii) *Real Targets* (segue a tradição keynesiana) - a taxa de câmbio é usada com o objetivo fundamental de determinar o equilíbrio macroeconômico, “tem efeitos reais e pode afetar trajetórias de produto e emprego”; e, iii) *Exchange Rate Stability* – a política cambial deve buscar a estabilidade ou uma baixa volatilidade para a taxa de câmbio (CORDEN, 2002; WILLIAMSON, 2003, GALA, 2006, p. 35).

Isto originou um intenso debate em torno da relação “*câmbio - crescimento*”. Parcela não desprezível da literatura que aborda esta relação sugere que uma taxa de câmbio desvalorizada e estável estimula o crescimento do produto e apresenta argumentos teóricos e evidências empíricas que corroboram esta hipótese. O objetivo desse capítulo é fazer uma síntese desta literatura, com destaque para a identificação dos fatores que atuam como canais de transmissão dos efeitos do câmbio para o crescimento. Para tanto, além dessa introdução e das considerações finais (seção 1.4), o capítulo se encontra dividido em mais duas seções. A seção 1.2 expõe os argumentos teóricos que explicam o canal “*câmbio - crescimento*” e a seção 1.3 faz uma síntese dos trabalhos desenvolvidos para testar empiricamente esta relação.

1.2 O Câmbio Real e seus Efeitos sobre o Crescimento Econômico

Existem duas formas de analisar a relação entre a taxa de câmbio e o crescimento do produto, uma que foca sobre os efeitos de desalinhamentos (valorizações ou desvalorizações) cambiais e outra que avalia os efeitos da volatilidade cambial². Para Eichegreen (2008, p. 4), ambas são importantes: “(...) *the real exchange rate matters. Keeping it at competitive levels and avoiding excessive volatility are important for growth.*” Para o autor, embora um câmbio real competitivo e estável não seja um fator determinante do crescimento, é um fator facilitador e pode ser visto como uma estratégia eficiente de estímulo à renda.

Se o nível e a volatilidade cambial são relevantes, uma questão central é a identificação dos mecanismos ou canais através dos quais a taxa de câmbio real impacta no processo de crescimento. Apresentar estes canais de transmissão é o objetivo desta seção que será dividida em duas partes: a primeira dedica-se a apresentar alguns dos principais argumentos presentes na literatura que explicam os canais através dos quais *alterações no nível da taxa de câmbio real afetam o crescimento*; a segunda traz os argumentos que explicam *como uma taxa de câmbio real volátil desestimula a renda*.

² Desalinhamento (“*misalignment*”) significa o afastamento (ou um desvio duradouro) da taxa de câmbio real com respeito a algum valor de referência (como o nível de equilíbrio) determinado pelos “fundamentos”. A volatilidade da taxa de câmbio pode ser considerada como uma *proxy* do tamanho do desalinhamento, medido em um determinado período (BITTENCOURT *et al.*, 2007).

1.2.1 *O Impacto de Alterações no Nível da Taxa de Câmbio Real sobre o Crescimento Econômico: os canais de transmissão*

São muitos os argumentos apresentados na literatura para explicar como um câmbio real desvalorizado (valorizado), ou mantido a um nível competitivo, estimula (desestimula) o crescimento econômico. Mas, de forma geral, estes argumentos partem do princípio que o efeito direto e imediato da taxa de câmbio sobre o produto ocorre através de dois principais canais: i) da *demanda agregada*; e, ii) da *distribuição de renda* (funcional e setorial)³.

O argumento que a taxa de câmbio real afeta o crescimento via componentes da demanda agregada deriva do *princípio da demanda efetiva* desenvolvido por Keynes e Kalecki. Segundo este princípio são as decisões autônomas de gastos dos agentes que determinam o nível de produção e emprego na economia. Assim, é a expansão da demanda que determina a ampliação da oferta agregada. “Dessa forma, uma desvalorização cambial, ao estimular as exportações líquidas, deve, por seu efeito multiplicador, elevar a demanda agregada e a produção doméstica estimulando, conseqüentemente, o crescimento econômico” (GYLFASON; SCHIMID, 1983, *apud* SILVEIRA 2011, p. 13).

Segundo Missio (2012, p. 258), a literatura que aborda este canal de transmissão (modelos de crescimento liderados pela demanda) reconhece o importante papel desempenhado pelas exportações “como mecanismo de sustentação da demanda”. As exportações são importantes porque “são o único componente autônomo que pode, ao mesmo tempo, ser capaz de estimular a própria demanda agregada e ainda relaxar a restrição do balanço de pagamentos (BP).” Além disso, e ainda mais importante, é o reconhecimento que a taxa de crescimento do produto de curto prazo pode influenciar a de longo prazo. Conforme Setterfield (2003), isto decorre da observação de que qualquer expansão da demanda no presente envolve aumento nos gastos com investimento que, por sua vez, afeta diretamente (aumenta) a capacidade física e a produtividade da economia: a expansão da demanda e do produto correntes impacta o planejamento dos agentes (empresas) em relação aos gastos com investimentos futuros e a capacidade das empresas executarem este planejamento. Isto afeta, por sua vez, a

³ No curto prazo os efeitos das políticas cambiais sobre o produto devem se concentrar no canal da demanda efetiva, enquanto a médio e a longo prazo, prevalecem os canais redistributivos da renda (SILVEIRA, 2011).

disponibilidade e a capacidade produtiva no futuro e, conseqüentemente, tem efeitos sobre o crescimento a longo prazo⁴.

O segundo mecanismo de transmissão, amplamente abordado na literatura, refere-se ao efeito direto que a taxa de câmbio real tem sobre a *distribuição de renda* e o conseqüente impacto desta distribuição no crescimento econômico de longo prazo. São considerados dois tipos de canais distributivos: a *distribuição funcional* e a *distribuição setorial da renda*.

No primeiro caso, o argumento de que alterações no nível da taxa de câmbio real afetam o produto via impacto na *distribuição funcional da renda* (presentes nos modelos neokaleckianos de crescimento) tem como base pelo menos três hipóteses. São elas: i) o investimento depende da taxa de lucro e da capacidade de utilização; ii) os lucros dependem da taxa de salário real (assim como o consumo); e, iii) o salário real é determinado pela taxa de câmbio real⁵. Admitindo todas estas suposições, argumenta-se que, para um dado nível de produtividade, uma desvalorização da taxa de câmbio leva a uma redução no salário real e a um aumento da margem de lucro das empresas e do grau de utilização da capacidade produtiva. Conseqüentemente, ocorre uma elevação no investimento planejado pelas firmas (GALA, 2008; SILVEIRA, 2011; MISSIO, 2012).

O resultado final deste efeito (desvalorização do câmbio-distribuição funcional da renda) sobre a trajetória de crescimento depende do regime de acumulação a que está sujeita a economia (*wage-led* ou *profit-led*). Se o investimento for suficientemente elástico ou sensível ao aumento da participação dos lucros (margem de lucro) na renda, a queda no consumo, devido a redução do salário real, será compensada pelo aumento do investimento (regime *profit-led growth*). Neste caso, a economia pode entrar em uma trajetória de crescimento “*investment-led*”. Do

⁴ Alguns modelos de crescimento liderados pela demanda - como os denominados “modelos de crescimento com restrição no balanço de pagamentos (BP)” desenvolvidos inicialmente por Thirlwall (1979) - que definem a taxa de crescimento de longo prazo como sendo a razão entre as elasticidades renda das exportações e das importações, consideram que uma desvalorização da taxa de câmbio afeta o produto a curto prazo mas é irrelevante para o crescimento de longo prazo. O câmbio real só afetaria o crescimento de longo prazo se ocorresse desvalorizações (valorizações) contínuas ou permanentes. Para Missio (2012) estes modelos consideram apenas os efeitos diretos de variações na política cambial sobre o crescimento, ignorando os efeitos que essa política pode ter, por exemplo, sobre o progresso tecnológico e a heterogeneidade produtiva e, portanto, sobre as próprias elasticidades. Missio (*ibid.*) demonstra que uma taxa de câmbio desvalorizada é capaz de afetar a inserção internacional de um país, o que se reflete em uma maior (menor) elasticidade renda da demanda por exportações (importações). Conclusão semelhante a de Barbosa-Filho (2006) ao demonstrar que um câmbio competitivo, ao fomentar indústrias não tradicionais, modifica as bases do sistema produtivo nacional. Assim o país consegue modificar sua pauta de exportação de forma a contribuir para um aumento da elasticidade-renda das exportações, afetando o crescimento de longo prazo.

⁵ Ao considerar que o câmbio, em certa medida, é importante para o nível de inflação (SILVEIRA, 2011).

contrário, se a elasticidade do investimento em relação às variações dos lucros for baixa, quedas no salário real terão efeitos recessivos, dado que a redução no consumo não será compensada por um aumento do investimento das empresas (regime *wage-led growth*) (BHADURI; MARGLIN, 1990; GALA, 2008; MISSIO, 2012).

Para Missio (2012), a desvalorização da taxa de câmbio real, ao redistribuir renda dos salários em prol dos lucros (reduzindo os salários reais e aumentando o lucro das empresas), aumenta a capacidade de autofinanciamento das firmas, ou seja, aumenta a disponibilidade de fundos próprios que elas dispõem para realizar seus projetos de investimentos relacionados à pesquisa e a inovação. Isto alivia os problemas de escassez de financiamento que inibem o desenvolvimento destes projetos inovativos, especialmente nas empresas dos países em desenvolvimento, e estimula o progresso tecnológico que, por sua vez, é importante fonte de estímulo ao crescimento de longo prazo.

Deste modo, como demonstra Missio (2012), os efeitos positivos da desvalorização ou da manutenção de uma taxa de câmbio real competitiva sobre o crescimento econômico independem do regime de acumulação. Isto porque o aumento da margem de lucro, ao elevar a capacidade de autofinanciamento estimulando o investimento em inovação com os consequentes efeitos sobre o progresso tecnológico e a estrutura produtiva da economia, pode, em certa medida, contrabalancear as pressões recessivas que ocorrem, por exemplo, no regime *wage-led growth*, permitindo um maior crescimento de longo prazo⁶. Para o autor, o importante é que a taxa de câmbio permaneça desvalorizada em um intervalo de tempo capaz de aumentar o lucro das empresas de forma a induzi-las a investir em inovação. Assim, é possível imaginar uma situação em que a taxa de câmbio retorne ao seu ponto original e mesmo assim observar que os efeitos positivos perduraram no longo prazo, dado que o padrão tecnológico vigente (da economia) foi alterado.

No segundo caso, o argumento de que alterações no nível da taxa de câmbio real afetam o produto via impacto na *distribuição intersetorial da renda* decorre da observação de que - estando a economia dividida em dois principais setores de produção, bens *tradables* (T) e bens *non-tradables* (NT), e sendo a taxa de câmbio real definida como o preço relativo destes bens ($e_R = PT/PNT$) - uma desvalorização cambial aumenta o preço relativo dos bens *tradables*.

⁶ Evidentemente, se o regime de acumulação for *profit-led*, o impacto sobre o crescimento de longo prazo será amplificado (MISSIO, 2012, p. 8).

Isto tem impacto direto na distribuição de incentivos entre estes setores, ou seja, redistribui renda do setor de bens *non-tradables* para o setor de bens *tradables* via aumento da lucratividade relativa deste setor. A consequência desta redistribuição de renda é estimular o investimento e promover a expansão da capacidade produtiva do setor de *tradables*, acelerando assim, o crescimento da economia (RODRIK, 2007).

A expansão da capacidade de produção do setor de *tradables* acelera o crescimento porque, como destaca Gala (2008), as firmas deste setor normalmente são muito mais dinâmicas e suas atividades estão mais sujeitas a retornos crescente de escala, contribuindo mais para a inovação e para o aumento da produtividade da economia do que as firmas do setor *non-tradables*. Por isso, para Rodrik (2007), o tamanho do setor de *tradables* é o principal canal através do qual uma desvalorização da taxa de câmbio real acelera o crescimento⁷. Mais do que isso, ao estimular o setor mais dinâmico cujos produtos tendem a ser mais intensivos em tecnologia e onde o processo *learning-by-doing* e a acumulação do progresso tecnológico são maiores, a desvalorização promove mudanças estruturais em toda a economia e pode colocar os países em uma trajetória de crescimento e desenvolvimento mais sustentável (WOO, 2004; RODRIK, 2007; GALA, 2008).

Ao contrário, uma apreciação excessiva da moeda interrompe esta trajetória porque reduz a rentabilidade relativa dos investimentos no setor manufatureiro e realoca recursos para os setores não manufatureiros, especialmente *non-tradables* e de produção de *commodity* onde, em geral, os produtos são intensivos em mão-de-obra barata e recursos naturais e suas atividades estão mais sujeitas a retornos decrescentes de escala. Além disso, como estes produtos (não-manufaturados) revelam-se menos sensíveis a alterações na taxa de câmbio real do que os produtos mais “tecnológicos” (como os bens *tradables* dinâmicos)⁸, uma moeda apreciada impede o desenvolvimento de um setor industrial com suas economias de escala e *spillovers* tecnológicos relacionados e, desta forma, toda a dinâmica da produtividade da

⁷ Embora este efeito câmbio-crescimento, segundo Rodrik (2007), dependa fortemente do nível de renda per capita do país, desaparecendo para rendas muito elevadas. Ao contrário, para economias em desenvolvimento, um aumento na desvalorização impulsiona o crescimento econômico tão poderosamente quanto uma redução na valorização.

⁸ Para Woo (2004), esta diferença se verifica, em parte, devido a presença de retornos crescentes de escala nos bens intensivos em tecnologia e dos retornos decrescentes nos setores intensivos em mão-de-obra e recursos naturais.

economia e, conseqüentemente, do crescimento da renda é afetada (WOO, 2004; GALA, 2008)⁹.

Para Rodrik (2007), a apreciação desacelera o crescimento, ao redistribuir renda para o setor *non-tradables*, porque neste setor o estímulo sobre o investimento, decorrente do aumento da lucratividade relativa, é menor quando comparado ao incentivo da desvalorização cambial sobre o investimento no setor de bens *tradables*. A hipótese de Rodrik para explicar esta diferença é que o setor de *tradables* é mais vulnerável ao efeito competitivo do câmbio porque é mais afetado, quando comparado ao setor *non-tradables*, pelas falhas de mercado e pela existência, principalmente nos países em desenvolvimento, de um arcabouço institucional fraco.

As falhas de mercado afetam as atividades de produção por meio das externalidades de aprendizado (transbordamento do conhecimento tecnológico intra e inter-firmas), das externalidades de coordenação (que decorrem da necessidade de investimentos maciços e coordenados para o surgimento de novas indústrias), das imperfeições do mercado de crédito (no qual a assimetria de informações e o limite implícito de dívida compromete o acesso ao financiamento por parte dos empreendedores) e do prêmio salarial¹⁰. Por sua vez, um ambiente institucional fraco é responsável, em parte, por manter a renda baixa¹¹. É responsável, ainda, pela ineficiência na execução dos contratos e pela ausência de definição dos direitos de propriedade. Assim, o autor afirma que falhas de mercado e instituições fracas reduzem a capacidade dos investidores de se apropriarem do retorno sobre seus investimentos, inibindo o investimento privado e impactando nas atividades de produção (RODRIK, 2007).

Segundo Rodrik (2007), estes problemas são mais intensos no setor de bens *tradables* porque seu sistema de produção é mais complexo e tem maior circularidade, quando comparado ao

⁹ A dinâmica desta relação “*câmbio competitivo-aumento da produtividade-aumento do produto*” também pode ser analisada na perspectiva Kaldoriana da chamada “lei de Verdoorn”. Esta lei demonstra a existência de uma bicausalidade entre o crescimento do produto e da produtividade: uma taxa de câmbio real desvalorizada estimula a produção no setor manufatureiro onde prevalece a lei dos rendimentos crescentes de escala. Assim, um aumento na produção deste setor proporciona ganhos de produtividade. Estes ganhos, por sua vez, ao tornarem mais competitivo o setor industrial (via redução de custos), estimulam novo aumento da produção, que é orientado para a exportação e retro-alimenta esse ciclo. Portanto, sob o prisma kaldoriano há um caráter circular e cumulativo na atividade econômica, ou uma “Causação Circular Cumulativa”, advinda da realimentação mútua entre crescimento e retornos crescentes (MISSIO, 2012).

¹⁰ Segundo Rodrik (2007), a necessidade de monitoramento e o *turnover* inerente ao setor de *tradables* são responsáveis por manter os salários acima de seus níveis de equilíbrio.

¹¹ Semelhante ao que propõem North (1990) e Acemoglu, Johnson e Robinson (2001).

setor de bens *non-tradables* - ou seja, as cadeias produtivas das indústrias de bens *tradables* além de serem sensivelmente maiores, interagem entre si em diversos momentos distintos do processo produtivo. Desta forma, um aumento no preço relativo dos *tradables* age como um mecanismo de compensação para a reduzida capacidade de apropriação privada do retorno do investimento, estimulando o investimento nas “*firmas tradables*” (firmas do setor de bens *tradables*), o investimento agregado e o crescimento econômico.

Quando o câmbio real aprecia a lucratividade eleva-se no setor de bens *non-tradables*, mas neste setor o problema de fracas instituições e de falhas de mercado é menor e por isso, a apropriação privada dos retornos do investimento é menos comprometida. Logo, a apreciação cambial, enquanto fator de compensação do problema de fracas instituições e de falhas de mercado, tem menos relevância no setor de bens *non-tradables* do que a depreciação cambial para o setor de *tradables*. Consequentemente, a desvalorização representa estímulo mais elevado sobre o investimento agregado e o crescimento do que a apreciação cambial (RODRIK, 2007).

Para Rodrik (2007), esse preço relativo parece ter um papel que vai além da estabilidade macroeconômica¹², sendo fundamental em promover a convergência de renda das economias em desenvolvimento para as desenvolvidas. Por isso, economias em desenvolvimento alcançam um crescimento mais rápido quando estão aptas a aumentar a lucratividade relativa de seus *tradables*.

Percebe-se, portanto, que há uma diversidade de argumentos na literatura para explicar a relação entre o nível da taxa de câmbio real e o crescimento econômico. A partir desta literatura podem-se destacar pelo menos três principais consequências que um período de taxa de câmbio real desvalorizada, ou mantida em um nível competitivo, gera na economia. São simultaneamente: i) o aumento das exportações; ii) o aumento da lucratividade relativa das empresas do setor de *tradables*, estimulando a produção, o investimento e a expansão deste setor; e, iii) o aumento da capacidade de autofinanciamento das empresas permitindo o investimento em projetos mais arriscados, como aqueles voltados para a introdução de inovações tecnológicas. Estes fatores, por sua vez, afetam positivamente três importantes fontes de crescimento: o investimento agregado, o progresso tecnológico e a produtividade da economia, considerados aqui os

¹² Conclusão semelhante a que chegaram Gala (2008) e Bhalla (2007).

principais canais (intermediários) de transmissão do efeito da desvalorização do câmbio real para o crescimento econômico no longo prazo.

No entanto, para que estes fatores se traduzam em aumento da renda, além da manutenção de um câmbio competitivo, o controle da excessiva volatilidade também é considerado uma estratégia eficiente, uma condição facilitadora para o crescimento. Os principais argumentos que explicam os meios pelos quais uma taxa de câmbio real volátil afeta o crescimento serão apresentados na próxima seção.

1.2.2 Os Efeitos da Volatilidade da Taxa de Câmbio sobre o Crescimento Econômico

Não existe na literatura uma “teoria” que defina, de forma concisa e categórica, os possíveis mecanismos através dos quais a volatilidade da taxa de câmbio impacta o crescimento. No entanto há um consenso na literatura de que uma das principais implicações de uma taxa de câmbio volátil é gerar incerteza no ambiente econômico e que esta incerteza tem pelo menos dois importantes efeitos na economia: desencorajar o investimento e o comércio internacional. Estes fatores, por sua vez, impactam negativamente a produtividade e o crescimento econômico de longo prazo (ARIZE *et al.*, 2003; ATELLA *et al.*, 2003; EICHEGREEN, 2008; CALDERON; KUBOTA, 2009)¹³.

Para Atella *et al.* (2003, p. 812), a volatilidade da taxa de câmbio desencoraja o investimento (associado a decisões tipicamente irreversíveis) porque “*different types of firms show a different exchange rate sensitivity through the profit channel.*” Uma taxa de câmbio volátil “mina” a confiança das empresas em relação à capacidade de avaliar a “lucrabilidade” potencial dos seus projetos de investimento. Ademais, quando os preços dos bens comercializáveis não podem reagir à volatilidade cambial, “é a margem de lucro que tem que absorver esta volatilidade.

¹³ Como não existe uma “teoria da relação câmbio - crescimento” são muitos os argumentos desenvolvidos para explicar e identificar os canais através dos quais a volatilidade cambial pode afetar crescimento. Schnabl (2007) indica que os canais de transmissão mais importantes são: os choques assimétricos, o comércio internacional e o mercado de capitais. Além destes fatores, Aghion *et al.* (2006), destacam que a estabilidade macroeconômica também importa e, para Araújo (2009), o investimento é um importante canal de transmissão. Curado, Rocha e Damiani (2011) destacam como mecanismos de transmissão o desenvolvimento do mercado financeiro, o grau de abertura comercial, as decisões de investimento sob incerteza e o histórico de alta inflação de alguns países. Aqui serão enfatizados apenas o investimento e o comércio internacional visto que o objetivo não é fazer uma análise esgotando todos os possíveis canais de transmissão dos efeitos da volatilidade para o crescimento, mas destacar os mais importantes no contexto deste trabalho.

Desta forma, um alto grau de incerteza quanto à taxa de câmbio torna a margem de lucro imprevisível, o que afeta negativamente o investimento” (ARAÚJO, 2009, p. 8).

Para Aghion *et al.* (2006), a maior consequência de uma taxa de câmbio volátil e da incerteza que ela gera no ambiente econômico é a redução dos gastos de investimentos com P&D, que são extremamente importantes para estimular um crescimento sustentável a longo prazo em qualquer economia (CURADO; ROCHA; DAMIANI, 2011).

Nesta perspectiva, Atella *et al.* (2003, p. 812) destacam que uma taxa de câmbio estável empurra as firmas para investir em P&D e em inovação, não apenas para aumentar sua competitividade preço, mas também para elevar sua capacidade de competir no mercado. Para os autores, a liderança tecnológica e o crescimento dos países estão intensamente relacionados a sua capacidade de investimento. *“At the same time, countries that showed a larger quantity and higher quality of investment spending, with technological leadership, (...) had a strong and stable currency for a long period of time”*.

Em relação ao efeito da volatilidade da taxa de câmbio sobre o comércio internacional, a literatura destaca dois principais fatores através dos quais uma taxa de câmbio volátil afeta o comércio: i) o aumento da incerteza em torno dos ganhos ou lucros esperados; e, ii) o aumento do custo para as empresas se protegerem do risco cambial.

No primeiro caso, a volatilidade da taxa de câmbio torna o ganho das exportações incertos porque esta taxa é “acordada no momento em que o contrato é assinado, mas o pagamento é realizado apenas quando a entrega do produto efetivamente ocorre”. Assim, se a taxa de câmbio está sujeita a mudanças imprevisíveis isto cria uma incerteza acerca da receita das exportações (HOOPER; KOHLHAGEN 1978 *apud* CARMO; BITTENCOURT, 2013, p. 3). Esta incerteza reduz o volume de comércio porque os agentes, em geral, são avessos ao risco e não querem arriscar seu lucro esperado com as exportações (ARAÚJO, 2009).

Para Atella *et al.* (2003), embora uma taxa de câmbio estável não garanta ganhos temporários no comércio internacional, ao eliminar a incerteza no ambiente econômico ela permite que os agentes (empresas) avaliem melhor o lucro esperado. Isto aumenta a confiança na rentabilidade dos investimentos e das exportações podendo estimular o comércio internacional.

No segundo caso, a maior incerteza no ambiente econômico resultante da volatilidade da taxa de câmbio aumenta o custo para as empresas se protegerem do risco cambial (ou seja, aumenta os custos de transação) dificultando a utilização dos mecanismos de proteção pelas empresas (SCHNABL, 2007, p. 11). Além dos custos elevados, a proteção diante da volatilidade da taxa de câmbio muitas vezes não é perfeitamente realizada porque as opções de *hedge* não estão disponíveis para todas as firmas. Assim, a volatilidade da taxa de câmbio terá um efeito negativo sobre o montante de risco que não foi protegido pelo mercado futuro” (HOOPER; KOHLHAGEN, 1978 *apud* CARMO; BITTENCOURT, 2013).

Quanto mais avessas ao risco forem as empresas e quanto menor for a possibilidade de *hedging*, maior o impacto negativo da volatilidade sobre o comércio. Ao contrário, se existe uma elevada possibilidade de “*hedging completas*” a baixo custo ou a custo zero, as firmas podem se proteger do risco cambial e, neste caso, uma maior volatilidade da taxa de câmbio não reduz o volume comercial (ARAÚJO, 2009; CARMO; BITTENCOURT, 2013)¹⁴.

O estímulo ao comércio impacta no crescimento, especialmente dos países em desenvolvimento, porque para entrar no mercado externo as firmas aumentam sua produtividade e seus esforços para inovar. Exportar ajuda as empresas a atingir níveis mais altos de produtividade e este resultado é atingido logo após a entrada no comércio internacional. Assim, com uma taxa de câmbio estável as economias ganham eficiência, produtividade, crescimento econômico e bem-estar (BIESEBROECK, 2005; DIAS, 2002 SCHNABL, 2007). Ademais, o estímulo ao comércio produzido por uma taxa de câmbio estável eleva as exportações líquidas que, por seu turno, são importante canal de aumento da demanda, de ganhos de escala no setor de bens tradables e de relaxamento da restrição externa, estimulando o crescimento deste setor e da economia como um todo

Os efeitos da volatilidade da taxa de câmbio real sobre a economia - assim como aqueles gerados por desalinhamentos cambiais discutidos na subseção anterior - foram testados empiricamente em diversos trabalhos. Isto será apresentado na próxima seção.

¹⁴ A literatura que analisa os efeitos de uma taxa de câmbio volátil sobre os níveis de comércio não é consensual. Para alguns atores este efeito depende do grau de aversão ao risco das empresas, das oportunidades de *hedging* (completas e incompletas) e do custo associado ao mecanismo de proteção do risco cambial. Desse modo, Carmo e Bittencourt (2013) sugerem que a direção e a magnitude do impacto da volatilidade da taxa de câmbio sobre o comércio internacional devem ser analisadas mais sob o ponto de vista empírico.

1.3 Evidências Empíricas da Relação Câmbio-Crescimento

Concomitantemente à evolução da discussão teórica em relação aos efeitos de uma taxa de câmbio competitiva e estável sobre o crescimento econômico, diversos trabalhos buscaram testar empiricamente a relação *câmbio-crescimento*. Parcela significativa destes trabalhos confirma a hipótese de que a desvalorização (valorização) da taxa de câmbio real estimula (desestimula) o crescimento econômico¹⁵ e destaca algumas especificidades desta relação.

Razzin e Collins (1997) analisam a relação câmbio-crescimento para uma amostra de 93 países (desenvolvidos e em desenvolvimento) e encontraram evidências de que supervalorizações na taxa de câmbio real têm efeitos negativos sobre o crescimento econômico. No entanto, os autores identificaram *não-linearidades* na relação, concluindo que apenas valorizações muito elevadas estariam associadas a um crescimento econômico lento, enquanto desvalorizações moderadas (mas não muito altas) poderiam ajudar na promoção do crescimento, resultado semelhante ao encontrado por Aguirre e Calderón (2005). Estes autores, usando a metodologia de painel dinâmico aplicada a um painel com 60 países e um período de 38 anos (1965–2003), concluem que apenas pequenas ou suaves desvalorizações estimulam o processo de crescimento econômico enquanto grandes desvalorizações reduzem este processo. E mais, os autores afirmam que o impacto negativo da apreciação cambial sobre o crescimento é maior do que o impacto positivo de uma desvalorização da taxa de câmbio real, sendo estes efeitos maiores nos países em desenvolvimento.

Evidências de que o câmbio desvalorizado estimula o crescimento e que esta relação difere entre os grupos de países desenvolvidos e em desenvolvimentos, sendo em geral positiva e significativa para os países em desenvolvimento, foram encontrados também por Curado, Rocha e Damiani (2011) e por Missio (2012). Ademais, os resultados apresentados por Missio (*ibid.*) - robustos a diferentes técnicas econométricas - também sugerem que a relação é não linear: uma desvalorização aumenta o crescimento em um primeiro momento, mas a partir de um determinado nível de desvalorização os efeitos se tornam negativos.

Rodrik (2007), por sua vez, encontra poucas evidências de *não-linearidades* na relação *câmbio-crescimento*. O autor testa esta relação usando um painel com 184 países observados no período

¹⁵ Razzin e Collins (1997), Dollar (1992), Aguirre e Calderón (2005), Gala (2008), Berg e Miao (2010); Rodrik (2007), Curado, Rocha e Damini (2011), Missio (2012).

de 1950-2004. Seus resultados confirmam que existe uma relação positiva entre o crescimento econômico e a desvalorização da taxa de câmbio real e que esta relação se mantém apenas nas economias em desenvolvimento. Além disso, os resultados mostram que estes efeitos independem do período ou contexto histórico-econômico analisado. As estimativas mostram ainda que a desvalorização da taxa de câmbio real aumenta a atividade na indústria (bens *tradables*), mas não tem relação positiva com a agricultura. Assim, Rodrik (*ibid.*) afirma que a desvalorização ao estimular a transferência ou a realocação de recursos para a indústria, promove a expansão deste setor e o crescimento econômico.

Baseando-se no trabalho de Bhaduri e Marglin (1990), Gala (2008) mostra, em termos formais, que uma moeda desvalorizada aumenta os preços dos bens *tradables*, reduz o salário real e aumenta a margem de lucro, o investimento agregado e a poupança, estimulando a acumulação de capital e o crescimento econômico. Então, o autor testa a relação câmbio-crescimento para 58 países em desenvolvimento (com renda per capita média entre US\$ 500 e US\$ 7.000 PPP) no período de 1960 a 1999. Seus resultados apontam que desvalorizações da taxa de câmbio são importantes para estimular o crescimento econômico de longo prazo. Para Gala (*ibid.*, p. 282), estes resultados estão relacionados aos efeitos positivos de longo prazo do câmbio competitivo sobre o aumento do investimento, do progresso tecnológico e da produtividade. Ao contrário, uma taxa de câmbio real valorizada “(...) *to be related to lower GDP growth rates due to their short-run problems (balance of payments crises), as well as their long-run negative effects (low investment, lack of technological innovations and productivity growth)*”.

Um dos principais argumentos para explicar o efeito positivo da desvalorização sobre o crescimento é que a desvalorização estimula a realocação de recursos para o setor de bens *tradables* (manufatura) tornando mais rentável a produção destes bens em detrimento dos bens *non-tradables* e das *commodities*. Isto estimula a exportação de produtos não tradicionais (manufaturados) e de maior valor agregado para o mercado mundial e promove o crescimento econômico (WILLIAMSON, 2003; RODRIK, 2007; EICHENGREEN, 2008). Evidências deste argumento, ou seja, de que taxas mais elevadas de crescimento econômico estão associadas a realocação de recursos para o setor manufatureiro e ao crescimento das exportações de bens manufaturados são destacadas nos trabalhos de Jones e Olken (2005) e Johnson, Ostry e Subramanian (2007).

Jones e Olken (2005) analisando episódios de crescimento para 125 países (incluindo países desenvolvidos e em desenvolvimento) encontraram evidências de uma significativa realocação de recursos em direção ao setor manufatureiro em períodos de crescimento econômico acelerado. Por sua vez, os resultados encontrados por Johnson, Ostry e Subramanian (2007) mostram que todos os países em desenvolvimento que experimentaram taxas de crescimento sustentadas também apresentaram um rápido crescimento da participação das manufaturas exportadas no GDP total.

Além dos efeitos positivos de um câmbio competitivo, os trabalhos testam também a hipótese de que a volatilidade da taxa de câmbio tem efeitos negativos sobre o crescimento econômico. Araújo (2009) analisou esta relação volatilidade-crescimento para uma amostra de 90 países emergentes e em desenvolvimento, no período de 1980 a 2007 e encontra evidências de que a volatilidade tem impacto negativo e altamente significativo sobre o crescimento econômico. Resultados semelhantes foram encontrados por Bagella *et al.* (2006) e Schnabl (2007). Curado; Rocha; Damiani (2011) testam a relação volatilidade-crescimento para uma amostra de países desenvolvidos e em desenvolvimento. Suas estimativas corroboram a importância de uma taxa de câmbio real estável para o crescimento de longo prazo nos países estudados.

Argumenta-se ainda que além de uma taxa de câmbio competitiva (desvalorizada), a manutenção do estímulo ao crescimento econômico via estímulo às exportações, ao investimento e à produtividade nas economias depende de uma taxa de câmbio estável. Nesta perspectiva, Broda e Romalis (2003) testam a hipótese de que uma taxa de câmbio volátil tem um impacto negativo sobre o comércio internacional. Seus resultados mostram que a volatilidade cambial afeta negativamente as exportações e que este efeito negativo é muito pequeno para produtos agrícolas e é razoavelmente grande para produtos industrializados. Servén (2002) examina o impacto da volatilidade da taxa de câmbio real sobre o investimento para 61 países em desenvolvimento. Seus resultados confirmam que uma taxa de câmbio volátil tem um impacto negativo e altamente significativo sobre o investimento. Resultados semelhantes foram encontrado por Darby *et al.* (1999) e por Bleaney e Greenaway (2001). Em relação ao impacto do câmbio sobre a produtividade, Bosworth *et al.* (1996), analisando os dados de 88 países (desenvolvidos e em desenvolvimento) no período 1960-1992 encontram evidências de que a volatilidade cambial desestimula o crescimento econômico via impacto negativo sobre o crescimento da produtividade total dos fatores. Resultado semelhante ao apresentado por Aghion *et al.* (2006). Os autores fazem uma análise empírica usando dados de

83 países observados no período 1960-2000 e encontram fortes evidências de que uma taxa de câmbio real volátil desestimula o crescimento da produtividade, mas apenas em países com mercados financeiros subdesenvolvidos.

Assim, a literatura empírica fornece evidências suficientes de que a taxa de câmbio real tem impacto no processo de crescimento: uma taxa de câmbio competitiva e estável facilita o crescimento da renda principalmente nas economias em desenvolvimento. No entanto, como destaca Eichengreen (2008, p. 20), enfatizar a importância da taxa de câmbio real para o crescimento não significa o mesmo que dizer que a política cambial pode substituir a presença de outras políticas fundamentais: esta relação “*câmbio-crescimento*” dependerá da presença de outros determinantes fundamentais como educação e treinamento, da capacidade das instituições de gerar e assimilar conhecimento tecnológico e organizacional, etc. Uma taxa de câmbio competitiva e estável “(...) *can help to jump-start growth by encouraging the redeployment of resources into manufacturing and reaping immediate productivity gains*”.

1.4 Considerações Finais

Este capítulo teve como principal objetivo apresentar uma revisão da literatura teórica e empírica sobre a relação *câmbio-crescimento* destacando os principais argumentos abordados nesta literatura que culminam com a identificação dos mecanismos de transmissão dos efeitos do câmbio para o crescimento econômico.

Embora existam muitos argumentos para explicar como ocorre esta relação, é possível afirmar, a partir desta literatura, que uma taxa de câmbio real desvalorizada (ao estimular as exportações, redistribuir renda dos salários para os lucros e dos setores *non-tradables* para os *tradables*) e estável (ao reduzir a incerteza no ambiente econômico) afeta positivamente três fontes de crescimento: o investimento agregado, o progresso tecnológico e a produtividade da economia, considerados aqui os principais canais “secundários” de transmissão dos efeitos do câmbio para o crescimento de longo prazo. Entre estes fatores, o progresso tecnológico pode ser considerado um dos mais importantes mecanismos de transmissão da relação *câmbio-crescimento*. Isto porque, ao analisar os fatores determinantes desta relação, parcela significativa dos trabalhos destacam o efeito de uma taxa de câmbio real desvalorizada e estável sobre fatores que têm impactos diretos sobre a inovação tecnológica como o aumento da capacidade de

autofinanciamento das empresas para investimentos relacionados à pesquisa e inovação, o investimento em P&D e o próprio investimento agregado (FBKF), este último considerado na literatura Evolucionária condição necessária, embora não suficiente, para o progresso tecnológico.

Em linha com esta literatura, isto é, reconhecendo que o nível e a volatilidade da taxa de câmbio real estimulam o crescimento econômico e que a inovação tecnológica é um importante mecanismo através do qual se estabelece esta relação, essa tese busca contribuir para esta literatura trazendo novos argumentos para explicar a relação *câmbio-inovação*. Isto será feito nos próximos capítulos. O principal objetivo é demonstrar teoricamente como uma taxa de câmbio real desvalorizada e estável estimula a inovação tecnológica e apresentar evidências empíricas desta relação *câmbio-inovação*.

Argumenta-se que os dois principais mecanismos de transmissão dos efeitos do câmbio real para a inovação tecnológica são o fluxo de informação e a decisão de investimento dos agentes econômicos. Um câmbio competitivo, ao promover uma redistribuição de renda em favor do setor de bens *tradables* aumentando as exportações, a margem de lucro e o investimento, cria um ambiente favorável que “empurra” as firmas deste setor a buscar novas oportunidades tecnológicas, estimulando o fluxo de informação nas cadeias produtivas destas firmas. O aumento do fluxo de informação eleva as chances de inovações bem sucedidas e reduz a incerteza do retorno dos investimentos em ativos inovativos estimulando os empresários a investir em inovação. A manutenção deste processo, por sua vez, depende de uma taxa de câmbio real estável: um câmbio volátil leva, simultaneamente, ao aumento da incerteza empresarial e ao rompimento do fluxo de informação na cadeia produtiva dos *tradables*. Isto afeta negativamente a decisão de investir dos empresários e desestrutura as *capacidades inovativas construídas*, com consequências negativas sobre a dinâmica do processo de inovação. O ponto de partida para o desenvolvimento teórico destes argumentos é a análise desta dinâmica, ou seja, dos determinantes do processo de inovação. Isto será apresentado no próximo capítulo.

CAPÍTULO 2 – A TEORIA EVOLUCIONÁRIA E OS DETERMINANTES DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

2.1 Introdução

A abordagem Evolucionária proporcionou um grande avanço na Teoria do Crescimento Econômico ao introduzir a noção de “dinâmica” ao processo. Para os evolucionários o ambiente econômico está em constante mudança e isto resulta do comportamento das firmas, que buscam permanentemente introduzir inovações em seus produtos e processos produtivos. São as atividades de inovação dentro das firmas – cujos resultados são determinados ao longo do tempo - que geram o progresso tecnológico que, por sua vez, é fundamental para a dinâmica do crescimento econômico.

Deste modo, a dinâmica do crescimento e do progresso tecnológico pode ser explicada pelo processo que gera as inovações. Portanto, o objetivo central deste capítulo é discutir, em uma perspectiva teórica, os elementos determinantes da inovação.

A Literatura Evolucionária apresenta diferentes conceitos para inovação. Freeman e Soete (2008) diferenciam o conceito de inovação (inovação técnica) e inovação tecnológica. A inovação técnica refere-se à introdução e difusão de novos e mais avançados produtos e processos na economia; e a inovação tecnológica é o avanço no conhecimento. Nelson (2006) diferencia em “conceito estrito” – inovação é a introdução de um método verdadeiramente novo; e “conceito amplo” - inovação é o procedimento pelo qual as empresas dominam e põem em prática projetos de produtos e processos produtivos que são novos para elas, mesmo que não sejam novos em termos nacionais ou mundiais.

A literatura trata ainda a inovação como um processo que envolve a interação de diferentes fases: a invenção (pesquisa), a inovação (desenvolvimento tecnológico) e a difusão. A invenção é uma ideia, um esboço ou um modelo para um novo ou melhorado produto ou processo. Elas podem ser patenteadas, mas não levam necessariamente à inovação. A inovação no sentido econômico somente é completada quando há uma primeira transação comercial. Naturalmente,

novas invenções ocorrem no decorrer do processo inovativo e outras mais podem vir a ocorrer no processo de difusão (NELSON, 2006).

Assume-se neste trabalho que a inovação é um processo - que envolve a invenção ou pesquisa, o desenvolvimento e a difusão - pelo qual as firmas buscam dominar e introduzir (no sentido econômico) produtos ou processos de produção, que podem ser novos para toda a economia ou novos e mais avançados apenas para elas. Ademais, é um processo que gera avanço no conhecimento. Assim, os termos inovação, inovação técnica ou inovação tecnológica referem-se ao mesmo processo.

De acordo com a teoria Evolucionária/ Neo-Schumpeteriana, este processo inovativo resulta de múltiplas fontes e envolve uma grande quantidade de conceitos¹. No entanto, a compreensão de dois elementos principais é fundamental para entender este processo: a inovação como um conjunto de informações e conhecimentos incorporados em novas tecnologias; e, o processo de construção deste corpo de conhecimento.

A construção deste “corpo de conhecimento” pode ser entendida a partir de dois níveis de análise: uma análise individual e uma sistêmica. A análise individual destaca o papel da firma e sua organização e a análise sistêmica aborda a natureza e o papel das instituições econômicas, que estabelecem o ambiente no qual as firmas operam.

Na análise individual (micro), as firmas, caracterizadas por diferentes combinações de capacidades intrínsecas e estratégias, são os “jogadores-chave” do processo inovativo. É a busca das firmas por novos produtos e processos, para realizar maiores lucros, que leva a inovação (FAGERBERG, 1994; DOSI, 1988). Neste nível, conceitos mais específicos relacionados ao estabelecimento de rotina pelas firmas, oportunidade e apropriabilidade tecnológica, busca e seleção, habilidades, entre outros, são importantes para entender o processo de inovação.

Em uma análise “sistêmica”, a inovação é considerada como o resultado de um processo que envolve as firmas e todo o ambiente econômico e social no qual elas estão inseridas. Neste nível, o conceito de sistema de inovação é utilizado para assinalar que a inovação resulta da

¹ Além da extensa discussão sobre as fontes de inovação, existe na literatura um debate sobre os fatores indutores da inovação. Este debate refere-se ao papel da demanda (*demand-pull*) ou da oferta (*Science-push*) para determinar a taxa e direção da inovação. No primeiro caso, o estímulo seria induzido pela demanda (a necessidade é a mãe da invenção) no segundo pela ciência. Para Freeman e Soete (2008) a inovação é essencialmente uma atividade interativa ou bilateral e inovações unilaterais tem muito menos chance de ser bem sucedidas.

ação de um grupo de atores institucionais que, em conjunto, desempenham um papel importante para influenciar a performance inovadora das firmas através de suas interações.

Tais interações sistêmicas são denominadas na literatura evolucionária como Sistema Nacional de Inovação (SI) e proporciona uma ponte essencial para mover-se da análise micro para a macroeconomia das inovações (NELSON, 2006; FREEMAN; SOETE, 2008). É esta interação que permite a construção do conhecimento por meio do fluxo contínuo de informação entre os agentes econômicos. Estes são considerados fatores essenciais no processo de geração de inovação.

Assim, a análise do processo que leva à inovação e, conseqüentemente, ao progresso tecnológico, que é o objeto deste capítulo, é feita a partir da abordagem sistêmica², não se preocupando com conceitos como rotina, busca e seleção, habilidades etc. específicos da análise individual. A firma é o “agente inovador chave”, mas sua atuação deve ser entendida neste contexto sistêmico.

O argumento principal deste capítulo é que o fluxo de informação tem um papel central para a inovação e o progresso tecnológico. Para corroborar este argumento, a discussão está dividida em quatro partes. A primeira analisa os fatores conceituais que explicam o processo de inovação mostrando que o fluxo de informação é um elemento importante neste processo. A segunda aborda a questão da difusão como uma continuidade do processo de inovação. A terceira discute como a incerteza, inerente a produção de inovações, afeta fundamentalmente este processo por afetar as expectativas das firmas quanto ao resultado das inovações e por gerar problemas no financiamento. Finalmente, a última parte discute, a partir do conceito de SI, a importância dos atores que compõem este sistema como organizadores do fluxo de informação e do processo de aprendizado.

²Esta abordagem é essencial para o escopo desta tese.

2.2 Elementos Conceituais do Processo de Inovação e a Importância do Fluxo de Informação

A discussão dos fatores que explicam a introdução de inovações no âmbito da Teoria Evolucionária é reconhecidamente uma discussão envolvendo “múltiplos conceitos” que, assim como toda a discussão Neo-Schumpeteriana do processo, estão fortemente conectados. Mas, de forma geral, esta literatura tem destacado o importante papel desempenhado pelo conhecimento e pelo aprendizado.

A inovação é resultado de um processo que envolve a construção do conhecimento e o aprendizado (não linear). Qualquer inovação baseia-se em um estoque de conhecimento que pode ser antigo ou novo. Mas a capacidade de inovar com sucesso depende, de forma crescente, da aptidão de adquirir e fazer uso deste “corpus de conhecimento” (SMITH, 2005; STEINMUELLER, 1994).

O conhecimento refere-se à capacidade do “agente inovador” de decodificar e usar as informações já disponíveis, novas ou velhas. Ao mesmo tempo, estas informações aumentam o conhecimento acumulado capacitando o agente a usar as informações subsequentes da forma mais eficiente possível. Portanto a informação é a fonte do conhecimento³. O aprendizado, por sua vez, é a aquisição de diversos tipos de conhecimentos que aumenta a capacidade dos agentes para direcionar sua busca, para orientar a pesquisa e o desenvolvimento, tornando-o mais bem sucedido na inovação (DOSI, 1995; LUNDVALL, 1988; LIMA, 1999; NELSON, 2006).

A importância do conhecimento e do aprendizado para a inovação deve-se ao fato de que tanto a tecnologia quanto o ambiente estão continuamente se transformando e introduzindo elevadas taxas de mudanças técnicas. Neste contexto, mais importante do que ter acesso a informação e possuir um conjunto de conhecimentos específicos, é ter capacidade de renovar estas habilidades, de adquirir novos e mais diversificados conhecimentos (*learn-to-learn*) (LUNDVALL; BORRÁS, 1998).

³ A diferença entre informação e conhecimento é explicada por Dosi (1995, p. 07) com o seguinte exemplo: as páginas de demonstração do “Teorema de Fermat” podem ser entendidas como a informação. Uns poucos matemáticos no mundo, tendo acesso a essas páginas, terão o conhecimento adequado para entender a demonstração e avaliá-la. Para Albuquerque (2000, p. 07), toda informação é conhecimento codificado mas nem todo conhecimento é codificável.

Portanto, é necessário que os agentes estejam aptos para se adaptar a esta dinâmica, desenvolvendo cada vez mais sua capacidade de adquirir habilidades novas e diversificadas. Neste aspecto, o aprendizado é importante por permitir a rápida adaptação às mudanças que ocorrem no ambiente e assim possibilitar melhores resultados na geração de inovações.

Essa discussão do papel do conhecimento e do aprendizado introduz dois fatores importantes no processo de inovação: a questão da diversidade e da circularidade. Sobre a diversidade, Nelson (2006) destaca que sua relevância está ligada aos diferentes tipos de informações e conhecimentos que são necessários para solucionar problemas tecnológicos ou para a pesquisa e desenvolvimento de algo que é novo para a sociedade ou para a firma.

Além disso, a introdução ou desenvolvimento de inovação contém certo elemento de aleatoriedade ou chance e, nesta perspectiva, a diversidade torna-se ainda mais importante⁴. A diversidade de informação, habilidades, conhecimento e competência interligadas aumenta as possibilidades de aprendizado e amplia o número de opções para as inovações (LUNDVALL, 1992).

Se a diversidade importa então a origem destes “diversos tipos de conhecimentos” não deve ser única. É neste contexto que a circularidade (fluxo) das informações passa a assumir grande relevância como um “*trigger device*” do processo de inovação. Isto porque se as fontes não são únicas, deve haver um fluxo de informações entre elas e os agentes inovadores, viabilizada por algum canal, que permita a aquisição deste “conhecimento de múltiplas fontes” impactando no aprendizado e na inovação. Este fluxo ocorre via interação dos agentes, que como destacado por Lundvall (1988), é um importante canal para obtenção de conhecimento diversificado.

A interação permite um fluxo contínuo de informações entre produtores e usuários de inovações, intra e inter-firmas e entre as firmas e o ambiente no qual estão inseridas (institutos de pesquisas, universidades e governo) possibilitando uma maior diversidade de conhecimento e um aprendizado interativo e coletivo que é fundamental para a inovação. Este aprendizado interativo altera permanentemente a quantidade e o tipo de informação que estará disponível

⁴ Conforme Lundvall (1992) existem vários tipos de diversidade que são relevantes do ponto de vista da inovação: a diversidade técnica (diversidade em produtos e processos de produção), a organizacional e a institucional. Para o escopo deste trabalho, o que importa é a diversidade de conhecimento ou de informações, já que a informação é a fonte do conhecimento. Esta diversidade afeta a inovação porque afeta o aprendizado técnico, organizacional e institucional que em conjunto formam a base do conhecimento da economia.

para os agentes e é facilitado pela organização de um Sistema Nacional de Inovação (SI), entendido como um conjunto de instituições que facilitam a comunicação entre os agentes, intensificando e expandindo o fluxo de informação⁵ (LUNDVALL, 1988; ALBUQUERQUE, 1996; TORRES, 2009).

Deste modo, observa-se um processo circular no qual um fluxo inicial de informação, ao “entrar no sistema interativo”, permite o aumento do conhecimento e do aprendizado que, por sua vez, dá origem a uma quantidade e diversidade maior de informações, que podem ser usadas para gerar mais conhecimento, aprendizado, inovação e assim sucessivamente. A cada nova rodada deste processo aumentam a quantidade e a qualidade da informação e ampliam-se as possibilidades para o surgimento de inovações.

Esta ideia de um processo circular na produção de inovação pode ser percebida na afirmação de Arrow (1962) de que informação prévia é usada na criação de nova informação e que cada informação nova produzida pode envolver um fluxo mais complexo de informações utilizadas. Freeman e Soete (2008) também contribuem ao enfatizarem que conhecimentos prévios são necessários para se absorverem novos conhecimentos. Esta circularidade é potencializada pela interação.

A questão da interação influenciando na qualidade e quantidade da informação e a importância da informação para a inovação foi enfatizado por Arrow (1962, 1974) ao argumentar que, a organização dos atores em um sistema permite que eles acumulem mais informação do que qualquer indivíduo isolado. Isto ocorre porque cada membro deste sistema possui diferentes experiências e práticas que, quando compartilhadas, podem superar as limitações da capacidade individual. Esta informação não é apenas o produto da atividade inventiva, mas é também um insumo e em algum sentido o principal insumo. Para Arrow esta é a característica econômica central do processo de inovação: ela é voltada para a produção de informação

Assim conclui-se que, uma maior interação entre os agentes permite um fluxo maior de informação, que possibilita o aumento do conhecimento e do aprendizado aumentando as chances de inovações bem sucedidas e consequentemente reduzindo a incerteza dos seus

⁵ O papel do SI para o fluxo de informação e consequentemente para inovação será discutido na seção 2.5.

resultados⁶. Portanto, pode-se definir inovação como um processo que envolve conhecimento e aprendizado, viabilizados pela interação entre diversos tipos de agentes e pelo fluxo de informação.

Este processo inovativo, enquanto mecanismo que gera progresso tecnológico e afeta o crescimento econômico, não deve ser um processo único e isolado, ao contrário deve ser um processo continuado ao longo do tempo. Assim, a partir da realização bem sucedida de uma inovação básica, deve haver um “efeito demonstração” em escala suficiente para que esta inovação resulte em crescimento.

Esta demonstração se dá via difusão tecnológica que, segundo Silverberg (1990), é a continuidade do processo de inovação. Desta forma, os fatores conhecimento, aprendizado, interação e fluxo de informação têm grande relevância também na continuidade do processo. Isto será abordado na próxima seção.

2.3 O Processo de Difusão como a Continuidade do Processo de Inovação

A literatura sobre inovação tem enfatizado que a taxa de mudança técnica e de crescimento econômico parece depender mais de uma difusão eficiente do que da primazia em inovações radicais. Nesta perspectiva, Freeman (1984) afirma que em termos de crescimento, o que interessa não é a data da inovação básica porque seus efeitos macroeconômicos raramente são perceptíveis nos primeiros anos. O mais importante é o momento em que esta inovação começa a ser difundida na economia, ou seja, aquele período em que os agentes percebem o potencial lucrativo e passam a investir fortemente naquela tecnologia.

Este argumento pode ser entendido pela ideia de que a difusão não é uma simples duplicação ou “cópia carbono” da inovação básica, mas envolve uma cadeia de inovações adicionais grandes e pequenas, que ao final do processo pode resultar em algo bastante diferente daquela tecnologia que iniciou o processo, podendo vir a ser mais importante do que a original (ROSENBERG, 1976; FREEMAN, 1984 SILVERBERG 1990).

⁶ Conforme Nelson e Winter (2005) a incerteza é inerente ao processo de produção de inovações porque seus resultados não podem ser conhecidos a priori. Esta incerteza diminui quando uma quantidade razoável de conhecimento é acumulada. Isto será discutido na quarta seção deste capítulo. A característica de não-ergodicidade da incerteza é assumida na literatura Pós Keynesiana e na literatura Evolucionária.

Esta visão é compartilhada por Bell e Pavitt (1992) que reconhecem a difusão como um processo que envolve melhorias significativas que modelam as inovações iniciais não só para adaptá-las a condições particulares de uso, mas também para lhes atribuir níveis mais altos de desempenho.

Estes desenvolvimentos incrementais⁷ que melhoram o desempenho das inovações básicas resultam do fluxo de informação viabilizado pela difusão. De fato, o processo de difusão está diretamente relacionado ao intercâmbio de informação. Como afirma Lundvall (1988), uma inovação já desenvolvida e introduzida irá difundir-se apenas se informações sobre as características de seu “valor de uso” forem transmitidas dos produtores para seus usuários potenciais.

Na realidade a difusão é a comunicação da inovação aos atores do “sistema social”, feita através do compartilhamento de informações por meio de vários canais⁸ (ROGERS, 1995). Portanto, quanto mais uma inovação é disseminada, maior será o fluxo de informação no sistema o que possibilita acumulação do conhecimento e um aprendizado maior. Este processo resultará em melhorias na inovação original.

Isto pode ser explicado pela observação de que, quando uma inovação é inserida pela primeira vez no sistema, é quase inevitável que esta introdução ocorra de forma “primitiva” envolvendo um processo de tentativa e erro. Nesta fase, a incorporação da inovação dependerá fortemente da capacidade das firmas (usuários) de desenvolver habilidades para absorver as novas informações e aprender sobre as novas tecnologias. Dependerá também da interação de usuários com produtores. Posteriormente, quanto mais esta tecnologia é produzida e usada, ou seja, quanto mais a difusão avança, maior será a quantidade de informações que circulam sobre a tecnologia, maior será a experiência acumulada pelos produtores e usuários e maior o domínio que sobre ela adquirem as pessoas (individualmente ou em equipes). Isto implica em um maior conhecimento e aperfeiçoamento do aprendizado levando a sucessivas melhorias incrementais

⁷ Além das inovações incrementais, a difusão pode resultar também na imitação de uma inovação. Na realidade a imitação é um mecanismo secundário de difusão cujo processo de desenvolvimento e o resultado é semelhante às inovações incrementais no sentido de que os imitadores nem sempre ingressam nas mesmas tecnologias que os inovadores, e que os imitadores posteriores tampouco ingressam no mesmo ponto de evolução ou da trajetória das tecnologias como os primeiros. Assim a imitação também resulta em melhorias que implicam na geração de conhecimentos (NELSON; WINTER, 2005; FREEMAN; SOETE, 2008).

⁸ Alguns canais pelos quais as informações podem ser compartilhadas envolve treinamentos, cooperação, publicações, associações técnicas, processo *watch-and-learn* e *personal-transfer* e via aquisição de tecnologias incorporadas em equipamentos (DOSI, 1988; LUNDVALL, 1988).

na inovação básica que aumentam sua qualidade, desempenho e confiabilidade (ROSENBERG, 1982; FREEMAN, 1995; FREEMAN; SOETE, 2008; LICHA, 2004).

Deste modo, pode-se afirmar que a difusão - através de seus efeitos sobre o fluxo de informação e conhecimento, aperfeiçoando o aprendizado e gerando melhorias nas inovações – determina uma trajetória natural e cumulativa na produção de tecnologia e, portanto, é uma importante fonte de retornos crescentes.

O processo de difusão pode ser visto como um fator que determina uma trajetória natural (trajetória tecnológica) para a produção de tecnologia. Segundo Dosi (1988), uma trajetória tecnológica pode ser definida como o desenvolvimento "normal" de atividades de resolução de problemas - ou como uma “*solução incremental dos trade-offs*” - circunscritos aos limites do paradigma tecnológico⁹. Assim, como a difusão resulta em inovações incrementais que representam melhorias sucessivas, realizadas a partir de uma inovação básica, ela determina de certa forma, a trajetória que o desenvolvimento da tecnologia seguirá. Neste aspecto, a difusão apresenta um caráter cumulativo visto que estas inovações incrementais estabelecem o ponto de evolução seguinte para a inovação.

Isto remete ao conceito de *cumulatividade tecnológica* ou *path dependence*, ou seja, à ideia de que a evolução da inovação está condicionada pela sua própria história. Este aspecto foi enfatizado por Nelson e Winter (2005) ao afirmarem que em muitas histórias de tecnologias o novo não é apenas melhor do que o velho, de certa forma, o novo evolui a partir do velho. Desta forma, o resultado das inovações básicas de hoje, assim como suas inovações incrementais, impõe um padrão mais elevado para o sucesso dos esforços de amanhã. Isto ocorre porque elas não representam simplesmente uma “nova tecnologia”, mas também um aumento do conhecimento que servirá de base para as novas buscas por inovações. Assim, a difusão permite uma expansão do uso deste conhecimento e conseqüentemente, da informação¹⁰, sendo então

⁹ Um paradigma tecnológico pode ser entendido como um "direcionador" do progresso técnico, definindo *ex ante* as oportunidades a serem perseguidas e aquelas a serem abandonadas. Este paradigma é fruto de cumulatividades do conhecimento tecnológico e, como tal, pode e deve ser tratado como um aspecto que rege a difusão de inovações (DOSI, 1984; KUPFER, 1996). Assim, entende-se que o paradigma rege a difusão, mas a difusão altera as trajetórias tecnológicas associadas aos paradigmas

¹⁰ Arrow (1962; 1996) afirma que a informação possui propriedades especiais: é intangível; de difícil apropriação; seu uso está sujeito a indivisibilidades; e uma vez produzida pode ser usada de forma infinita. Estas propriedades especiais estão entre as causas dos retornos crescentes.

uma fonte de retornos crescentes nestes fatores com efeitos positivos para a produção de tecnologia.

Segundo Licha (2004), os retornos crescentes emergem de um processo virtuoso no qual a expansão do uso de um certo fator faz com que se torne cada vez mais vantajoso usá-lo. Além disso, estes retornos são observados principalmente em atividades intensivas em conhecimentos (como é o caso da inovação). Quanto maior a difusão de uma inovação, maior a possibilidade de interação e fluxo de informação entre usuários e produtores, maiores as possibilidades de investimentos e de melhoramento da inovação. Se a inovação melhora, aumenta o número de usuários interessados e, na sequência aumenta a interação, o fluxo de informação, o aprendizado e assim sucessivamente.

Portanto, pode-se concluir que a difusão traduz-se essencialmente em transferência de informação e conhecimento e requer mais do que a simples aquisição destes fatores. A difusão depende da capacidade dos agentes de se envolver em um processo de aprendizado ativo e criativo (*learning-by-doing* e *learning-by-using*) com a construção de novos conhecimentos.

Este aprendizado depende de fatores como: as atividades de investimento, especialmente os investimentos em capital físico - visto que alguma tecnologia ou inovação está incorporada em máquinas e equipamentos; e, a interação entre empresas e organizações, entre os agentes produtores e usuários de inovação (FREEMAN, 1995; DOSI; FREEMAN; FABIANI, 1994; NELSON; WINTER, 2005).

Quanto mais uma inovação é difundida, maior será este aprendizado, e como já enfatizado, maior a capacidade dos agentes para direcionar a pesquisa e o desenvolvimento de novos produtos. Isto reduz a incerteza, inerente aos resultados da inovação, podendo ter efeitos positivos sobre todo processo de inovação e o progresso tecnológico. Estes efeitos da incerteza sobre a inovação serão discutidos na próxima seção.

2.4 A Incerteza e seus efeitos sobre a Produção das Inovações

Uma importante característica da atividade de inovação está relacionada à incerteza¹¹ que envolve o processo. A própria definição de inovação como a introdução de um novo produto ou de uma nova maneira de produzir aponta para um processo arriscado cujos resultados não podem ser previstos *ex ante*, ou seja, são incertos. No entanto, esta incerteza não se revela apenas porque se trata da produção ou introdução de produtos e processos novos, ainda não submetidos ao “teste seletivo dos mercados”. Ela advém da extrema complexidade que envolve o processo de inovação. Assim a incerteza se revela pelo fato de que o desdobramento de cada trajetória tecnológica não pode ser determinado *ex-ante*, por suas características técnicas inerentes. “A inovação não tem uma lógica interna autônoma que dita inevitavelmente sua evolução ou uso”, mas é fruto da interação entre agentes em um ambiente econômico e social dinâmico (DOSI; TYSON; ZYSMAN, 1989 p.26).

Desta forma, a incerteza não é igual à tratada nos modelos econômicos tradicionais (*mainstream economics*). Nestes modelos a noção de incerteza é definida em termos de informação imperfeita sobre a ocorrência de uma lista de eventos conhecidos. A incerteza inerente ao processo de inovação é, na visão de Dosi (1988), uma “incerteza forte” no sentido de que esta lista de eventos possíveis é desconhecida; não se sabe nem as consequências de “ações particulares” para um determinado evento.

Freeman e Soete (2008, p. 415-416) afirmam que essa incerteza pode ser de três tipos: i) a *incerteza dos negócios* que diz respeito ao ambiente político e econômico no qual a atividade será desenvolvida. Esta incerteza não é específica da atividade de inovação, ela “se aplica a todas as decisões sobre o futuro” mas apresenta maiores implicações para os investimentos em inovação dado que “os projetos de inovação tem uma escala de tempo mais longa antes que seus benefícios potenciais possam ser realizados; ii) a *incerteza técnica* (incertezas não-calculáveis ou incerteza de fato) refere-se ao desempenho das várias condições de operação, ou “ao grau em que a inovação irá satisfazer uma variedade de critérios técnicos, sem um aumento dos custos de desenvolvimento, de produção ou de funcionamento”. Esta incerteza pode ser bastante reduzida à medida que avança o desenvolvimento do projeto de inovação; e, iii) a

¹¹ Esta incerteza é compatível com a incerteza não-ergódica tratada na Teoria Pós-Keynesiana, que será objeto do terceiro capítulo desse trabalho.

incerteza de mercado relacionada ao sucesso comercial da inovação. (FREEMAN; SOETE, 2008; CROCCO, 1999)

Estas últimas, a incerteza técnica e de mercado, conforme Freeman e Soete (2008) são específicas a cada projeto de inovação e podem ser definidas como mais “fortes” - no sentido anteriormente exposto - visto que tanto o mercado, quanto a tecnologia estão continuamente mudando, o que torna a noção de “conhecimento perfeito” muito distante da realidade das inovações.

A incerteza que “inevitavelmente” envolve um projeto específico de uma inovação é a incerteza de seus resultados. Isto porque a natureza exata da inovação (o que será feito) e as consequências da sua utilização (alteração da rotina) não são conhecidas quando se inicia o projeto e não serão muito previsíveis até que uma quantidade razoável de conhecimento tenha sido acumulado (NELSON; WINTER, 2005). Disto se conclui que os resultados das inovações - apesar de nunca serem totalmente previsíveis - tornam-se menos incertos à medida que aumenta o conhecimento. Este conhecimento se intensifica à medida que o desenvolvimento do projeto avança.

Esta ideia foi desenvolvida por Dosi (1988) ao apontar que, na fase “*pré-paradigmatic*” – pesquisa exploratória – a incerteza é maior do que nas etapas subsequentes quando a base de conhecimento fundamental e a direção esperada da inovação são bem conhecidas. Paula (2011) contribui para o debate ao afirmar que o grau de incerteza tende a ser maior no início de programas de pesquisa e dos projetos de inovação. Em etapas mais avançadas do processo inovador a incerteza é reduzida para níveis mais aceitáveis. Neste contexto, Freeman e Soete (2008) e Crocco (1999) afirmam que o grau de incerteza – a que toda atividade inovativa está sujeita - também pode variar de acordo com o tipo de inovação. Deste modo, a pesquisa básica, invenções e inovações radicais expressam o mais elevado grau de incerteza *vis-à-vis* as pesquisas relacionadas a imitação, modificações nos produtos e processos e as inovações incrementais.

Assim, observa-se uma relação entre cada tipo específico de inovação, a quantidade de conhecimento acumulado e a incerteza. Na pesquisa básica, invenções e inovações radicais a incerteza é maior porque envolvem pesquisa exploratória e, portanto a base de conhecimento inicial usado para nortear as decisões é limitada e extremamente fraca. Este conhecimento é

limitado porque nesta fase, a interação e os fluxos de informação entre os agentes do SI são menores. Por outro lado, a imitação, as modificações nos produtos e processos e as inovações incrementais resultam da difusão da inovação básica e envolve maior interação e fluxo de informação entre as firmas o que aumenta o conhecimento existente e o aprendizado, portanto a incerteza de seus resultados é minimizada. Assim, como afirma Crocco (1999), o processo de aprendizado enfraquece a influência de algumas fontes de incerteza que se verificam durante o processo inovativo. Isto tem um impacto positivo sobre o investimento em inovação.

As inovações são introduzidas através das decisões de investimentos das firmas e, além da incerteza, apresentam outras especificidades que afetam estas decisões. A inovação, além de ser um processo arriscado, tem custos elevados, demandando um significativo volume de recursos para sua realização e cujos resultados, “incertos”, levam longos períodos de tempo para se concretizar, ou seja, para que seus benefícios potenciais possam ser realizados¹². Por isso, as decisões empresariais sobre a introdução de inovações dependem das expectativas de longo prazo das firmas sobre as rendas futuras da inovação. Estas rendas dependem dos resultados “incertos” destas atividades. Portanto se esta incerteza for elevada, muitas firmas serão desestimuladas a investir em inovações (FREEMAN; SOETE, 2008; PAULA, 2011).

Isto pode ser agravado pelos problemas relativos ao financiamento a que estas atividades estão sujeitas e que são importantes para a continuidade do processo. Inovação é produção de informação, de conhecimento, ou seja, a produção da inovação resulta em ativos tácitos e intangíveis. Estes ativos não podem ser utilizados como garantia de crédito e são difíceis de serem monitorados pelos emprestadores¹³. Além disso, a inovação é uma atividade arriscada visto que seu resultado (o conhecimento obtido) nunca pode ser perfeitamente previsto a partir dos insumos. Assim, não há uma base de conhecimento (“base científica”) que possibilite cálculos de probabilidades ou de riscos probabilísticos. Esta incerteza presente na inovação dificulta o cálculo da taxa de retorno destes investimentos. Como consequência, estes ativos podem sofrer algum tipo de discriminação no investimento - os recursos financeiros podem ser mais difíceis e caros (ARROW, 1962; PAULA, 2011).

¹² Tudo isto implica que o investimento em inovação é mais incerto que os investimentos alternativos e por isso depende de forma inusitada dos “impulsos instintivos” (*Animal Spirits*) das firmas (FREEMAN; SOETE, 2008).

¹³ Bancos e outros emprestadores preferem ativos físicos como garantias dos empréstimos por isso são relutantes em emprestar quando o projeto envolve montantes significativos de investimento em P&D (PAULA, 2011).

Dada estas especificidades da inovação - principalmente a incerteza, os riscos envolvidos e o tempo de retorno – Arrow (1962) afirma que em uma economia de “livre mercado” pode haver um subinvestimento em inovação. Neste contexto destaca que a melhor forma de compensar esta subalocação dos recursos financeiros para as inovações seria por meio da participação do governo e outras instituições não lucrativas como as universidades.

Nesta perspectiva, Corder e Sales (2006) discutem a diversidade de mecanismos que estas atividades demandam para o seu financiamento. Na fase inicial do desenvolvimento de um projeto de inovação, em que a incerteza é elevada, as fontes internas de recursos (gastos correntes, investimento empresarial ou autofinanciamento) e o apoio do governo parecem assumir papel mais relevante como fonte de financiamento¹⁴. À medida que o projeto avança, - e que mais informação sobre o processo é acumulada - a incerteza diminui e os investimentos se tornam mais seguros. Nesta etapa a inovação pode contar com o financiamento externo ou de investidores de maior porte.

Assim, o conhecimento acumulado no desenvolvimento do processo da inovação, que resulta do fluxo contínuo de informação e de interação entre os agentes, ao reduzir a incerteza inerente à inovação, pode aliviar os problemas de financiamento. No entanto isto não reduz a importância da participação do governo e de outras instituições públicas e privadas que, arrançadas em um sistema, moldam o ambiente no qual as interações acontecem organizando e viabilizando maiores fluxos de informação e conhecimento. O papel deste sistema como organizador do processo de inovação será discutido na próxima seção.

2.5 O Sistema Nacional de Inovação e a Organização dos Fluxos de Informação

Na Teoria Evolucionária, o fluxo de informação assume um papel central no processo de geração de inovação. A informação é a fonte do conhecimento e este permite um maior aprendizado que é fundamental para a inovação. A observação de que o processo de aprendizado depende de conhecimento diversificado que, por sua vez, deve ter origem em

¹⁴ Para as empresas de pequeno porte, sem recursos próprios para estes investimentos de alto risco, é fundamental que haja crédito a um custo acessível, isto é, *finance* oferecido por fontes públicas. Uma outra alternativa para as etapas iniciais de um projeto inovador, principalmente para aquelas empresas de menor porte, *start-ups*, é o capital de risco (CORDER; SALES, 2006, p. 65).

fontes diversas, levou a conclusão de que a interação entre os agentes é um canal importante neste processo.

Associado a isto, a compreensão de que algumas informações e conhecimentos envolvidos no processo de aprendizado não estão facilmente disponíveis - os chamados conhecimentos tácitos - dado que estão enraizados em pessoas e organizações, e só são transferidos se houver forte interação social (interação entre indivíduos ou organizações), levou ao reconhecimento de que o aprendizado, além de predominantemente interativo, envolve uma comunicação complexa entre as partes envolvidas¹⁵ (LUNDVALL, 1992; LIMA, 1999). Esta comunicação, segundo Johnson (1992), será tanto mais complicada quanto mais tecnicamente ou cientificamente avançada for a inovação.

No entanto, esta comunicação é facilitada pelo contexto institucional e cultural no qual ocorrem as interações. É neste aspecto que o conceito de Sistema Nacional de Inovação assume especial importância para o processo de inovação. De acordo com Albuquerque (1996, p. 57), o SI¹⁶ pode ser definido como:

(...) uma construção institucional produto de uma ação planejada e consciente ou de um somatório de decisões não-planejadas e desarticuladas, que impulsiona o progresso tecnológico (...). Através da construção de um sistema nacional de inovações, viabiliza-se a realização de fluxos de informação e conhecimento científico e tecnológico necessários ao processo de inovação tecnológica. Esses arranjos institucionais envolvem firmas, redes de interação entre empresas, agências governamentais, universidades, institutos de pesquisa e laboratório de empresas, bem como a atividade de cientistas e engenheiros. Arranjos institucionais que se articulam com o sistema educacional, com o setor industrial e empresarial e também com as instituições financeiras, completando o circuito dos agentes que são responsáveis pela geração, implementação e difusão das inovações.

Portanto, quando as partes envolvidas no processo de intercâmbio de informações e conhecimento têm origem no mesmo ambiente nacional (país), elas compartilham normas e culturas que facilitam a interação e o aprendizado e isto é especialmente verdade quando envolve o intercâmbio de informações tácitas ou difíceis de codificar (LUNDVALL, 1992).

A importância do SI para viabilizar este intercâmbio é mais bem entendida quando se considera as características das informações transacionadas. Trata-se de informações qualitativas

¹⁵ O conhecimento codificado (informação) apesar de ser mais facilmente transferido, também requer interação entre os agentes. Para mais definições sobre conhecimentos tácitos e codificados ver Lima (1999) e Dosi (1995).

¹⁶ Um SI é uma construção institucional resultado tanto de ações planejadas e conscientes quanto de um somatório de decisões não planejadas e desarticuladas (ALBUQUERQUE, 1996).

(intangíveis) e indivisíveis, ou seja, que não podem ser transformadas em “*bits de informações*” e, portanto, não deve envolver “transações puras” sinalizadas por preços, via mecanismos de mercado¹⁷. Assim, estas informações fluirão mais facilmente em um ambiente onde a comunicação (o desenvolvimento de uma linguagem comum) é intensa e a distância (espacial e cultural) entre usuários e produtores de inovação for mínima e onde possa ser estabelecido um sistema multilateral de relações de confiança (LUNDVALL, 1992; LUNDVALL *et al.*, 2002). Este ambiente está presente no contexto do SI.

Desta forma o SI, ao possibilitar a interação de “agentes ambientalmente semelhantes” (no sentido exposto acima) facilita a comunicação e viabiliza maiores fluxos de informação. Mais do que facilitar a comunicação, Lundvall (1992) afirma que os atores que compõem o SI influenciam de uma forma fundamental a quantidade e a qualidade da informação, além de atuarem na organização destas informações, facilitando o intercâmbio e impulsionando o aprendizado, a inovação e o progresso tecnológico.

Estes efeitos serão maiores, quanto mais desenvolvido (ou maduro) for o SI¹⁸. Nos SI's maduros os canais de interação e *feedbacks* estão completamente formados, são mais fortes e envolvem um maior número de agentes (BERNARDES; ALBUQUERQUE, 2003; RIBEIRO *et al.*, 2006; ALBUQUERQUE, 2009). Consequentemente, maior será a interação e o fluxo de informação entre eles e maior a produção de inovação.

Apesar da literatura sobre inovação enfatizar um arranjo amplo de instituições que formam o SI e que afetam a performance inovadora de um país, é possível destacar o papel de quatro agentes principais que devem estar presentes em todos os SI's e que influenciam de forma mais significativa a quantidade, a qualidade e a coordenação da informação, com efeitos sobre o

¹⁷ Segundo Arrow (1962) os mecanismos de mercado geram uma alocação subótima da informação.

¹⁸ Albuquerque (1996, p. 56; 1999, p. 36) classifica os SI's em três categorias: SI *não-maduro* – sistemas de inovação que não se completaram. Insere os “(...) países que construíram sistemas de ciência e tecnologia que não se transformaram em sistemas de inovação; SI *em catching up* – sistemas “com elevado dinamismo tecnológico, (...) que não é derivado de sua capacidade de geração tecnológica, mas de uma elevada capacidade de difusão (...)”; e, SI *maduro* - capacita os “países a se manterem na liderança do processo tecnológico internacional (...) na fronteira tecnológica (ou muito próximo dela)”. Para mais detalhes sobre esta categorização ou tipologia dos Sistemas de Inovação ver Albuquerque (1996; 1997; 1999), Bernardes e Albuquerque (2003), Ribeiro et al (2006) e Albuquerque (2009).

processo de aprendizado e inovação. Estes atores são as firmas, o governo, as instituições de ensino científico e técnico (universidades) e os institutos de pesquisa e laboratórios de P&D¹⁹.

A firma é vista como agente chave no processo de inovação. Segundo Nelson (2006), a parte mais importante dos esforços inovativos é realizada pelas firmas como resultado da sua busca por maiores lucros. Existem pelo menos dois meios pelos quais suas ações impactam no fluxo de informação, conhecimento e aprendizado gerado no sistema.

Primeiro, a introdução de inovações por parte das firmas pode ocorrer através de seus laboratórios de P&D ou em P&D baseadas em fontes externas como laboratórios governamentais e universidades (NELSON, 2006). Os departamentos internos de P&D organizam as atividades de pesquisa e consequentemente as informações subjacentes a estas atividades, e até certo ponto criam rotinas para a produção que facilitam o intercâmbio de informações e o processo de aprendizado, favorecendo a inovação. Independente da fonte de inovação ser interna ou externa, a firma deve formar diferentes habilidades e conhecimentos que são importantes para complementar e implementar estes avanços. Como destaca Johnson (1992), no processo de produção moderno as firmas não são apenas organizadoras de relações insumo-produto, elas devem combinar diferentes tipos de informação e conhecimentos para aumentar o aprendizado. Isto aumenta a capacidade da firma de vincular as novas ideias ao mercado, o que é visto como a contribuição crucial das firmas ao processo de inovação (FREEMAN; SOETE, 2008).

A segunda maneira das firmas afetarem o fluxo de informação está relacionada ao sistema de patentes. Segundo Nelson (2006, p. 255), as patentes, além de estabelecerem os direitos legais à propriedade sobre as técnicas, também atuam como um veículo de divulgação que torna pública a informação relativa às técnicas em questão; “e isto é claramente intencional”. “O propósito das empresas ao licenciar livremente suas invenções certamente não é o de ceder suas técnicas apropriadas para outras empresas.” Trata-se de um meio para capacitar todas as empresas de um ramo a explorar a próxima etapa de P&D. No entanto, Arrow (1962) aponta para um aspecto contraditório deste sistema. As leis de patentes restringem, nitidamente, a gama

¹⁹ Como destaca Lundvall (1992) e Nelson (2006), apesar de ser difícil isolar as instituições mais importantes do SI - porque envolve um arranjo muito amplo - e a despeito dos países apresentarem características significativamente diferentes em seus SI's, é possível limitar uma lista dos aspectos que todos os países devem ter e que são expressamente dedicados a estimular e moldar a inovação, como o papel das universidades, empresas, atividades de P&D e políticas governamentais.

de informações apropriáveis e, assim, pode reduzir o incentivo dos agentes para se engajar em atividades de pesquisa.

O Governo afeta o fluxo de informação e o aprendizado de forma direta - por meio dos gastos diretos em P&D, pesquisa básica, espacial e militar “que promovem um efeito transbordamento (*spillovers*) sobre a sociedade civil servindo como fonte” de inovações para o setor industrial (TORRES, 2009, p 35); e indiretamente - por meio de medidas que alteram o ambiente no qual as instituições e firmas atuam. Neste aspecto, destacam-se duas políticas: as macroeconômicas e as políticas voltadas para o financiamento público de ensino e pesquisa. Sobre as medidas macroeconômicas, Nelson (2006) enfatiza o papel das políticas de incentivo à exportação²⁰. Estes incentivos são importantes porque tornam as exportações atraentes e induz as firmas a inovar para competir no mercado mundial. Isto incentiva a firma a buscar novos conhecimentos com efeitos positivos sobre o aprendizado e a inovação.

Outras políticas macroeconômicas também são relevantes para o processo de inovação e fazem parte do SI. A política tributária, por exemplo, afeta indiretamente os incentivos à inovação das firmas quando afeta seu lucro e sua competitividade internacional, e afeta diretamente tais incentivos quando isenta as firmas de impostos relativos aos seus gastos com P&D. As políticas monetária e fiscal afetam o ritmo e magnitude da expansão da demanda agregada e o lucro das empresas, influenciando o investimento agregado e, indiretamente, as inovações.

Políticas públicas de financiamento também são importantes para o processo de inovações. Conforme destacado na seção 2.4, os ativos tácitos e intangíveis que resultam da inovação não podem ser utilizados como garantia de crédito e são difíceis de serem monitorados pelos credores. Além disso, há elevada incerteza quanto ao êxito do investimento em inovação. Portanto, o financiamento público de longo prazo em arranjos tais como o de incubadora de empresas de cunho tecnológico, de laboratórios de pesquisa, etc., é importante fonte de estímulo às inovações. Ademais, a formação bruta de capital fixo (FBCF) é condição necessária, embora não suficiente, para o progresso tecnológico (DOSI; FREEMAN; FABIANI, 1994). Assim sendo, o financiamento público de investimentos em geral (FBKF) produz, indiretamente,

²⁰ Nelson (2006) destaca que além das políticas de comércio internacional, o papel das políticas fiscais e monetárias parecem ser um fator relevante que diferencia os países cujas empresas são efetivamente inovadoras dos demais.

incentivos à inovação, principalmente nos países onde o financiamento privado de longo prazo é inexistente ou muito pequeno.

Portanto, as políticas econômicas também fazem parte do SI. Nos próximos capítulos pretende-se elaborar e demonstrar a tese de que a política cambial também é relevante para o processo de inovações e para o progresso tecnológico. Será argumentado que tanto o nível da taxa de câmbio real, como também suas oscilações afetam a taxa de progresso tecnológico da economia.

Em relação às políticas governamentais de financiamento do ensino e pesquisa - principalmente da pesquisa básica feita em universidades e outros institutos de P&D - elas são consideradas fundamentais porque estas atividades fornecem insumos importantes para o processo de inovação (FAGERBERG, 1994). Estas políticas talvez representem a principal forma do governo afetar a qualidade e a quantidade de informações que fluem no sistema, com grandes impactos sobre a inovação. Isto ocorre porque elas afetam toda a estrutura científica e técnica (de pesquisa e desenvolvimento) com destaque para as universidades e os laboratórios de P&D que podem ser consideradas fontes diretas de informação, conhecimento e aprendizado para todos os atores do SI.

As universidades realizam numerosas pesquisas científicas, produzindo, organizando e difundindo amplamente a informação e o conhecimento para todo o sistema. Para Lundvall (1988), este é seu mérito principal. Além disso, são responsáveis por fornecer ao ambiente nacional profissionais treinados para atender as necessidades do setor produtivo. Neste aspecto, Nelson (2006) aponta que o mais importante não é o número de estudantes ou o volume de treinamento que eles recebem, mas a efetividade com que estas habilidades podem ser integradas ao processo de melhoria da tecnologia em funcionamento.

Estas informações e habilidades produzidas e difundidas pelas universidades são os “insumos” dos laboratórios de P&D para produzir tecnologia. Como aponta Freeman (1992, 1995) estes laboratórios permitem as firmas acessar os resultados da pesquisa básica feitas nas universidades e desenvolver seus próprios novos produtos. Eles são a principal ligação entre a ciência e a tecnologia, entre o conhecimento produzido nas universidades e a reprodução deste conhecimento através do desenvolvimento das tecnologias pelas firmas.

2.6 Considerações Finais

Este capítulo abordou os fatores determinantes do progresso tecnológico que é, reconhecidamente, uma condição fundamental para o crescimento econômico na abordagem Evolucionária/Neoschumpeteriana. Esta literatura ressalta o papel específico das inovações como fator determinante deste progresso tecnológico. Neste contexto, os investimentos intangíveis em pesquisa e desenvolvimento passam a assumir grande relevância para produzir conhecimento que é um ativo essencial para o desenvolvimento contínuo de inovações. Este conhecimento em um contexto de interação entre os agentes permite um maior aprendizado que aumenta a capacidade do agente para orientar a pesquisa e o seu desenvolvimento resultando em inovações mais bem sucedidas.

No entanto, destaca-se que a informação é a fonte deste conhecimento e, portanto, o fluxo de informação é fundamental na produção de inovações. Dadas às características destas informações, seu caráter qualitativo (intangível) e indivisível, seu fluxo entre os agentes envolve, inevitavelmente, uma comunicação complexa. Esta comunicação é facilitada pela construção do SI que permite uma interação entre agentes que compartilham normas e culturas, ou seja, entre agentes “ambientalmente semelhantes” e, desta forma, permite que as informações fluam mais facilmente pelo sistema, potencializando o aprendizado e a inovação.

O SI é constituído a partir das características sociais, econômicas e institucionais que cada país apresenta para desenvolver suas atividades de inovação/imitação e difusão tecnológica. Trata-se, portanto, de arranjos institucionais que envolvem firmas, governo e suas políticas, universidades, institutos de pesquisa, laboratórios de empresas, sistema educacional, instituições financeiras, etc, e que estruturam o circuito dos agentes que são responsáveis pela geração, implementação e difusão das inovações tecnológicas. Assim sendo, visto que a informação é a fonte do conhecimento, e este é insumo para as inovações, o SI tem o importante papel de estimular, amplificar e difundir o fluxo de informações dentro do sistema econômico. Quanto mais desenvolvido for o SI de um país, maior será o fluxo de informações dentro de seu SI, com efeitos benéficos para as inovações e o progresso tecnológico.

Quanto maior o fluxo de informação, viabilizado pela interação entre os agentes que compõem o SI, maior será o acúmulo de conhecimento e o aprendizado aumentando as chances de

inovações bem sucedidas e, conseqüentemente, menor será a incerteza inerente aos seus resultados. A redução da incerteza, associada aos retornos crescentes que se observa no processo de produção de tecnologia, aumenta a confiança e melhora a expectativa das firmas quanto ao retorno do investimento nas atividades de inovação, aumentando o incentivo para o investimento nestas atividades. O mecanismo pelo qual a redução da incerteza e uma expectativa favorável das firmas sobre os resultados da inovação eleva o investimento em ativos inovativos é explicado pela Teoria Pós-Keynesiana e será objeto do próximo capítulo.

CAPÍTULO 3 – A DECISÃO DE INVESTIMENTO EM UMA PERSPECTIVA PÓS-KEYNESIANA

3.1 Introdução

No capítulo anterior foram analisados, com base na abordagem evolucionária, os fatores determinantes da inovação e, conseqüentemente, do progresso tecnológico, que são variáveis consideradas fundamentais para a dinâmica do crescimento econômico. Foi demonstrado teoricamente que quanto maior o fluxo de informação, maiores são as chances de se obter inovações bem sucedidas¹. Conseqüentemente, menor a incerteza que está associada ao investimento em inovação.

Na abordagem Pós-Keynesiana a redução da incerteza tem efeitos positivos sobre o nível de investimento. O investimento, por sua vez, é considerado a “*causa causans* da trajetória seguida pela economia”. É ele que determina os níveis de produto e emprego na economia keynesiana² (CARVALHO, 1994, p. 78). Assim, a análise dos fatores que afetam a decisão de investimento é um dos aspectos centrais da abordagem Pós-Keynesiana e é o principal objeto de discussão do presente capítulo.

Esta análise envolve dois pontos principais: i) o ponto de partida para entender a decisão de investir, é entender que esta decisão envolve uma “escolha de ativos”. Em Keynes e Pós-Keynesianos, o investimento é o resultado de um processo de escolha, em que os agentes comparam várias formas de acumular riqueza ou estocar ativos (ativos financeiros, monetários e de capital fixo) e então decidem como manter esta riqueza ao longo do tempo; e, ii) a decisão de investir (ou a escolha dos ativos) depende do estado de expectativas dos agentes econômicos (CARVALHO, 1994; FEIJÓ, 2008).

¹ O fluxo de informação pode ser considerado um “*trigger device*” do processo de inovação desencadeado, por exemplo, por uma desvalorização da taxa de câmbio real, ou de outra forma, a desvalorização pode ser considerada o “*trigger device*” do fluxo de informação e da inovação, como será demonstrado nesse trabalho.

² Em sua “Teoria Geral” Keynes enfatizou o papel dos componentes da demanda agregada, principalmente do investimento empresarial privado, como determinantes destas variáveis.

Esta concepção da decisão de investimento como uma escolha de ativos, condicionada por expectativas, é uma consequência direta das características do ambiente econômico no qual estas decisões são tomadas. Para os Pós-Keynesianos, este ambiente é o de uma economia monetária de produção.

A definição de economia monetária de produção foi desenvolvida por Keynes e significou a introdução de uma “nova visão de mundo” ou concepção teórica quanto ao funcionamento do ambiente econômico³. Nesta economia os agentes tomam decisões no presente e os resultados efetivos destas escolhas são desconhecidos no momento da decisão porque “pertencem” ao tempo futuro, sendo este incerto. Estes resultados também não são passíveis de previsão ou estimação matemática porque as informações sobre o futuro não existem no presente. Além disso, o tempo que transcorre entre a decisão e os resultados é unidirecional, impossibilitando a reversão ou revisão das decisões (DAVIDSON, 1972; CARVALHO 1989)⁴.

Neste ambiente de incerteza não probabilística e tempo irreversível, a moeda exerce papéis mais complexos que a simples função de facilitadora da circulação de mercadorias. Ela passa a ser um instrumento de acumulação de riqueza que permite aos agentes econômicos adiar decisões (no tempo). Portanto, a moeda “entra no sistema” como um ativo líquido ou “estoque líquido de riqueza” que pode ser mantido pelos agentes como uma “rota de fuga” do futuro incerto (FONTANA, 2000).

A existência destes ativos monetários, bem como de ativos financeiros, pode atuar como um obstáculo ao investimento em ativos de capital fixo por possuírem um importante atributo

³ Esta definição rejeita os axiomas clássicos da ergodicidade, da substituição bruta e da moeda neutra (ao menos no longo prazo) e, por conseguinte, os pressupostos fundamentados nestes axiomas. Desta forma, Keynes rompe com a visão clássica. Muito mais do que apenas criticar o mundo clássico, Keynes propôs uma análise distinta dos fenômenos econômicos (DAVIDSON, 1994).

⁴ As características essenciais da economia monetária foram sistematizadas em cinco axiomas: **i**) axioma da produção; **ii**) axioma da decisão; **iii**) axioma da não pré-conciliação de planos; **iv**) axioma da irreversibilidade do tempo e da incerteza; e, **v**) axioma das propriedades da moeda. A partir destes axiomas, é possível definir duas importantes características da economia monetária, relacionadas à tomada de decisão: **i**) a definição do “agente tomador de decisão” e seus objetivos - os axiomas da produção e decisão determinam que a economia monetária se caracteriza pela presença de firmas, que tomam decisões (produzir e/ou investir) com o objetivo de acumular riqueza em termos monetários. Conforme Carvalho (1992), estes agentes (as firmas) e suas decisões são os fatores mais importantes na determinação das leis de movimento da economia; e, **ii**) a identificação dos fatores que afetam a tomada de decisão das firmas - os três últimos axiomas determinam que o tempo, a incerteza e a moeda são os principais elementos que caracterizam a economia como uma economia monetária de produção. Em conjunto, estes fatores determinam o funcionamento da economia e têm efeito direto sobre as estratégias de tomada de decisão dos agentes, sobretudo aquelas relacionadas ao investimento, que passam a ser inevitavelmente especulativas e baseadas em expectativas. Para uma análise detalhada dos axiomas ver Carvalho (1989, 1992) e Davidson (1984, 1994).

inexistente nos bens de capital: a liquidez (FEIJÓ, 2008). Em outras palavras, os ativos líquidos, como a moeda que tem o mais elevado grau de liquidez, podem “tomar o lugar” de outros ativos em um portfólio individual e configurar o processo de decisão de investimento como um processo de escolha de ativos (CARVALHO, 1994; OREIRO, 2011).

Além disso, como os ativos de capital fixo são ilíquidos e “sobrevivem em vários períodos produtivos”, isto é, têm longa duração, a decisão de comprar estes ativos sob condições de incerteza não quantificável e de irreversibilidade das decisões, “não pode ser baseada apenas na perspectiva de ganho no futuro imediato” (FEIJÓ, 2008, p. 203). Assim, a decisão de investir em ativos se baseia no estado de expectativas a longo prazo dos agentes em relação ao retorno futuro dos investimentos.

É a partir destas ideias que os Pós-Keynesianos analisam os determinantes da decisão de investir, em uma economia monetária de produção. O “ponto alto” da análise é o papel da tríade “*tempo (irreversível) - incerteza (não probabilística) - moeda*” e das expectativas. A referência teórica central, que exprime de maneira concisa como estes fatores afetam a decisão de investir, é a teoria da taxa própria de juros ou modelo de escolha de ativos de Keynes. Os resultados deste modelo mostram que, em uma economia onde a decisão dos agentes é regida por esta complexidade de fatores, a decisão de comprar um ativo específico não é independente de outras escolhas que estão disponíveis para o investidor. Isto permite “o estudo do comportamento do investimento agregado como resultado de escolhas dos agentes privados quando comparam várias formas de acumular riqueza” (FEIJÓ, 2008, p. 203).

Assim, o presente capítulo tem como objetivo discutir, com base na Teoria Pós-Keynesiana, os determinantes da decisão de investir, no âmbito do modelo de escolha de ativos. Para tanto, além desta introdução e das considerações finais, o capítulo está dividido em mais três seções. A seção 3.2 discute como os fatores tempo, incerteza e moeda se inter-relacionam condicionando a decisão de investir a um processo de escolha de ativos que depende das expectativas dos agentes. Como as expectativas aplicadas às decisões de investimento tem importância crucial para a dinâmica econômica, a seção 3.3 discute o processo de formação destas expectativas. Finalmente, a seção 3.4 apresenta o modelo de escolha de ativos de Keynes. Este modelo permite o entendimento de como os agentes tomam decisões sobre a forma de manter sua riqueza ao longo do tempo, ou seja, o que determina suas escolhas entre os diversos ativos disponíveis.

3.2 Tempo, Incerteza e Moeda e suas implicações na Decisão de Investir

Na visão de Keynes e dos Pós-Keynesianos, a trajetória de crescimento das economias está diretamente ligada às decisões que os agentes econômicos têm de tomar a cada instante, especialmente às decisões de investimento (CARVALHO, 1992). Dois fatores têm implicações importantes sobre estas decisões: a incerteza e a moeda. A compreensão destes fatores e de seus efeitos sobre o processo de decisão está fortemente associada à concepção de tempo histórico.

Conforme Amado (2000), nesta concepção, o tempo sempre flui do passado para um futuro que é naturalmente desconhecido, ou seja, o tempo é unidirecional e, portanto, irreversível. Esta percepção do tempo é fundamental para explicar o aparecimento da incerteza e, conseqüentemente, das expectativas que “rondam” as decisões econômicas; e, para explicar a relevância da moeda como um “instrumento útil” para lidar com a incerteza.

O aparecimento da incerteza no processo de decisão de investir está relacionado a dois fatores: i) os agentes econômicos tomam decisões no presente que apenas terão seus efeitos conhecidos em alguma data futura. Assim, como destaca Lima (1991, p. 161), existe “(...) uma relação de causalidade em que os efeitos nunca antecedem as causas”; e, ii) estas decisões são, essencialmente, processos de escolhas baseadas em informações que tentam antecipar os possíveis resultados das escolhas. Mas, estas informações correntes - qualitativas e quantitativas - disponíveis no momento da tomada de decisão não são suficientes para induzir o agente a tomar a decisão correta (LIMA, 1991; CARVALHO, 1992).

Portanto, a incerteza significa a impossibilidade dos agentes determinarem *a priori* o “quadro relevante de influências que atuarão” entre o momento (corrente) em que decidem desenvolver um determinado projeto (de investimento) e o momento (futuro) quando se obtém os resultados efetivos dos seus projetos (CARVALHO, 1989, p.186). É esta impossibilidade, associada ao fato de que o tempo (que transcorre entre o momento da decisão e dos resultados) é unidirecional e irreversível, que torna o processo de decisão essencialmente dependente de expectativas.

Esta incerteza não está presente com a mesma intensidade em todos os processos. Segundo Amado (2000, p. 49), “existe algo como uma escala de incerteza” que varia de acordo com as decisões. Aquelas decisões cujos resultados se apresentam em um momento muito próximo do

tempo (curto prazo) e envolvem processos repetitivos ou de rotina - como as decisões de produção - de modo que “seja relativamente seguro supor continuidade das condições presentes” e que se “possa identificar padrões similares de comportamento”, são menos (ou nada) impactadas pela incerteza. Ao contrário, os processos de decisão relacionados à acumulação de riqueza - como a decisão de investir - tem seus resultados conhecidos apenas em momentos distantes no tempo (longo prazo). Estes processos envolvem a formação de conjecturas sobre um futuro remoto cuja base de conhecimento ou informação é “precária”, ou sequer existe. Tais decisões são, portanto, mais afetadas pela incerteza (CARVALHO, 1992, p 178; 1989, p.186).

Isto remete aos conceitos de risco e incerteza. Risco é a situação que caracteriza as decisões de “curto prazo”⁵ que são afetadas por um “grau” relativamente baixo de incerteza e esta incerteza pode ser mensurável. Como destaca Fontana e Gerrard (2004), para estas decisões é possível assumir ergodicidade⁶ no processo de decisão - neste caso, a decisão é orientada pelo que se chama de expectativas de curto prazo que são formadas por um processo de aprendizado e são gradual e continuamente revisadas a partir dos resultados realizados. (KEYNES, 1982; CARVALHO, 1992).

Inversamente, nas decisões de longo prazo - como aquelas relacionadas ao investimento - o grau de incerteza além de elevado, não pode ser mensurável. Investir envolve decisões cujos resultados, em termos de rendimento, só são conhecidos após um longo período. Durante este período os agentes assumem compromissos, em grande parte, irreversíveis e que antecedem os resultados reais dos mercados. Assim, mudanças imprevisíveis ao longo do “período de investimento” não podem ser descartadas. Neste processo de decisão, os resultados passados e as frequências relativas observadas têm pouca relevância (FONTANA; GERRARD, 2004).

⁵ A distinção entre curto e longo prazo “tem conteúdo basicamente analítico mais do que temporal real”. Refere-se à natureza das restrições que os agentes enfrentam: no curto prazo, “o estoque de capital e sua estrutura são dados”; no longo prazo, “os agentes podem decidir com mais liberdade” (CARVALHO, 1989, p.181).

⁶ A ergodicidade supõe, implicitamente, que: (i) haja possibilidade de repetir n vezes a mesma experiência, ou seja, que o evento não seja único ou que ele não dependa de condições iniciais que não podem ser reproduzidas; e, (ii) que o sistema mantenha suas características qualitativas no decorrer do tempo (SINAÏ, 1992 *apud* HERSCOVICI, 2004, p.149). Segundo Davidson (1996), em economia a ergodicidade se traduz pelo fato da realidade ser “imutável”, ou seja, as decisões dos agentes econômicos não modificam o ambiente econômico onde estas decisões ocorrem. Isto implica na possibilidade de conhecimento ou previsão dos eventos futuros, mediante estimação estatística (ou cálculos probabilísticos), a partir de informações passadas e presentes (FONTANA; GERRARD, 2004).

Neste caso, diz-se que a decisão de investir é afetada pela incerteza do tipo forte ou fundamental.

Com incerteza fundamental algumas informações essenciais sobre eventos futuros não podem ser antecipadas e conhecidas no momento da decisão. Isto ocorre porque tais informações ainda serão criadas⁷ e, portanto, também não podem ser inferidas a partir de um conjunto de dados existentes. No ambiente sujeito a incerteza fundamental, decisões presentes ou ações humanas (intencionais ou não-intencionais) alteram os estados futuros (DEQUECH, 2000a)⁸. Isto se traduz na visão de que o ambiente econômico é transmutável (não-ergódico) e o futuro continuamente (re)construído (DAVIDSON, 1996; DEQUECH, 2000a; CARVALHO; ANGELI, 2012).

Este ambiente de incerteza fundamental em que se dá a decisão de investir, segundo Possas (2002, p. 128), “altera as condições de exercício da racionalidade” dos agentes. Assim, enquanto nas decisões tomadas sob risco os agentes sabem que suas expectativas podem ser gradual e continuamente revisadas, a partir dos resultados alcançados, reduzindo a incerteza, nas decisões de investimento, os agentes agem baseados em expectativas correntes de longo prazo, formadas em relação a um futuro incerto. Estas expectativas não podem, sequer aproximadamente, ser eliminadas ou substituídas por resultados (KEYNES, 1982). Neste contexto, os agentes sabem que as lacunas devidas à incerteza “precisam ser preenchidas com hipóteses e cenários sobre acontecimentos futuros plausíveis, mas cuja probabilidade não é calculável objetivamente” e reconhecem que isto pode resultar em previsões sempre passíveis de erros e, conseqüentemente, em desapontamento de suas expectativas (POSSAS, 2002, p. 128).

É neste ambiente de incerteza e de possibilidade de desapontamento de expectativas, que a moeda entra como um elemento essencial na decisão de investir. Conforme Carvalho (1992, p.

⁷ Além da inexistência de informação, Segundo Crotty (1980, p. 21), Keynes acreditava que em um mundo real onde a tomada de decisão pelos agentes é descentralizada “*it is in principle impossible for the economic agents to be provided with the information they require to undertake a set of individual commitments and actions (...)*”.

⁸ Segundo Dequech (2000a, p.48-49), o que caracteriza a incerteza fundamental no ambiente econômico é a presença da criatividade humana e a mudança estrutural que esta criatividade engendra. Assim, o melhor exemplo de decisão sujeita a incerteza fundamental na esfera econômica são as decisões relacionadas a introdução de inovações tecnológicas e gerenciais, como tratada por Schumpeter e pela literatura Neo-Schumpeteriana. As inovações são particularmente importantes neste contexto porque a competição, em um sistema capitalista, estimula os “*decisions-makers*” a inovar em busca de lucros extras de modo que existe uma pressão endógena por algo que causa incerteza.

168), a moeda não é apenas um meio “para circulação da renda gerada em um dado período”, ela é um ativo que tem como principal atributo o grau máximo de liquidez, ou seja, uma elevada capacidade de ser imediatamente convertida em qualquer tipo de bem e de conservar valor no tempo. É este atributo da liquidez que determina a funcionalidade “temporal” da moeda como um importante meio de liquidação de dívidas e como reserva de poder de compra “genérico”. Esta funcionalidade, por sua vez, é garantida pela existência dos contratos monetários, ou seja, pela existência da moeda como unidade de conta.

A introdução da moeda como unidade de conta, isto é, ‘de uma moeda em termos da qual empréstimos e contratos com um elemento temporal podem ser expressos’, é um dos elementos fundamentais que permite aos agentes econômicos lidar com a incerteza que cerca suas decisões (KEYNES *apud* CARVALHO, 1992, p. 181). O uso da moeda como base para os contratos permite uma articulação das decisões *ex-ante* com resultados *ex-post* e, deste modo, reduz relativamente à incerteza em relação ao futuro⁹. (DAVIDSON, 1972; MOLLO, 2004).

Além disso, a existência de contratos futuros - que estabelecem hoje o preço do bem ou serviço contratado até a data de sua liquidação - torna o poder de compra da moeda estável. “Quanto maior o número de operações regidas por contratos, maior é o número de preços futuros que se torna conhecido no presente”. Isto garante a estabilidade do poder de compra da moeda ao longo do tempo, fazendo da moeda uma importante forma de conservação de riqueza (CARVALHO, 1992, p. 181).

São estes elementos em conjunto que tornam a moeda um importante ativo capaz de reter e transportar riqueza ao longo do tempo histórico. Esta capacidade abre a possibilidade aos agentes econômicos de adiarem suas decisões e funciona como a defesa mais segura contra a incerteza e as consequências negativas associadas à irreversibilidade do tempo e ao desapontamento de expectativas (KREGEL, 1980 *apud* LIMA, 1991). Este é um dos principais papéis assumido pela moeda no processo de decisão de investir. Além de adiar decisões, reter riqueza na forma de moeda permite maior flexibilidade no processo de alocação da riqueza, possibilitando aos agentes aproveitar as melhores chances de ganhos imediatos que apareçam. A moeda pode ser usada instantaneamente nas circunstâncias em que se mostre mais lucrativa

⁹ Neste contexto, a existência de instituições, normalmente operando sobre a égide do Estado, que possam impor a execução dos compromissos contratuais, é essencial para fornecer garantias da continuidade entre o presente e o futuro. Isto proporciona mais confiança e segurança aos tomadores de decisão quanto à funcionalidade da moeda (DAVIDSON, 1972; MOLLO, 2004).

(CARVALHO, 1992). Deste modo, a moeda se torna uma forma alternativa de riqueza, um ativo alternativo a outras formas de acumulação, que compete pela demanda dos detentores de riqueza no momento em que decidem investir.

Assim, quando a incerteza eleva-se - e os agentes econômicos acreditam que suas expectativas podem ser desapontadas - a busca por investimentos em ativos líquidos aumenta e os agentes escolhem reter moeda. Esta decisão compromete o investimento em ativos de capital físico e, conseqüentemente, as atividades produtivas restringindo o crescimento da renda e do emprego e afetando a trajetória da acumulação de capital e, portanto, o longo prazo¹⁰.

Como a incerteza não pode ser eliminada, a existência de ativos líquidos como a moeda, que sempre oferecem como retorno a segurança, torna o processo de decisão de investimento necessariamente um processo de escolha de ativos. Esta escolha, entre ativos líquidos (ativos monetários e financeiros) ou ilíquidos (ativos de capital, entre outros), depende das expectativas correntes das firmas em relação ao retorno esperado, a longo prazo, dos investimentos. Segundo Keynes (1982, p. 123), estas expectativas são formadas com base em eventos futuros que podem ser “previstos com um maior ou menor grau de confiança”.

Assim, na tomada de decisão de investir, não são apenas as expectativas que importam, mas também a confiança que os agentes depositam nestas previsões. Em conjunto, expectativas e grau de confiança definem o que Keynes denominou de o “estado da expectativa a longo prazo” dos agentes econômicos. Os fatores determinantes deste estado de expectativa serão discutidos na próxima seção.

3.3 Os Fatores Determinantes do “Estado de Expectativas” sob Incerteza Fundamental

Os determinantes do estado de expectativa a longo prazo foram analisados por Keynes no Capítulo 12 da Teoria Geral. Em sua análise Keynes (1982) afirma que este “estado de expectativa” depende: i) da previsão mais provável que o investidor possa fazer sobre os eventos futuros - ou seja, das expectativas; e, ii) da confiança com a qual se faz esta previsão.

¹⁰ Esta “é a fonte de não-neutralidade da moeda” defendida por Keynes e Pós Keynesianos (MOLLO, 2004, p. 337).

Para Possas (2002, p. 131), estes fatores não são redundantes visto que o investidor pode atribuir expectativa elevada para a ocorrência de um determinado evento ou resultado futuro, mas estas expectativas podem ter sido formadas a partir de informações que possuem uma baixa confiabilidade, e vice-versa. Assim, o grau de confiança é, no mínimo, tão importante quanto às expectativas e “pode por si só mudar qualitativamente o processo de decisão” de investir.

As expectativas são determinadas principalmente pelo conhecimento que os agentes possuem sobre os diversos fatores que podem afetar seus rendimentos, como: as mudanças que podem ocorrer no tipo (resultantes de inovação) e na quantidade do estoque de bens de capital, nas preferências dos consumidores, no mercado, na estrutura político-institucional, entre outros. O conhecimento sobre estes fatores resulta de informações que podem ser obtidas de fontes diretas como as pesquisas de mercado e as instituições, bem como, do conhecimento tácito dos investidores acerca do contexto em que estão inseridos. São estas informações que servem de base para começar a construir a estimativa mais provável (KEYNES, 1982; CARVALHO, 1994; DEQUECH, 1999; MONTES; FEIJÓ, 2007).

No entanto, devido ao ambiente de incerteza fundamental em que se dá a decisão de investir, as informações e, conseqüentemente, o conhecimento são substancialmente incompletos. Com incerteza fundamental, o conhecimento completo não existe porque nem todas as informações essenciais para prever os resultados futuros podem ser antecipadas e conhecidas no momento da decisão. Estas informações ainda serão criadas. Como o conhecimento é incompleto, o investidor tem que complementar as informações que possui com o que ele “imagina” sobre os eventos futuros, ou seja, ele usa “*figments of imagination*” para construir cenários futuros que o torne capaz de comparar e ordenar as melhores alternativas¹¹ (CARVALHO, 1994, p. 121).

Neste contexto de informação incompleta, a criatividade pode se tornar um fator importante na formação das expectativas. Para Dequech (1999; 2000b), se o futuro não é predeterminado por uma lei econômica “*time-immutable*”, então a criatividade (*innovative imagination*) pode ter um papel importante em sua determinação. Uma criatividade alta ou forte torna o investidor capaz de imaginar uma quantidade maior de “possíveis novos acontecimentos” em relação ao futuro. Isto está associado com a originalidade com que os agentes interpretam o passado e o

¹¹ Segundo Carvalho (1994) a ideia de que os investidores complementam a informação com “*figments of imagination*” foi introduzida por Shackle.

presente e, então, constroem cenários para o futuro que pode ser, em alguns aspectos, radicalmente diferente do presente¹².

No entanto, o agente reconhece que sua capacidade para completar as informações e criar cenários é limitada e que eventos inteiramente imprevisíveis e inimagináveis podem ocorrer e invalidar todas as conjecturas criadas. Assim, conhecimento incompleto, “*figments of imagination*” e criatividade, são fatores significativamente incertos para fundamentar o processo de formação das expectativas e o investidor tem consciência que as expectativas de retorno do investimento a longo prazo, formadas com base nestes fundamentos, podem ser frustradas. Além disso, o agente sabe que é impossível calcular quão incertas são suas previsões (CARVALHO, 1994). Deste modo, a confiança, ou o *estado de confiança*, dos investidores em relação às expectativas, passa a ter um papel importante na formação do “*estado de expectativa*” e, conseqüentemente, na decisão de investir.

O *estado de confiança* tem um caráter subjetivo e depende da avaliação do investidor em relação ao processo de formação das expectativas, ou seja, depende da avaliação de quão significativa é o *peso do argumento* que deu origem às expectativas (CARVALHO, 1994). O *peso do argumento* é definido pelo conjunto de informações e conhecimentos relevantes a partir do qual as expectativas foram formadas, ou seja, ele representa o *grau de completude* da informação ou conhecimento no qual a expectativa se baseia. Quanto maior for o número de informações e conhecimento relevantes usadas na formação de uma dada expectativa, ou de outro modo, quanto menor a ignorância sobre os acontecimentos, maior será o *peso do argumento*. Quanto maior o *peso do argumento*, maior é a confiança nesta expectativa (CROCCO, 2003). Assim, à medida que novas evidências ou novos conhecimentos surgem, maiores serão o peso do argumento e o grau de confiança nas expectativas¹³.

Além da avaliação do peso da evidência, a confiança depende do julgamento que o investidor faz da sua própria capacidade de prever a intensidade e a natureza das mudanças e as prováveis implicações futuras destas mudanças (FONTANA; GERRARD, 2004). Segundo Carvalho

¹² Para Dequech (1999, p.423), a criatividade é importante quando os agentes precisam formar expectativas para tomar decisões de investimento em inovações. Em algum estágio o processo de inovação envolve tentar o que nunca foi tentado antes e, assim, envolve ausência de conhecimento.

¹³ É o que ocorre nas expectativas de retorno do investimento em inovação tecnológica quando a desvalorização do câmbio real eleva o fluxo de informação e conseqüentemente o grau de confiança dos agentes para investir nestes ativos. Isto será discutido no próximo capítulo.

(1994), se o investidor confia no seu poder de prever os resultados e influências relevantes do futuro, ele irá investir mesmo se a base de conhecimento que sustenta as expectativas for fraca.

Assim, a confiança pode ser interpretada como um estado em que o investidor reconhece que, dado o ambiente de incerteza fundamental, existe uma possibilidade de que os resultados futuros de suas decisões (ou o retorno futuro esperado) podem vir a ser diferente do que se espera sem, no entanto, alterar sua disposição de agir de acordo com as expectativas (DEQUECH, 2000b). É neste contexto que, segundo Carvalho (1994), o “*animal spirits*” entra em jogo.

O “*animal spirit*” refere-se ao curso de ação que o investidor escolhe com base nas expectativas. Sua relevância é tornar possível o agente investir “(...) *even if the weight of evidence he possesses is small*”, ou seja, mesmo que a base de conhecimento que forma as expectativas seja fraca (CARVALHO, 1994, p. 122). É o “*animal spirit*” que impede os agentes de “parar” suas ações frente à incerteza (KOPPL, 1991). A definição de *animal spirits* foi introduzida por Keynes e se traduz em um otimismo espontâneo ou impulso espontâneo, que leva o investidor a “agir ao invés de não fazer nada”. É este otimismo que está por trás da maior parte das “atividades positivas”, ou seja, que leva os agentes a tomarem “decisões de fazer algo positivo, cujo efeito final necessita de certo prazo para se produzir”, como as decisões de investimento (KEYNES, 1982, p. 133). O *animal spirit* ou otimismo espontâneo tem consequência direta na formação do estado de expectativa, porque reduz a percepção de incerteza dos agentes, alterando assim o estado de confiança. Mais do que provocar alterações no grau de confiança, segundo Filho e Araújo (2000), o *animal spirit* é um estado de confiança construído a partir de convenções.

Uma convenção é uma crença, compartilhada por um grande número de investidores de uma dada sociedade, que se torna uma “ferramenta” para superar a incerteza (MODENESI *et al.*, 2012). Por isso, Keynes atribuiu às convenções, ou ao comportamento convencional dos agentes, um papel fundamental no processo de formação do estado de expectativas. Quando os investidores têm que tomar decisões sem conhecer o futuro, eles tendem a substituir o “conhecimento inatingível” por certas convenções que vão orientar a formação do estado de expectativas (KEYNES 1973 *apud* MODENESI *et al.*, 2012). Uma das principais e mais simples convenções adotadas pelos agentes (“porque é de fácil adesão”) é assumir, contrário à toda probabilidade, que o passado e o presente tendem a se reproduzir no futuro (POSSAS, 2002, p. 134).

A convenção está relacionada à propensão do investidor a agir conforme os procedimentos da maioria dos indivíduos ou a seguir a opinião média do mercado (AMADO 2000). Segundo Keynes (1937, *apud* MODENESI *et al.*, 2012), ao reconhecer que o próprio julgamento individual não tem valor ou é fraco, os investidores se voltam para a avaliação, ou se esforçam para “cair” no julgamento, do resto do mundo que, talvez, sejam mais bem informados. Isto é, os agentes procuram se “conformar” ao comportamento da maioria ou da média.

Dois importantes aspectos contraditórios desta “formação convencional de expectativas” merecem destaque. O primeiro refere-se à fragilidade das convenções e o segundo a possibilidade de que as convenções se tornem “profecias auto-realizadas”. A fragilidade das convenções se traduz na precariedade da base de conhecimento sobre a qual elas são construídas, associada ao fato de que estão sujeitas a mudanças drásticas e rápidas. As convenções não são “enraizadas” em conhecimento seguro e pode mudar rapidamente porque “a opinião pública é suscetível de acostumar-se com bastante rapidez” e pode modificar “as expectativas convencionais quanto ao futuro preparando-se, assim, o caminho para um novo movimento” (KEYNES, 1982, p. 163). Para Carvalho (1994, p. 124), a menos que sejam ancoradas em alguns aspectos fundamentais da sociedade, as “(...) *conventions, or, at any rate, conventional belief about the behaviour of the economy, tend to be short-lived, given the empirical experience of agents with change*”. Assim, nenhuma crença convencional pode ser razoavelmente sustentada no longo prazo.

No entanto, as convenções não são sempre frágeis e algumas podem ter *long-lived*. É o que Keynes afirma no Capítulo 15 da Teoria Geral, ao se referir à formação de expectativas em relação à taxa de juros, “um fenômeno altamente convencional” cujo valor observado “depende sobremaneira do valor futuro que se lhe prevê. *Qualquer* taxa de juros aceita com suficiente convicção como *provavelmente* duradoura *será* duradoura” (KEYNES, 1982, p.162). Neste aspecto, Possas (2002, p. 135) destaca que a formação convencional de expectativas tem efeitos potenciais nas decisões dos agentes porque podem se tornar “profecias auto-realizadas”. Quando um grande número de agentes “aderem” à convenção, dando lugar a expectativas compartilhadas, isto pode induzir, com frequência, a uma “confirmação destas expectativas pelo simples fato de existirem”.

Portanto, além das expectativas e do estado de confiança, considerados os “determinantes imediatos” do estado de expectativas a longo prazo - usando a nomenclatura de Dequech (1999)

- a formação deste estado de expectativa se apoia essencialmente no “*animal spirit*” e na adoção de convenções por parte dos agentes. Estes fatores têm um caráter altamente subjetivo e instável. Apesar do estado de expectativa, formado de acordo com estes “mecanismos convencionais”, permitir a redução da incerteza em nível individual e, em certo sentido, em nível social, ele está sujeito a mudanças rápidas e imprevisíveis. Isto torna o estado de expectativas de longo prazo uma fonte de impulsos dinâmicos na economia monetária. Diferentes estados de expectativas provocam adaptações nos portfólios dos investidores, que têm impacto sobre a demanda por moeda, por bens de capital e por outros ativos (AMADO, 2000; CARVALHO, 1994). Este processo de adaptação nos portfólios é explicado pelo modelo de escolha de ativos de Keynes que será apresentado na próxima seção.

3.4 A Decisão de Investimento como uma Escolha de Ativos: A teoria da taxa própria de juros de Keynes

Keynes, em sua Teoria Geral do Emprego do Juro e da Moeda, introduziu um novo paradigma sobre o funcionamento da economia. Neste novo paradigma, a decisão de investir é uma decisão de acumulação de riqueza e o impulso original para o investimento está localizado no mercado de ativos. É neste mercado que os agentes decidem, entre os ativos disponíveis, qual a melhor forma de acumular sua riqueza ao longo do tempo (CARVALHO, 1994).

Um ativo é uma promessa de renda futura. É este rendimento esperado que os investidores analisam quando tomam suas decisões de portfólio. Assim, como destaca Carvalho (1994), os investidores optarão por “compor” seus portfólios com aqueles ativos que ofereçam “*the highest rate of return possible*”. Para descrever este processo de escolha, Keynes desenvolveu um modelo que permite determinar a relação entre os rendimentos esperados dos diferentes tipos de ativos, possibilitando ao investidor a comparação e seleção entre as melhores opções de acumulação de riqueza.

Este “modelo de escolha de ativos” passou, portanto, a se configurar como um importante mecanismo para analisar a tomada de decisão de investir em uma economia monetária de produção. O objetivo desta seção é apresentar este modelo. Isto é feito em duas partes: a primeira apresenta o desenvolvimento teórico do modelo; e, a segunda os resultados da

operação deste modelo na economia monetária, mostrando como ele capta o impacto da incerteza e do estado de expectativa no processo de decisão de investir.

3.4.1 O Modelo de Escolha de Ativos

O desenvolvimento do modelo de escolha de ativos está fundamentado no conceito de taxa própria de juros apresentada no Capítulo 17 da Teoria Geral. A taxa própria de juros é uma medida do rendimento total oferecido por um ativo e é determinada pelo valor assumido por quatro atributos que qualquer ativo possui, em maior ou menor grau. Estes atributos são: os *ganhos de capital* (a); a taxa de *quasi-renda* (q); o *custo de carregamento* (c); e, o *prêmio de liquidez* (l) (CARVALHO, 1994; OREIRO, 1999).

Os *ganhos de capital* (a) captam a apreciação ($a > 0 =$ ganho de capital) ou depreciação ($a < 0 =$ perda de capital) do preço de mercado de um ativo, que ocorre entre o momento da compra e da venda deste ativo. É representado por:

$$a = \frac{(PE-PC)}{PC} \quad (3.1)$$

Onde: PE = preço esperado do ativo no futuro; e, PC = preço corrente do ativo

Assim, no momento em que decide vender um ativo, o investidor pode estar incorrendo em um ganho ou em uma perda de capital. O reconhecimento desta possibilidade afeta as expectativas do agente a respeito dos ganhos esperados de capital e “pode ser extremamente importante no momento em que o investidor está decidindo a compra de um determinado ativo” (OREIRO, 1999, p. 91).

A *taxa de quasi-renda* (q) é a receita monetária que se espera ganhar pela simples posse de um ativo (juros e dividendos) ou pela sua utilização no processo de produção (lucro líquido) (CARVALHO, 1994; OREIRO, 1999). Esta taxa é determinada pela razão entre o retorno esperado do ativo (Q) e o preço pelo qual o ativo foi adquirido (PC):

$$q = \frac{Q}{PC} \quad (3.2)$$

No momento da decisão de investir, as incertezas ou expectativas dos agentes em relação às rendas são levadas em consideração através de ajustamentos em “ q ”. Assim, como destaca Carvalho (1994, p. 85), Se “*the future performance of a market for a given good or service becomes more doubtful*” isto levará a uma maior incerteza dos agentes em relação ao retorno futuro que poderão obter ao investir nos bens de capital que produzem aquele bem ou serviço. Isto se reflete na redução da taxa de *quasi-renda* destes bens de capital.

O *custo de carregamento* ou de manutenção (c) são “rendimentos negativos” incorridos no período de retenção de um ativo. Estes custos são independentes do uso que o investidor faz do ativo, ou seja, não tem nenhuma relação com aqueles custos que resultam da utilização do ativo no processo produtivo - ou custo de uso do capital como denominou Keynes (OREIRO, 1999). O custo de manutenção é dado pela razão entre os custos esperados (C) e o preço corrente do ativo (PC):

$$c = \frac{C}{PC} \quad (3.3)$$

Estes custos de manutenção são aqueles relacionados à armazenagem (estocagem) dos ativos, à segurança, às perdas ou desgaste causado pela simples passagem do tempo e assim por diante. Tais custos “(...) *may be known with less uncertainty since they can consist of expenses contracted before hand.*” Ou seja, podem consistir de despesas contratadas antecipadamente pelos investidores (CARVALHO, 1994, p. 85).

O quarto e último atributo que compõe o rendimento esperado dos ativos é o *prêmio de liquidez* (l). Para Carvalho (1994), este é o mais original dos atributos identificados por Keynes e tornou-se uma pedra angular da Teoria Pós-Keynesiana. O prêmio de liquidez é um retorno implícito (subjetivo e não pecuniário) que os investidores atribuem à posse de ativos líquidos (OREIRO, 1999; DEQUECH, 2000b). Este prêmio está associado ao potencial de negociabilidade ou convertibilidade dos ativos e, portanto, sua definição está diretamente relacionada ao conceito de liquidez.

Um ativo pode ser convertido rapidamente em meio de pagamento se o proprietário estiver disposto a aceitar um preço de venda suficientemente baixo. Logo, a liquidez de um ativo deve ser analisada em duas dimensões: a primeira refere-se à rapidez com que o ativo pode ser transformado em dinheiro; e, a segunda está relacionada à capacidade do ativo de conservar seu

valor neste processo de transformação. São estes dois fatores, velocidade de convertibilidade (comercialização) e conservação de valor, que definem a liquidez dos ativos. Assim, um ativo tem um grau de liquidez maior, quanto menor for o tempo necessário para que seja convertido em moeda e quando os agentes esperam que ele seja comercializado sem perdas de capital significantes em qualquer momento (CARVALHO, 1992, 1994).

É a soma deste *prêmio de liquidez* com os demais atributos - *ganhos de capital*, *taxa de quasi-renda* e *custo de carregamento* - que determina a taxa própria de juros ou taxa de retorno total (i_A) que está associado a cada ativo. Esta taxa pode ser representada por:

$$i_A = a + q - c + l \quad (3.4)$$

Todos estes atributos são afetados pela incerteza e pelo estado de expectativa de longo prazo dos agentes, o que provoca alterações no rendimento esperado e, conseqüentemente, na demanda dos ativos. Entre todos os atributos o “prêmio de liquidez” (l) pode ser considerado o mais importante para a dinâmica do modelo de escolha de ativos. Este atributo é mais sensível ou dependente do grau de incerteza na economia. Quanto maior for a incerteza sobre o futuro, maior será a preferência dos agentes por ativos líquidos e, portanto, maior será o prêmio (subjetivo) que os agentes conferem à liquidez. Em outras palavras, dado o grau de liquidez de um ativo, seu prêmio de liquidez será tanto maior quanto maior for o grau de incerteza dos agentes sobre o futuro.

É o prêmio de liquidez que permite considerar a moeda como um ativo que - como se percebe pela própria definição de liquidez - proporciona ao investidor o maior retorno implícito, mesmo que ela não pague nenhum tipo de retorno monetário. Ao definir a moeda como um ativo que “paga” o maior prêmio de liquidez, “abre-se espaço” para que o investidor avalie e classifique os diversos ativos, presentes no mercado, de acordo com o grau de liquidez que proporcionam. Isto permite que o retorno da moeda seja comparado com o valor dos retornos oferecidos pelos demais ativos e torna a moeda um substituto para ativos menos líquidos, no portfólio dos indivíduos (CARVALHO, 1994).

Segundo Oreiro (1999), esta “substitutibilidade” não resulta de nenhum tipo de “miopia” por parte dos agentes econômicos. Esta substituição ocorre porque, em um ambiente caracterizado pela incerteza, os agentes tendem a valorizar, ou “preferir a posse de ativos líquidos”, como a

moeda, que permitem uma grande flexibilidade à estrutura de seus portfólios, proporcionando-lhes uma importante capacidade de adaptação diante de mudanças inesperadas no ambiente (CARVALHO, 1994). É isto que faz com que os investidores atribuam aos ativos líquidos um retorno implícito na forma de um "prêmio de liquidez" - um "prêmio" por permitir flexibilidade.

Esta "preferência pela liquidez" dos agentes econômicos se traduz em um *trade off* entre os retornos monetários explícitos ($a + q - c$) e o retorno implícito dos ativos dado pela sua liquidez (l). Isto causa "substituições na estrutura de demanda por ativos, que se diferenciam de acordo com combinações de retornos monetários e prêmio de liquidez que eles oferecem, sendo a liquidez valorizada quando a incerteza aumenta" (PAULA, 2006, p.83).

Portanto, pode-se afirmar que o prêmio de liquidez é um atributo que reflete a busca por segurança e flexibilidade no ambiente de incerteza em que os agentes tomam suas decisões. Neste aspecto, Carvalho (1994) destaca o papel que a organização de mercados eficientes¹⁴ (para a comercialização ou revenda dos ativos) tem sobre a "percepção de segurança" dos investidores e, conseqüentemente, sobre o prêmio de liquidez.

Um mercado eficiente, conforme Carvalho (1994, p 86), torna o investidor mais seguro em relação à expectativa de negociação dos ativos e em relação a garantia de que os preços serão razoavelmente sustentados no futuro. "The more efficient spot markets for a given asset are, the stronger is the confidence assigned to the expectation of convertibility without significant losses". Quanto mais forte a confiança do investidor em relação às suas estimativas sobre o retorno esperado (retorno explícito) de investir em ativos menos líquidos, menor será o retorno implícito atribuído aos ativos líquidos (prêmio de liquidez) para composição de portfólios (DEQUECH, 2000b).

Apesar do importante papel desempenhado pelo prêmio de liquidez para a dinâmica do modelo de escolha de ativos, este atributo é muito subjetivo e é uma variável de difícil mensuração o que pode dificultar sua análise dentro do modelo. Para superar estas dificuldades e tornar o

¹⁴ Carvalho (1994) destaca três aspectos que caracterizam o mercado de ativos como eficiente: i) o *tamanho* do mercado, ou seja, o número de compradores potenciais para um ativo - quanto maior o mercado, maior será a "reserva de demanda" que pode absorver rapidamente, e sem pressão sobre a oferta, os ativos colocados à venda; maior será também o poder de substitutibilidade dos ativos no espaço e no tempo; ii) a *permanência* ou tempo de operação (em horas por dia) - quanto mais permanente o mercado é, mais líquido se torna o ativo porque aumenta a probabilidade de negociação; e, iii) a *organização* - um mercado é organizado quando é possível evitar excessiva flutuação nos preços dos ativos, evitando crises de solvência. Tais flutuações são contidas por *Market Makers*.

prêmio de liquidez mais “manejável analiticamente” duas sugestões, relacionadas, respectivamente, a definição de uma escala de liquidez e à forma de mensurar esta escala, são apresentadas na literatura.

Em relação à definição de uma escala de liquidez, como a liquidez é uma questão de grau e varia de acordo com as características próprias de cada ativo e, dada a grande diversidade de ativos existente no mercado, Carvalho (1992, p. 184; 1994, p. 89) sugere que, ao invés de trabalhar com uma escala contínua de liquidez, esta escala seja simplificada adotando-se uma classificação que agrega os ativos, de acordo com o seu grau de liquidez, em três grupos¹⁵:

i) “Ativos completamente ou perfeitamente líquidos” - compreendem a moeda e seus substitutos perfeitos. São ativos que têm “convertibilidade imediata e valores pré-fixados”. Este grupo pode ser denominado simplesmente “moeda” (ou ativos monetários);

ii) “Ativos líquidos” que são substitutos imperfeitos da moeda, e por isso “devem oferecer outra forma de retorno, que não apenas a liquidez, para compensar esta imperfeição”. Para este grupo de ativos, denominado “títulos”, existe um mercado organizado de “segunda mão”, mas seus valores não são garantidos *a priori*. “*Thus possessors of these assets trust that they will be able to sell their stocks of assets if necessary but they are uncertain as to the price they will actually get for them (...)*”; e,

iii) “Ativos ilíquidos” que corresponde àqueles ativos “cuja revenda é, *ex ante*, muito difícil” porque não existem mercados organizados de “segunda mão” para sua comercialização. Estes ativos, denominados “bens de capital”, se caracterizam por deter a riqueza do empreendedor por algum tempo. Assim, dada a incerteza em torno de sua possibilidade de revenda, eles são demandados pelos rendimentos que podem gerar e não como reserva de valor¹⁶.

A segunda proposta para tornar o prêmio de liquidez analiticamente viável refere-se a uma solução para o problema de mensuração da escala de liquidez. Para Kaldor (1980, *apud* CARVALHO, 1994), a definição de Keynes para o prêmio de liquidez era problemática porque para medir esta variável o valor inicial de referência para sua escala seria um valor máximo -

¹⁵ Esta classificação segue a proposta de Hicks (1967)

¹⁶ É neste grupo de “ativos ilíquidos” que se inserem os “ativos inovativos”. O processo pelo qual a taxa de câmbio real desvalorizada e estável afeta a decisão de investimento nestes ativos será analisado no próximo capítulo.

uma liquidez máxima dada pela moeda - e não um “zero” como é necessário. O problema seria, portanto como definir este valor máximo que representasse a liquidez total, ou seja, qual seria o ponto inicial para criar uma escala de medida.

A solução proposta foi construir uma escala negativa de liquidez e transformá-la em uma escala positiva por meio da equivalência da máxima liquidez com uma variável que representasse o risco mínimo. Assim, foi criada uma nova variável (uma nova medida), o *risco* (r), cujo valor é dado por: $r = -l$. O ponto inicial de medida desta variável é zero ($r=0$) que corresponde ao risco da moeda. Os demais ativos têm seu risco estabelecido em relação ao $r=0$ da moeda (KALDOR, 1980, *apud* CARVALHO, 1994).

Esta variável de risco criada por Kaldor não deve ser confundida com o “risco probabilístico” usado nos modelos neoclássicos (CARVALHO, 1994). A variável de risco de Kaldor pode ser entendida como o “risco de não-conversibilidade” dos ativos. Assim, ao investir em ativos menos líquidos, os agentes assumem um risco de não conseguirem “dispor” imediatamente destes ativos, caso se faça necessário ou, como destaca Oreiro (1999), de incorrer em uma eventual perda de capital sobre a retenção destes ativos. Além disso, pode ocorrer uma possível frustração das expectativas iniciais a respeito da rentabilidade dos mesmos.

Quanto menor a liquidez dos ativos, menor é a sua “capacidade de conversibilidade”, conseqüentemente, maior o “risco” assumido pelos agentes e menor o prêmio de liquidez atribuído à posse destes ativos. A criação desta nova variável de risco permitiu uma nova definição para a taxa própria de juros representada pela seguinte fórmula:

$$i_A = a + q - c - r \quad (3.5)$$

Esta fórmula permite aos agentes comparar e escolher os ativos que oferecem alguma forma de renda ($q - c$), de ganhos de capital (a) ou simplesmente a segurança e flexibilidade conferida pela liquidez (l). Espera-se que a renda seja a principal atração dos bens de capital visto que, como eles são muito ilíquidos os agentes não irão mantê-los em seus portfólios para revenda. Os títulos e outros ativos são mantidos tanto pela renda que geram quanto pela possibilidade de apreciação de capital. A moeda tem como principal atração o prêmio de liquidez, que influencia sua demanda como um estoque de valor - “*although under some circumstances some forms of money may yield interest*” (CARVALHO, 1994, p. 90). A ideia fundamental do modelo de taxa

própria de juros é que no equilíbrio estes atributos se compensam para todos os ativos. Assim em equilíbrio, e supondo dois ativos i e j :

$$\forall_i \forall_j \quad a_i + q_i - c_i - r_i = a_j + q_j - c_j - r_j \quad (3.6)$$

Isto leva a conclusão de que a decisão de comprar, ou a escolha de um ativo, não é independente de outras escolhas disponíveis para os agentes. A dinâmica da utilização da taxa própria de juros como um modelo de escolha de ativos será apresentada a seguir

3.4.2 A Dinâmica do Modelo de Escolha de Ativos¹⁷

Para analisar como as condições de incerteza e o estado de expectativa afetam a decisão de acumulação de riqueza dos investidores no âmbito do modelo de escolha de ativos, considere, por simplificação, uma economia que possui apenas dois ativos: bens de capital e moeda. As taxas próprias de juros para estes ativos são respectivamente:

$$i_{BK} = a_{BK} + q_{BK} - c_{BK} - r_{BK} \quad (3.7)$$

$$i_M = a_M + q_M - c_M - r_M \quad (3.8)$$

A suposição básica do modelo de taxa própria de juros é que o valor destes atributos depende do estado de expectativa de longo prazo dos investidores. Assim, um dado “estado de expectativa” de longo prazo corresponde a um conjunto específico de valores para os preços esperados no futuro (PE), os rendimentos esperados (Q), os custos de retenção (C) e para o risco de liquidez (r) dos referidos ativos. O estado de expectativa dos agentes, como discutido na seção 3.3, é determinado não apenas pelas expectativas a longo prazo mas também pelo estado de confiança ou grau de confiança dos investidores nestas expectativas. Ambos são influenciados por variações na incerteza.

Para os *bens de capital* - que não possuem mercados organizados para revenda - a renda ($q_{BK} - c_{BK}$) é a principal atração para o investimento nestes ativos. Como o *custo de carregamento* (c_{BK}) destes bens pode ser conhecido com menor incerteza porque consistem de despesas contratadas antecipadamente pelos investidores, a *quasi-renda* (q_{BK}) pode ser considerada o atributo mais afetado pela incerteza e pelo estado de expectativas dos agentes econômicos. A *quasi-renda*

¹⁷ Esta análise foi baseada em Carvalho (1989, 1994), Feijó (1997), Oreiro (1999) e Paula (2006).

(q_{BK}) é a estimativa dos empresários para o retorno que poderão obter com a utilização dos bens de capital no processo de produção ao longo de um determinado período de tempo. A *moeda* por sua vez tem como principal atração o prêmio de liquidez (l_M) que proporciona segurança e flexibilidade diante da incerteza. Por simplificação, assume-se que a retenção de moeda não oferece rendimentos nem implica custos. Assim, $q_M = c_M = 0$. Além disso, por definição $r_M = 0$ e, como a moeda é a unidade de conta do modelo, $a_M = 0$. Logo, da expressão (3.8): $i_M = 0$. Partindo de uma situação de equilíbrio em que, dado o estado de expectativa, os bens de capital e a moeda oferecem taxa de retornos iguais ($i_{BK} = i_M$) tem-se que:

$$a_{BK} + q_{BK} - c_{BK} - r_{BK} = 0 \quad \text{ou}$$

$$a_{BK} + q_{BK} - c_{BK} = r_{BK} \quad (3.9)$$

Supondo que, por algum motivo, como por exemplo em função do progresso técnico, a expectativa dos agentes sobre os rendimentos (Q_{BK}) da aquisição de equipamentos de capital real se elevem (expectativas favoráveis), então $q'_{BK} > q_{BK}$. Dada esta nova expectativa vem:

$$a_{BK} + q'_{BK} - c_{BK} > r_{BK} \quad (3.10)$$

A expressão acima mostra que a taxa de retorno dos bens de capital supera os riscos de investir nestes ativos, levando ao investimento em bens de capital. Do mesmo modo, mesmo não havendo um evento como o progresso tecnológico, mas se algum outro fator, como, por exemplo, a política econômica doméstica, eleva o otimismo dos agentes quanto ao futuro da economia, ocorrerá que $q'_{BK} > q_{BK}$ e, também, que a preferência pela liquidez dos agentes caia. Neste caso, os agentes darão menos valor à liquidez, isto é, o prêmio de liquidez, l , se reduz, o que se manifesta na queda de r_{BK} . Ou seja, o lado esquerdo da inequação (3.10) eleva-se e o lado direito cai, tornando a taxa própria de juros dos ativos de capital maior do que a taxa própria de juros da moeda. Assim sendo, os investidores alocam sua riqueza em ativos de capital - menos líquidos, porém mais lucrativos, em detrimento aos ativos mais líquidos.

Neste caso, se for assumido que os estoques de ativos são dados, a demanda de cada ativo será diferente de sua oferta. Para os bens de capital, o aumento da taxa própria de juros implica em um aumento na demanda e nos preços correntes dos itens existentes ($PC_1 < PC_2$), até que a alta dos preços correntes reduza os valores de a_{BK} e, principalmente, q'_{BK} e uma nova igualdade

(equilíbrio) se estabeleça. A longo prazo, porém, se o novo preço dos bens de capital (PC_2) superar seu custo de reprodução (o preço de oferta) isto representará um incentivo à produção de unidades adicionais e o investimento agregado crescerá - isto é, enquanto o preço de demanda dos bens de capital (BK) for maior que seu preço de oferta, o investimento em BK ocorrerá.

Inversamente, se as expectativas não são favoráveis e a incerteza em torno dos resultados das expectativas é alta, o que implica um baixo estado de confiança dos investidores, a preferência pela liquidez destes agentes será elevada e o prêmio de liquidez da moeda será provavelmente maior do que os rendimentos oferecidos pelos bens de capital. Isto se traduz em um maior r_{BK} e, também em menores q_{BK} e a_{BK} e, portanto, em $a_{BK} + q_{BK} - c_{BK} < r_{BK}$. Dito de outro modo, $(a_{BK} + q_{BK} - c_{BK} - r_{BK}) < (a_M + q_M - c_M - r_M)$, e, então, a riqueza dos agentes será alocada em moeda em detrimento aos bens de capital (BK). Este processo levará à queda do investimento até que q_{BK} e a_{BK} se elevem, produzindo um novo equilíbrio¹⁸: $(a_{BK} + q_{BK} - c_{BK} - r_{BK}) = (a_M + q_M - c_M - r_M)$.

3.5 Considerações Finais

Este capítulo discute os fatores determinantes da decisão de investir na abordagem Pós-Keynesiana. Nesta literatura, a decisão de investimento dos agentes é o resultado de um processo de “escolha de ativos” cuja dinâmica é influenciada por três principais fatores que determinam o funcionamento do ambiente econômico em que ocorrem estas decisões, o ambiente de uma economia monetária de produção. Estes fatores são: o tempo (irreversível), a incerteza (não probabilística) e a moeda. Estes fatores em conjunto tornam a decisão de investir um processo de escolha de ativos condicionada pelo estado de expectativa a longo prazo dos agentes.

¹⁸ A redução do investimento aumenta a eficiência marginal do capital (EmgBK). Isto ocorre por duas razões. Primeiro, com a demanda por BK menor, os produtores são pressionados a reduzir o preço de oferta. Segundo, como a oferta de bens de capital diminui, as perspectivas de lucros ou o rendimento esperado de novos investimentos serão maiores. Isto foi argumentado por Keynes em sua Teoria Geral (1982, p. 150, [1936]). Conforme o autor, quando “o investimento, em dado tipo de capital, aumenta (...) a eficiência marginal desse capital diminui (...), em parte, porque a renda prospectiva baixará conforme suba a oferta desse tipo de capital e, em parte, porque a pressão sobre as fábricas produtoras daquele dado tipo de capital causará, normalmente, uma elevação de seu preço de oferta”.

Como as decisões de investir se desdobram no tempo, que é irreversível, e os resultados dos investimentos (em termos de rendimentos), são altamente incertos, os agentes agem baseados em expectativas correntes de longo prazo, formadas em relação a um futuro incerto. É neste contexto que a moeda entra no processo de decisão como um ativo que, dada sua capacidade de transportar valor no tempo e de ser instantaneamente convertida em qualquer bem ou qualquer outro ativo, proporciona aos agentes um rendimento na forma de um prêmio de liquidez que garante aos investidores segurança e flexibilidade diante da incerteza.

Portanto, no momento em que decidem sobre seus investimentos, os agentes comparam o rendimento implícito da moeda com os retornos monetários que podem obter ao investir nos demais ativos como os bens de capital, títulos, ativos inovativos, entre outros. A escolha final entre estes ativos é determinada essencialmente pela incerteza que afeta o estado de expectativa (expectativas e estado de confiança) dos agentes. Quando as expectativas são otimistas e a incerteza em relação ao retorno futuro dos investimentos menos líquidos é baixa, o atributo da liquidez não é tão importante quanto a possibilidade de ter ganhos monetários. Isto estimula o investimento em ativos menos líquidos tais como os bens de capital e os ativos inovativos.

Esta discussão permite portanto, afirmar a existência de uma relação entre redução da incerteza, expectativas favoráveis dos investidores e aumento da compra de ativos ilíquidos (investimento). Esta relação forma a segunda base teórica fundamental para responder a questão central desta tese, que busca mostrar como a taxa de câmbio real (seu nível e volatilidade) afeta as inovações, o progresso tecnológico e consequentemente o crescimento econômico.

O argumento teórico inicial para responder esta questão é a discussão Evolucionária dos determinantes da inovação, discutido no capítulo anterior. Esta discussão mostrou que o aumento do fluxo de informação nas cadeias produtivas, viabilizado por uma maior interação entre os agentes que compõem o SI, permite o acúmulo de conhecimento e aprendizado, aumentando as chances de se obter inovações bem sucedidas e consequentemente reduzindo a incerteza associada aos resultados da inovação.

É esta redução da incerteza associada aos retornos crescentes que se observa no processo de produção de tecnologia, que melhora a expectativa das firmas quanto ao retorno do investimento em ativos inovativos permitindo um aumento da taxa de juros próprias destes

ativos e conseqüentemente do investimento em inovação como demonstrado na abordagem Pós-Keynesiana.

O próximo capítulo resgata a discussão Evolucionária/Neoschumpeteriana sobre o papel do fluxo de informação para a inovação e Pós-Keynesiana sobre a da decisão de investimento como uma escolha de ativos para demonstrar, em âmbito teórico, a relação central que forma a principal contribuição dessa tese: o canal *câmbio-inovação*.

CAPÍTULO 4 – CÂMBIO, INOVAÇÃO E CRESCIMENTO: UMA ABORDAGEM EVOLUCIONÁRIA - PÓS-KEYNESIANA

4.1 Introdução

A literatura que analisa a relação de longo prazo entre a taxa de câmbio real e o crescimento econômico destaca que a inovação e o progresso tecnológico estão entre os fatores determinantes desta relação. Esta literatura tem ressaltado, entre outras coisas, que uma desvalorização do câmbio real estimula o investimento agregado e aumenta a lucratividade e a capacidade de autofinanciamento das firmas para investirem em pesquisa e inovação (GALA, 2008; MISSIO, 2012). Destaca ainda que a taxa de câmbio real depreciada realoca recursos para os setores manufatureiros, onde estão presentes os retornos crescentes de escala e onde o processo *learning-by-doing*, *spillovers* tecnológicos e a acumulação do progresso tecnológico são maiores (GALA, 2008). Por fim, conforme a literatura, uma taxa de câmbio real volátil aumenta o grau de incerteza em relação ao retorno dos investimentos em ativos de longo prazo, como os inovativos, desestimulando o investimento nestes ativos (DAVIDSON, 2002; AGHION *et al*, 2006).

O efeito da inovação sobre o crescimento econômico está consolidado na Teoria Evolucionária. Assim, o principal objetivo desse capítulo é demonstrar teoricamente o *link* taxa de câmbio real-inovação tecnológica, contribuindo para o debate em torno da “identificação” dos canais de transmissão do câmbio para o crescimento econômico de longo prazo.

O principal argumento defendido é que a taxa de câmbio real, seu nível e volatilidade, afeta a inovação¹ - e conseqüentemente, o progresso tecnológico e o crescimento da renda - via efeito sobre os fluxos de informação (transbordamento tecnológico) e sobre as decisões de investimento dos agentes econômicos.

¹ Como destacado no segundo capítulo, assume-se nesse trabalho que a inovação é um processo - que envolve a invenção, o desenvolvimento e a difusão - pelo qual as firmas buscam dominar e introduzir no mercado produtos ou processos de produção, que podem ser novos para toda a economia ou novos e mais avançados apenas para elas.

A demonstração desta relação “câmbio-inovação” se fundamenta nas Teorias Evolucionária e Pós-Keynesiana. Da Teoria Evolucionária, os dois pilares centrais que sustentam esta relação são: **i)** a ideia da inovação como um processo que depende do aumento e acúmulo do conhecimento e aprendizado, ambos viabilizados pela interação e pelo fluxo de informação entre os agentes - quanto maior esta interação, maiores os fluxos de informação e as trocas do conhecimento acumulado e, conseqüentemente, maiores as chances de obter inovações bem sucedidas; e, **ii)** o conceito de Sistema Nacional de Inovação (SI) - uma “construção institucional” que viabiliza a interação² entre os agentes, permitindo o fluxo de informação e os *feedbacks* mútuos na cadeia de inovação. Quanto mais desenvolvido é o SI, melhores são os canais de interação - os canais são mais fortes e envolvem um grande número de agentes³.

Reconhece-se que o processo de inovação é complexo e que os fatores determinantes deste processo além de fortemente interligados podem variar de acordo com o setor econômico, a área de conhecimento, o tipo de inovação, o tamanho da firma, entre outros⁴. No entanto, a relação dos agentes aumentando o fluxo de informação e a “organização” destes fluxos pelo SI, proporcionam a integração e a coordenação de conhecimento especializado e aprendizado, sob condições de incerteza. Segundo Pavitt (2005) estes fatores são centrais na teoria da inovação porque estão presentes em todo tipo de inovação - são os únicos fatores do processo que permanecem genérico.

Assume-se que o “agente inovador chave” é a firma - segundo Nelson (2006) parcela significativa dos esforços para introduzir inovação precisa ser feita pelas firmas e sua motivação para inovar é a busca por maiores lucros. No entanto, como a introdução de inovação é um processo complexo, o sucesso das firmas neste processo depende da participação de vários

² Esta interação envolve relações do tipo mercado e não-mercado e seus resultados econômicos não são adequadamente capturados pelos sistemas usados para medir os resultados econômicos (MALERBA, 2005). As interações podem incluir: i) Competição - processo interativo onde os atores são rivais; ii) Transação - processo pelo qual bens e serviços, incluindo “*technology-embodied*” e conhecimento tácito, são negociados entre os atores econômicos; e, iii) *Networking* - processo pelo qual conhecimento é transferido através de colaboração, cooperação e “*network arrangements*” de longo prazo (EDQUIST, 2005).

³ Estes conceitos foram apresentados no segundo capítulo.

⁴ Além de complexa, existe uma defasagem temporal (que pode ser significativa dependendo do tipo de inovação ser radical ou incremental) entre o início (invenção e pesquisa) e a realização da inovação no mercado. Além disso, esta “realização” não representa o fim do processo de inovação porque frequentemente uma inovação (importante) tende a facilitar e induzir outras inovações no mesmo ramo ou em ramos relacionados. Assim a inovação é um processo contínuo que não deve ser tratado como algo bem definido e homogêneo que “entra” na economia em uma data precisa “*or becoming available at a precise point in time*” (KLINE; ROSEMBERG, 1986 *apud* FAGERBERG, 2005, p. 5).

agentes (tanto públicos como privados) do ambiente econômico e social no qual as firmas atuam, interagindo e trocando informações, isto é, depende do SI.

Admite-se que as firmas estão divididas entre dois principais setores de produção: *non-tradables* e *tradables*. No primeiro estão as firmas que produzem bens de serviços, que usam inovações produzidas em outros setores (PAVITT, 1984). No setor de *tradables* estão as firmas que produzem bens comercializáveis e que se caracterizam por possuírem sistemas produtivos mais complexos e com grande circularidade no processo de produção (RODRIK, 2007), ou seja, as cadeias produtivas deste setor apresentam uma intensa divisão do trabalho entre as firmas, quando comparadas com as cadeias do setor de bens *non-tradables*. O setor de *tradables*, por sua vez, está dividido em dois segmentos que serão denominados tradicional e dinâmico.

O segmento “tradicional” é composto por firmas cuja produção é intensiva em recursos naturais e mão-de-obra não qualificada (vantagens comparativas “herdadas”). Neste setor, as inovações tendem a ser mais focadas na introdução de novos processos (produzir mais e melhor do mesmo) ao invés de novos produtos e estas inovações são produzidas por fornecedores de equipamentos e materiais, embora em alguns casos grandes consumidores e pesquisas financiadas pelo governo também contribuam⁵. Existem relações na cadeia de inovação, mas o potencial de produção de conhecimento e aprendizado neste segmento é menor e tem menos *spillovers* para outras atividades. Além disso, este setor está mais sujeito a rendimentos constantes ou decrescentes de escala na produção de conhecimento (tecnologia) (PAVITT, 1984; LALL, 2000; ZAGOTTIS, 2008; CAMPOS; RESENDE 2009).

O segmento “dinâmico” é formado por firmas cuja produção é intensiva em tecnologia e mão-de-obra qualificada, ou seja, intensiva em conhecimento (capacidades inovativas construídas). As inovações neste segmento tendem a criar novas necessidades e novos mercados (demandas). Ademais, as firmas têm um maior potencial de aprendizado porque têm mais espaço para a aplicação de novos conhecimentos (acumulação de conhecimento) científicos e produzem maiores *spillovers* porque são capazes de criar novas habilidades e conhecimentos genéricos,

⁵ Este segmento inclui as indústrias de produção de *commodities*, de produtos primários (frutas frescas, carne, arroz, cacau etc.) e de processamento de produtos agrícolas (carnes preparadas/frutas, sucos, produtos de madeira, óleos vegetais etc.). Mesmo neste segmento tradicional cuja produção se dá com vantagens herdadas, identifica-se, em alguns casos, o uso do conhecimento mais avançado e capacitação técnica, como por exemplo a tendência ao uso de informática e da biotecnologia no setor agrícola.

que podem ser utilizados em diversas atividades *vis-à-vis* ao segmento tradicional. Assim, o segmento dinâmico é marcado por rendimentos crescentes na produção do conhecimento (LALL, 2000; ZAGOTTIS, 2008; CAMPOS; RESENDE 2009)⁶.

Ao decidir inovar, a única “racionalidade” das firmas, em qualquer setor, é reconhecer que: i) a decisão de desenvolver uma inovação é fundamentalmente uma decisão que requer elevados gastos com investimentos (investimentos intangíveis na acumulação de conhecimento e/ou em capital físico), feito em um ambiente de elevada incerteza (ou incerteza fundamental) quanto ao retorno futuro destes investimentos (ou seja quanto ao resultado final da inovação); ii) qualquer inovação (radical ou incremental) é um processo cujo resultado depende intensamente do nível de conhecimento acumulado pela própria firma (ou seja é *path dependence*); e, iii) leva tempo para que os efeitos da inovação, em termos de rendimentos, sejam sentidos; (HALL, 2005; FREEMAN; SOETE, 2008).

Finalmente, são feitas duas suposições “Pós-Keynesianas” sobre as características do ambiente econômico em que as firmas tomam suas decisões de investir. Primeiro, a economia é uma *economia monetária de produção* na qual existem apenas dois tipos de ativos que serão denominados: *ativos monetários* ou moeda (considerada aqui como um agregado de ativos financeiros com elevado grau de liquidez) e os *ativos inovativos* (que “empatam” a riqueza dos agentes por um determinado período, isto é, são ilíquidos).

Segundo, a economia está sujeita a *incerteza não-ergódica*: ao decidir investir, o agente escolhe alocar sua riqueza entre moeda e produção de tecnologia com base apenas em seu “*estado de expectativa a longo prazo*” em relação ao retorno futuro destes ativos. Como destacado no capítulo anterior, este estado depende das “*expectativas*” não-ergódicas do investidor sobre os eventos futuros e do “*grau de confiança*” que ele deposita nestas expectativas. Se a incerteza quanto ao retorno futuro dos ativos inovativos é baixa e o estado de expectativas do investidor é otimista, sua preferência pela liquidez é baixa. Isto estimula o investimento em ativos de

⁶ Neste segmento as firmas podem ser classificadas, de acordo com a intensidade ou complexidade tecnológica (de conhecimento) que envolve seu processo produtivo, em três categorias: manufaturas de baixa, de média e de alta intensidade tecnológica. São exemplos de baixa intensidade as firmas de vestuário, calçado, fábricas de couro, têxtil, brinquedos etc.; de média intensidade as firmas automotivas e de peças, de fibras sintéticas, produtos químicos, tintas, fertilizantes etc.; e, de alta intensidade as firmas de eletro eletrônicos, telecomunicações, *software* e *hardware*, de produtos farmacêuticos, biotecnologia, aeroespacial etc. (ZAGOTTIS, 2008).

menor liquidez como a inovação (neste caso, o retorno ou prêmio de liquidez não será tão importante quanto o ganho monetário esperado).

Sob estas considerações e suposições, é possível estabelecer duas hipóteses para a relação *câmbio-inovação*:

i) a desvalorização da taxa de câmbio real, ao favorecer a lucratividade, estimular a produção e o investimento no setor de *tradables*, cria um ambiente favorável ao fluxo de informação (transbordamento tecnológico). O maior fluxo de informação, por sua vez, proporciona uma maior difusão do conhecimento acumulado e um maior aprendizado. Isto aumenta a chances de inovações bem sucedidas e reduz a incerteza intrínseca aos resultados da inovação. A redução da incerteza eleva a confiança dos agentes econômicos quanto ao êxito e ao retorno do investimento em *ativos inovativos* e, conseqüentemente (em um ambiente de baixa preferência pela liquidez), estimula o investimento nestes ativos, resultando em um aumento na inovação e progresso tecnológico; e,

ii) A volatilidade da taxa de câmbio real tem um impacto negativo sobre a produção de tecnologia porque, simultaneamente, leva ao rompimento do fluxo de informação entre os vários elos das cadeias produtiva dos *tradables* e aumenta a incerteza empresarial afetando negativamente a decisão de investir do empresário inovador. Estes fatores desestruturam as “*capacidades inovativas construídas*” nas *firmas tradables*, com impacto maior nas firmas tecnologicamente mais dinâmicas deste setor, resultando em efeitos deletérios sobre o investimento em inovação, o progresso tecnológico e o crescimento econômico de longo prazo.

Demonstrar teoricamente estas hipóteses é o principal objetivo desse capítulo e será feito nas duas próximas seções: na primeira (seção 4.2), demonstra-se a relação “desvalorização do câmbio real–inovação tecnológica” e, na segunda (seção 4.3), a relação “volatilidade do câmbio real–inovação tecnológica”. Em ambos os casos, desvalorização e volatilidade, a funcionalidade do canal câmbio-inovação está sujeita à presença de um Sistema Nacional de Inovação na economia. Isto será discutido na seção 4.4 desse capítulo.

4.2 O Impacto da Desvalorização da Taxa de Câmbio Real sobre a Inovação Tecnológica

Dois importantes *insights* da Teoria Evolucionária/Neoschumpeteriana foi destacar o dinamismo que a inovação gera no ambiente econômico e romper com a ideia de “agentes racionais maximizadores” que levam a economia ao equilíbrio. Na perspectiva Evolucionária, a decisão individual das firmas tem um importante papel para o crescimento econômico, mas as firmas são “agentes com racionalidade limitada” que conferem uma dinâmica ao crescimento dos países ao buscarem permanentemente introduzir inovações, em condições de incerteza, para aumentar ou sustentar seus lucros. Como destaca Nelson (2006, p.433) “a parte mais importante dos esforços de inovação é desenvolvida pelas próprias empresas” e o resultado destes esforços individuais desencadeia, no âmbito macroeconômico, um círculo virtuoso de acúmulo de conhecimento, de aprendizado e de investimentos intangíveis e em capital físico que retroalimentam o processo inovativo e leva ao crescimento da renda (FREEMAN; SOETE, 2008⁷).

Isto introduz uma importante questão na discussão da inovação como estímulo ao crescimento econômico: quais os fatores que funcionam como “mecanismos de choque” ou “*trigger device*” do processo de inovação dentro das firmas e como este impulso inicial se propaga, estimulando o investimento em inovação que resultará, no longo prazo, em progresso tecnológico e aumento da renda?

Uma das contribuições desse trabalho é o argumento de que, em uma economia monetária de produção onde as firmas estão divididas basicamente entre a produção de bens *tradables* e *non-tradables*, a desvalorização da taxa de câmbio real figura como um potencial “*trigger device*” do processo de inovação.

A taxa de câmbio real é um indicador do preço relativo dos bens comerciáveis (*tradables*) *vis-à-vis* aos bens não comerciáveis (*non-tradables*) ($e_r = [PT/PNT]$) e desta forma, uma depreciação do câmbio real corresponde ao aumento do preço relativo dos bens *tradables* (ou a uma redistribuição setorial da renda em favor deste setor) *vis-à-vis* ao dos bens *non-tradables* (RODRIK, 2007). Isto “cria um ambiente” que favorece o impulso inicial para a introdução de inovação nas firmas do setor de *tradables*. Como este setor tem uma cadeia produtiva com

⁷ Original de 1974

grande circularidade, isto é, há intensa divisão do trabalho entre as firmas e os agentes interagem em várias etapas do processo produtivo (RODRIK, 2007), ocorre um estímulo ao fluxo de informação e, conseqüentemente, ao acúmulo de conhecimento e aprendizado (insumos essenciais para o processo de inovação) com *spillovers* para toda a economia. O aumento do conhecimento e aprendizado altera as condições de incerteza (reduz) sobre o retorno das inovações, o estado de confiança (melhora) do empresário e a sua preferência pela liquidez (reduz), estimulando-o a investir em inovação.

Todo este processo que transcorre entre a desvalorização do câmbio real, o desenvolvimento de fatores propícios a atividade inovativa, o aumento do fluxo de informação e o estímulo ao investimento em inovação na economia pode, para efeito de simplificação e elucidação da análise, ser sistematizado em duas etapas que serão denominadas: i) “*push for innovation*” - fase em que a desvalorização cambial cria condições favoráveis que estimulam as “*firmas tradables*” (firmas do setor de bens *tradables*) a buscar novas oportunidades para iniciar e desenvolver novos projetos de inovação (curto e médio prazos); e, ii) “*developing innovation*” - fase em que o efeito do câmbio se difunde via efeitos positivos dinâmicos sobre o fluxo de informação, o conhecimento e o aprendizado, com implicações sobre a decisão dos agentes de investir em ativos inovativos (longo prazo). Estas etapas são explicadas nas duas subseções seguintes.

4.2.1 O Efeito “*Push for Innovation*” da Desvalorização do Câmbio Real nas “*Firmas Tradables*”

O efeito mais “imediate” (curto e médio prazos) da desvalorização da taxa de câmbio real é criar um ambiente que favorece a busca por inovação nas firmas do setor de *tradables*. Uma depreciação do câmbio real eleva o preço relativo dos bens *tradables*, mas não reduz a sua quantidade demandada porque, como argumenta Williamson (2003), o mercado destes bens é proporcional ao tamanho da economia mundial. Assim, quando seu preço relativo aumenta, a queda na demanda interna por bens *tradables*, que tem origem no setor de bens *non-tradables*, pode ser mais do que compensada pelo aumento das exportações dos bens comercializáveis (mantendo-se constante o nível de renda mundial). Por outro lado, uma apreciação cambial aumenta o preço relativo dos bens *non-tradables* - cujo mercado é proporcional ao tamanho da economia doméstica – e reduz os preços relativos e, conseqüentemente, a renda no setor de

tradables, reduzindo a demanda deste setor por bens *non-tradables*, prejudicando assim, os dois setores (CAMPOS; RESENDE, 2009).

Além de favorecer a expansão da demanda por bens *tradables* (via estímulo às exportações), a desvalorização da taxa de câmbio real, ao reduzir o preço relativo dos bens *non-tradables*, que são insumos para o setor de *tradables*, reduz o custo de produção relativo nas firmas deste setor. Este efeito será tanto maior quanto maior for a relação entre estes dois setores, ou seja, quanto maior for o uso de insumos *non-tradables* para a produção de *tradables*. Segundo Castellacci (2008), esta ligação *non-tradable* como custo de produção para os *tradables* vem crescendo nos últimos anos porque muitas atividades que antes eram realizadas pelas próprias firmas manufatureiras estão, cada vez mais, sendo desenvolvidas por empresas especializadas do setor de serviços.

Estes dois fatores que decorrem da desvalorização do câmbio real, estímulo às exportações e redução no custo de produção, favorecem a rentabilidade e estimulam a produção no setor de *tradables* – que pode em um primeiro momento aumentar sua produção por meio do uso de capacidade ociosa. Posteriormente, o aumento da lucratividade e da produção estimula o investimento nas firmas deste setor e, conseqüentemente, impulsiona o investimento agregado (RODRIK, 2007, GALA, 2008).

Simetricamente, uma apreciação da taxa de câmbio real, eleva a rentabilidade no setor de bens *non-tradables*, mas não estimula o investimento neste setor (e o investimento agregado) na mesma proporção que a depreciação cambial o faz no setor de *tradables*. Como destacado no capítulo 1, esta diferença é explicada, segundo Rodrik (2007), pela presença de fracas instituições - que reduzem a capacidade dos investidores privados de se apropriarem do retorno sobre seus investimentos - e pelas falhas de mercado, problemas que afetam desproporcionalmente o setor de bens *tradables vis-à-vis* o de bens *non-tradables*.

Estes problemas são menores no setor de bens *non-tradables* e isto torna o investimento neste setor menos sensível à apreciação cambial quando se compara a sensibilidade do investimento no setor de *tradables* à depreciação cambial (RODRIK, 2007). Logo, a depreciação da taxa de câmbio real favorece o investimento e o crescimento do produto no setor de bens *tradables* em

maior proporção do que a apreciação cambial o faz no setor de bens *non-tradables*⁸. Isto implica uma relação positiva entre a taxa de câmbio real, o investimento agregado e, conseqüentemente, o aumento da renda⁹.

Além disso, segundo Missio (2012), o aumento dos lucros nas firmas do setor de *tradables*, possibilita o aumento da capacidade de autofinanciamento permitindo que as firmas elevem seus gastos em pesquisa e desenvolvimento (P&D). Quanto maior for o lucro das empresas, maior será o estímulo para que invistam em P&D e em ativos inovativos.

Neste contexto, afirma-se que uma desvalorização na taxa de câmbio real “cria um ambiente” que favorece o impulso para a busca e introdução de inovações nas firmas do setor de *tradables*. Isto porque ao estimular as exportações, reduzir os custos de produção dos bens *tradables*, favorecer a lucratividade, estimular a produção e o investimento neste setor, a desvalorização permite o surgimento de dois fatores que se somam no estímulo inicial à inovação: **i)** o aumento do investimento agregado; e, **ii)** a capacidade de autofinanciamento das empresas.

A importância destes fatores - investimento agregado e financiamento - está consolidada na Teoria Evolucionária/Neoschumpeteriana. Para os Evolucionários o investimento (formação bruta de capital fixo) é uma condição necessária, embora não suficiente, para a inovação porque a tecnologia (conhecimento) está materialmente incorporada em máquinas e equipamentos. Quando este investimento exige esforços de adequação às novas tecnologias que surgem no mercado mundial, os efeitos sobre o aprendizado (*learning-by-doing*) são positivos estimulando a inovação (DOSI *et al.*, 1994; NELSON; WINTER, 2005).

Além disso, estes esforços de adaptação podem exigir e impulsionar o investimento em conhecimento tácito com efeitos ainda maiores sobre o aprendizado e o potencial inovativo das firmas. Portanto, ao estimular o investimento agregado, a desvalorização da taxa de câmbio real viabiliza o alcance de maiores taxas de inovação e progresso tecnológico.

⁸ Como consequência, para o conjunto economia (*tradables + non-tradables*) a depreciação do câmbio real estimula mais o investimento e a atividade econômica do que a apreciação cambial.

⁹ Para Rodrik (2007), a depreciação atua como uma “segunda melhor” alternativa de estímulo ao investimento privado e conseqüentemente ao investimento agregado e crescimento econômico – mas para o autor, a melhor política seria identificar e corrigir os problemas das fracas instituições e das falhas de mercado. Gala e Libânio (2008) destacam que a depreciação pode atuar como um “*start-up shock*” sobre as exportações iniciando um ciclo virtuoso de crescimento, em um contexto de retornos crescentes de escala.

Em relação à **capacidade de autofinanciamento**, sua relevância como fonte de estímulo inicial à busca de novas oportunidades de inovação pelas firmas está relacionada a duas características intrínsecas a todo processo inovativo: i) são atividades que envolvem elevada incerteza (expectativas não-ergódicas) quanto aos seus resultados finais que dificilmente podem ser perfeitamente previstos; e, ii) são atividades que demandam volumes significativos de recursos para sua realização.

A incerteza impede o “cálculo probabilístico” da taxa de retorno dos investimentos em inovação. Associada a isto, a dificuldade de usar o produto da atividade inovativa (ativos tácitos e intangíveis: a base de conhecimento da firma) como garantia de crédito junto aos emprestadores, aumenta a possibilidade de que estas atividades enfrentem algum tipo de restrição ao financiamento – os recursos financeiros para inovação podem ser mais difíceis e caros (ARROW, 1962; HALL, 2002; PAULA, 2011).

Para as firmas dos países em desenvolvimento estes problemas são maiores porque além da escassez de recursos para o financiamento do investimento, a infraestrutura financeira responsável por criar os mecanismos de financiamento das inovações é relativamente inadequada, ou mesmo insuficiente. Estes países sofrem com ausência de financiamento privado de longo prazo pelos bancos e com mercado de capitais deficientes, reduzindo a disponibilidade de recursos financeiros para a inovação (TORRES, 2009). Tudo isto torna esta atividade mais dependente do autofinanciamento.

A capacidade de autofinanciamento das firmas é ainda mais importante como fator de estímulo na fase inicial de busca por novas oportunidades e de desenvolvimento de novos projetos para a introdução de inovações na economia. Isto porque, no início do desenvolvimento de um projeto de inovação (radical ou incremental) a interação e os fluxos de informação ainda são baixos. Assim, o conhecimento sobre o projeto ainda é pequeno e a incerteza dos seus resultados é alta - mesmo que o projeto vise apenas o desenvolvimento de uma inovação incremental¹⁰. Isto pode intensificar as restrições ao financiamento.

À medida que o desenvolvimento do projeto de inovação avança dentro das “*firmas tradables*”, observa-se uma crescente interação e fluxo de informação neste setor dado que, como afirma

¹⁰ O desenvolvimento de uma inovação incremental está sujeito a um menor grau de incerteza do que as inovações radicais, mas todo processo de inovação tem elevado grau de incerteza em relação aos seus resultados.

Rodrik (2007), as firmas do setor de *tradables* possuem uma cadeia produtiva mais complexa e com maior circularidade (muitos elos e intensa divisão do trabalho entre as firmas). Este maior fluxo de informação aumenta o conhecimento e aprendizado reduzindo a incerteza dos resultados do projeto de inovação. Isto torna os investimentos em inovação mais seguros podendo atrair investidores externos à firma e aumentar, a longo prazo, o investimento em ativos inovativos, como será demonstrado na próxima subseção.

No entanto, segundo Freeman e Soete (2008), mesmo em níveis mais baixos de incertezas apenas uma proporção pequena de P&D é financiada diretamente por fontes externas, predominando recursos financeiros gerados internamente. Isto ocorre porque, como mencionado anteriormente, pode ser mais difícil e dispendioso obter capital externo à firma para financiar a P&D e outras atividades inovativas (HALL, 2002). Assim, a desvalorização cambial ao aumentar a rentabilidade e a capacidade de autofinanciamento e de investimento em P&D nas firmas do setor de *tradables*, como argumentado por Missio (2012), alivia os problemas da restrição ao financiamento de ativos inovativos e estimula à busca por inovação.

Além da capacidade de autofinanciamento e do investimento agregado como fatores que formam um “ambiente favorável” à inovação para as firmas do setor de *tradables*, pode-se destacar ainda o papel das exportações. O estímulo às exportações pode afetar as expectativas das firmas quanto a formação de um mercado potencialmente maior para as inovações desenvolvidas.

Segundo Nelson e Winter (2005, p. 363), o tamanho do mercado - especialmente quando se trata de inovação de produto - parece influenciar positivamente o montante de pesquisa e desenvolvimento (P&D) que as firmas estão dispostas e “que vale a pena” realizar. “Numerosos estudos documentaram (...) o grau em que o montante do esforço inventivo é sensível ao nível da demanda ou das vendas do produto em questão”. Por maiores que sejam os esforços em P&D e o fluxo de invenções, na ausência de uma demanda adequada elas dificilmente poderão ser convertidas em inovações (FREEMAN; SOETE, 2008). Além disso, com base em um estudo comparativo dos sistemas de inovação de 15 países, Nelson (2006) afirma que:

Nos casos em que as exportações se tornaram atraentes para as empresas, estas foram induzidas a inovar e competir. [Mas] (...) não se trata simplesmente de um argumento em favor do ‘livre comércio’ (...) os incentivos à exportação são importantes porque para a maioria dos países [em especial os países em desenvolvimento], se as empresas não competem no mercado mundial, elas nunca chegam a competir fortemente [e esta

competição é um fator que estimula a busca por inovação] ¹¹ (*ibid.*, p.446, grifo nosso).

A competição é uma forma de interação (rival) que leva ao aumento do fluxo de informação, do conhecimento e do aprendizado. Neste processo interativo o conhecimento e o aprendizado são incentivados pela competitividade dos agentes (firmas do setor de *tradables* dos diferentes países). Esta rivalidade cria ou afeta os incentivos para inovação porque é praticamente impossível uma firma de um determinado país se manter competitiva (ou à frente de suas “rivais”) sem fazer uso constante de novas tecnologias e conhecimento para desenvolver seus próprios produtos e processos futuros (EDQUIST, 2005; PAVITT, 2005).

Assim, a desvalorização da taxa de câmbio real ao favorecer a lucratividade e estimular a produção, as exportações e o investimento nas firmas do setor de *tradables* com implicações positivas sobre sua capacidade de autofinanciamento, sobre o grau de rivalidade em seus mercados, sobre o investimento agregado e o *learning-by-doing*, proporciona um efeito de “*push for innovation*” sobre as firmas. Em outras palavras, todos estes fatores podem levar as firmas do setor de *tradables* à busca de novas oportunidades e ao desenvolvimento de novos projetos de inovação. No entanto, este efeito “*push for innovation*” da desvalorização não será igual para todas as firmas que compõem o setor de *tradables*, nem para todos os países.

Ao nível da firma individual, o efeito “*push for innovation*” será tanto maior e mais rápido quanto maior for a habilidade ou capacitação interna¹² das firmas para transformar as vantagens obtidas com a desvalorização (lucros, autofinanciamento, rivalidade e *learning-by-doing*) em novas oportunidades. Ou seja, quanto maior for a capacidade da firma de visualizar novas

¹¹ Ainda segundo Nelson (1993, p. 512; 2006, p.446), até os anos de 1990, “(...) os EUA eram possivelmente uma exceção a essa regra”. Seu mercado interno era “suficientemente amplo para sustentar uma considerável concorrência entre as firmas locais, um fato que sempre as mantinha em dia com a inovação. Nenhum outro país poderia dar-se ao luxo de não forçar suas empresas a competirem no mercado mundial: algo que os próprios EUA deixaram de ter”.

¹² A capacitação interna resulta do aprendizado e compreende um conjunto de habilidades individuais (técnicas e gerenciais) e rotinas organizacionais ambas determinadas por elementos endógenos e exógenos à firma. Esta capacitação está diretamente relacionada à capacidade de absorção da firma, no sentido exposto por Cohen e Levinthal (1990), ou seja, a capacidade da firma reconhecer o valor de um novo conhecimento (informação externa), assimilá-lo e aplicá-lo a fins comerciais. Assim, a capacitação está em constante transformação, ou seja, tem um caráter dinâmico – deve mudar com o ambiente. Além disso, é geralmente tácita e não pode ser transferida entre as firmas, o que lhes confere um caráter único e diferenciado (CAMPOS; PAULA, 2006).

possibilidades de inovação (incrementais, de produtos, de processos, etc.) nas oportunidades tecnológicas existentes dentro de seu ramo de produção específico¹³.

A capacitação interna é um fator-chave para o desenvolvimento de inovação ao nível da firma. Segundo Albuquerque (1998, p. 69) a capacitação “é um pressuposto básico para que as oportunidades tecnológicas possam ser aproveitadas” e - devido à imperfeição dos mecanismos de apropriação dos investimentos em ativos inovativos¹⁴ - é uma condição necessária para que as firmas sustentem seus lucros com inovação.

Esta capacitação é desenvolvida e mantida por meio do processo de aprendizado e, conseqüentemente, pela utilização do estoque de conhecimento existente na firma. Assim a capacitação para inovar aumenta à medida que crescem o conhecimento acumulado e o aprendizado das firmas (TEECE; PISANO, 1994; LUNDVALL, 2001).

Quanto mais intensiva em tecnologia é a firma, maior o potencial de estoque de conhecimento e de aprendizado e, portanto, maior será sua capacitação para aproveitar as oportunidades. Assim, o efeito “*push for innovation*” da desvalorização será maior nas “*firmas tradables*” pertencentes ao segmento dinâmico (mais intensivas em conhecimento) *vis-à-vis* ao tradicional.

Do mesmo modo que o conhecimento e o aprendizado são cumulativos, dinâmicos e têm um caráter social e coletivo dependendo da interação e do fluxo de informação entre os agentes, a capacitação é dinâmica, segue uma trajetória cumulativa e seu desenvolvimento não se restringe às fronteiras das firmas, sendo determinada pelo ambiente econômico e social no qual elas atuam (CAMPOS; PAULA, 2006; FIGUEIREDO; CARIO, 2013). Portanto, pode-se afirmar que a capacitação das “*firmas tradables*” será maior em países onde o contexto econômico e social possibilite maiores fluxos de informação, ou seja, onde os *feedbacks* e interações sejam

¹³ As oportunidades tecnológicas podem ser criadas (por avanços científicos, por avanços tecnológicos realizados em outras indústrias e por *feedbacks* com tecnologia) e refletem a probabilidade da firma inovar para uma dada quantidade de capital investido em P&D. Estas oportunidades serão aproveitadas pelas firmas se as condições de apropriação dos lucros das inovações forem garantidas (ALBUQUERQUE, 1998, p. 69; BRESCHI; MALERBA; ORSENIGO, 2000, p. 391).

¹⁴ Os mecanismos de apropriação referem-se aos meios possíveis de proteger as inovações da imitação e de garantir a obtenção de lucros temporários aos inovadores. São exemplos de mecanismos de apropriação as patentes, o segredo industrial, os esforços de vendas e serviços, o *first mover* etc. Como estes mecanismos são imperfeitos, o que implica em ameaças permanentes à vantagem alcançada pela firma com a inovação, o processo de inovação é mais dependente de capacitação das firmas, ou seja, as firmas são pressionadas a investir constantemente em capacitação tecnológica e organizacional para sustentar os lucros alcançados com inovação (ALBUQUERQUE, 1998, p. 69; BRESCHI; MALERBA; ORSENIGO, 2000, p. 391).

maiores, de modo a proporcionar maiores níveis de conhecimento e aprendizado cumulativos. Este ambiente se caracteriza pela presença de SI's bem desenvolvidos (ou maduros).

Assim, o efeito “*push for innovation*” da desvalorização do câmbio real é proporcional a composição do setor de *tradables* e ao grau de desenvolvimento do SI do país: quanto maior a proporção de firmas do segmento dinâmico (mais intensivas em conhecimento) em relação ao tradicional e quanto mais maduro for o SI do país, maior tende a ser a “capacitação social” para aproveitar as oportunidades existentes¹⁵. Neste contexto, argumenta-se que o efeito da desvalorização cambial como estímulo inicial à busca e introdução de inovação no setor de *tradables* será maior e mais rápido nos países com SI mais desenvolvido e cujo setor *tradables* apresente maior proporção de firmas do segmento dinâmico.

Dada a intensa divisão do trabalho, a elevada circularidade e a interdependência no sistema de produção das “*firmas tradables*”, este impulso inicial à introdução de inovação - resultante da desvalorização cambial e, conseqüentemente, do aumento da produção, das exportações (competitividade), da lucratividade, (capacidade de autofinanciamento) e do investimento em FBKF (*learning-by-doing*) - coloca a economia em um processo de “*developing innovation*”. Este processo se caracteriza pelo aumento do fluxo de informação e estímulo ao investimento em inovação: o fluxo de informação se eleva e induz o aumento do conhecimento e do aprendizado nas *firmas tradables*. Isto altera as condições de incerteza (reduz) relacionadas aos resultados da inovação e estimula o investimento em ativos inovativos nestas firmas.

Dada a crescente interdependência entes os setores *tradables* e *non-tradables*, resultante do processo de terceirização em que muitas atividades das *firmas tradables* estão sendo realizadas pelas *firmas non-tradables*, o efeito do câmbio se propaga para toda a economia com impactos positivos sobre o progresso tecnológico e a renda agregada. Isto será discutido a seguir.

¹⁵ Assim como o conceito de capacitação interna das firmas, a “capacitação social” (ou aptidão social) envolve a utilização do estoque de conhecimento e o processo de aprendizado necessário para a ocorrência de inovações. Segundo Freeman e Soete (2008, p. 545), este conceito foi introduzido por Abramovitz e refere-se ao conjunto de instituições capazes de promover o aumento do conhecimento e aprendizado ou “a combinação necessária de mudanças institucionais e técnicas” que levam à inovação. As capacitações são pré-requisitos, são uma condição necessária mas não suficiente para a inovação e o progresso tecnológico - é requerido, ainda, o *fortalecimento* da interação e interdependência das instituições ou dos diversos atores que compõem o sistema nacional de inovações (ABRAMOWITZ, 1986). Este *fortalecimento* se observa no contexto de SI's maduros ou desenvolvidos. Assim, entende-se aqui que a capacitação social, enquanto fator determinante da inovação cresce com o conhecimento, o aprendizado e com o grau de desenvolvimento do SI.

4.2.2 O Processo “*Developing Innovation*”

A análise do processo que leva à inovação, segundo Asheim e Gertler (2005) e Pavitt (2005), tem tornado cada vez mais evidente que o conhecimento (determinante chave deste processo) e a inovação ficaram mais complexos ao longo dos últimos anos de modo que a divisão social do trabalho - que leva a produção de conhecimento especializado - tem aumentado a eficiência no desenvolvimento da inovação (descoberta, invenção e inovação) e se tornou um aspecto relevante para o sucesso deste processo. Como consequência da divisão do trabalho, cresce a interdependência e a importância da interação e dos fluxos de informação entre os agentes, como determinantes fundamentais da inovação¹⁶.

È neste contexto que uma desvalorização da taxa de câmbio real figura como um mecanismo de estímulo potencial à inovação e ao progresso tecnológico. Ao estimular a produção, as exportações (rivalidade), a lucratividade, (capacidade de autofinanciamento) e o investimento (*learning-by-doing*), criando um ambiente que favorece à introdução de inovação nas firmas do setor de *tradables* - que possuem cadeias produtivas maiores e mais complexas, com maior divisão do trabalho e, conseqüentemente, maior interdependência entre as firmas¹⁷ - a desvalorização cambial leva a um *aumento no fluxo de informação* (transbordamento tecnológico) neste setor. Como, segundo Albuquerque (2000), toda informação é conhecimento codificado, o aumento do fluxo de informação (aquisição de conhecimento) eleva também o conhecimento acumulado¹⁸. Para os Evolucionários, o acúmulo de conhecimento é uma condição essencial para o desenvolvimento das inovações.

¹⁶ Segundo Pavitt (2005) pode se tornar muito difícil mover-se em direção a inovação sem promover mudanças apropriadas em termos de divisão do trabalho, habilidades e inter-relações entre as partes.

¹⁷ É o que se observa por exemplo, na cadeia produtiva de automóveis, onde cada firma se especializa em uma única “atividade” que compõe apenas uma etapa de todo o processo de produção. Assim, dada a interdependência entre as firmas, qualquer estímulo à produção leva a uma maior circularidade e a um aumento no fluxo de informação dentro desta cadeia de produção.

¹⁸ Conforme Lazonick (2005), com a divisão do trabalho, se a firma A é boa em produzir um componente específico que pode ser usado por uma firma B para produzir seu produto final de uma forma nova ou melhorada, o fluxo de informação e a colaboração de ambas na produção conjunta em que as capacidades reforçam uma a outra, pode resultar em acúmulo de conhecimento e aprendizado das firmas e permitir um melhor desenvolvimento deste novo produto que talvez, individualmente, as firmas não tivessem capacidade (ou fossem ineficientes) para produzir. Para Pavitt (2005), as grandes firmas manufatureiras e sua a divisão do trabalho, permitindo-lhes explorar diferentes áreas de conhecimento especializado em seus laboratórios internos de P&D, juntamente com uma miríade de pequenas firmas fornecendo-lhes bens especializados, foram as fontes dominantes de mudança técnica no século XX e ainda são neste século.

Assim, dado o estímulo à introdução de inovações no setor de *tradables* como resultado da desvalorização do câmbio real, a divisão do trabalho nas cadeias produtivas deste setor despontará como uma “*divisão do trabalho inovativo*” que, na presença de um Sistema Nacional de Inovação (SI), se expande para além destas cadeias envolvendo diversos agentes do ambiente econômico ou atores do SI (universidades, institutos de pesquisa, laboratórios de P&D, etc.). Isto estimula ainda mais a divisão do trabalho, a interação, o fluxo de informação e o acúmulo de conhecimento.

Este aumento do conhecimento assume duas dimensões que se reforçam no estímulo a inovação: o aumento do conhecimento especializado e do conhecimento diversificado. No primeiro caso, quanto maiores forem as cadeias produtivas do setor de *tradables* (no sentido da intensidade ou complexidade tecnológica que envolve seus processos produtivos) e quanto mais maduro for o SI, maior tende a ser a “*divisão social do trabalho inovativo*” e a quantidade de conhecimento especializado produzido. Consequentemente, maior será a diversidade de conhecimento que estará disponível para as firmas.

Segundo Nelson (2006, p. 244), a maior diversidade de conhecimento implica em “um custo esperado menor” na realização de um projeto de inovação ou “um maior avanço esperado de um dado gasto em P&D”. Isto incentiva as firmas a iniciar novos projetos inovativos. Além disso, a diversidade de conhecimento acumulado implica também em “um melhor conjunto de escolhas (em termos de dominância estocástica¹⁹)” dado o conjunto de conhecimento disponível e proporciona um aumento do aprendizado das firmas. Estes fatores aumentam a capacidade ou a habilidade das firmas para o desenvolvimento da inovação (DOSI, 1995; LUDVALL, 1988; NELSON, 2006).

Os benefícios da divisão do trabalho para a produção do conhecimento especializado e seus efeitos sobre a habilidade dos agentes, aumentando a eficiência na execução das “tarefas”, já haviam sido destacados por Adam Smith em seu livro “A Riqueza das Nações”. Segundo Smith (1985²⁰, p. 45), “(..) em consequência da divisão do trabalho, toda a atenção de uma pessoa”

¹⁹ A escolha de alternativas por dominância estocástica permite selecionar, entre as opções disponíveis, aquelas que são mais eficientes com relação a algum critério previamente estabelecido. Por exemplo, nas decisões de investimento pode-se estabelecer o critério de menor risco, maior retorno ou uma combinação de ambos. Para uma análise detalhada sobre escolhas por dominância estocástica, ver Levy (2012).

²⁰ Original de 1776.

(firma) volta-se, naturalmente, para a produção de um único objeto, para uma atividade simples. Nas palavras do autor:

(...) a divisão do trabalho, reduzindo a atividade de cada pessoa [firma] a alguma operação simples [único produto] e fazendo dela o único emprego de sua vida, necessariamente aumenta muito a destreza [habilidade] do operário [da firma]. [Com maior habilidade, as firmas] (...) têm muito maior probabilidade de descobrir com maior facilidade e rapidez métodos para atingir um objetivo [visto que] (...) toda a sua atenção está dirigida para esse objeto único (...). Eis porque é natural podermos esperar que uma ou outra das pessoas [firmas] ocupadas em cada setor de trabalho específico logo acabe descobrindo métodos mais fáceis e mais rápidos de executar seu trabalho específico, *sempre que a natureza do trabalho comporte tal melhoria*. Esta divisão do trabalho (...) melhora e aperfeiçoa a destreza e proporciona economia de tempo. Cada indivíduo torna-se mais hábil em seu setor específico (...) (SMITH, 1985, *passim*, grifo nosso).

Assim, uma desvalorização da taxa de câmbio real ao estimular a “*divisão do trabalho inovativo*” e o fluxo de informação (aquisição do conhecimento) nas cadeias produtivas das “*firmas tradables*”, levando ao aumento do conhecimento (especializado e diversificado) e do aprendizado nestas cadeias, tem dois importantes efeitos sobre a inovação:

i) Proporciona uma maior habilidade às firmas para visualizar novas possibilidades de inovação nas oportunidades tecnológicas existentes - como destacado na seção anterior esta capacitação cresce com o conhecimento e o aprendizado (TEECE; PISANO, 1994; LUNDVALL, 2001). Isto pode levar a um aumento de novos projetos de inovação no setor de *tradables*; e,

ii) Eleva a capacidade ou a habilidade das “*firmas tradables*” para direcionar melhor sua busca, para orientar a pesquisa e o desenvolvimento destes projetos, aumentando as chances de inovações bem sucedidas (NELSON, 2006). Isto ocorre porque o aumento do conhecimento e do aprendizado enfraquece a influência de algumas fontes de incerteza tornando os resultados da inovação mais previsíveis ou menos incertos (CROCCO, 1999; NELSON; WINTER, 2005).

Em uma economia monetária de produção, esta redução da incerteza em torno dos resultados da inovação - em conjunto com o aumento do fluxo de informação, do conhecimento e do aprendizado - têm um impacto positivo sobre a *decisão de investimento* do empresário inovador porque afeta seu *estado de expectativa* em relação ao rendimento futuro dos ativos inovativos.

Na economia monetária a decisão de investir é uma decisão de acumulação de riqueza, que envolve uma “*escolha de ativos*”. Nesse trabalho supõe-se que existem apenas duas opções para

investimento: os *ativos inovativos* (ilíquidos) e os *ativos monetários* (um agregado de ativos financeiros com elevado grau de liquidez). A escolha entre moeda e inovação depende da *taxa própria de juros* destes ativos - uma medida do *rendimento total* oferecido por cada ativo. Esta medida é dada por:

$$\dot{i}_i = (a_i + q_i - c_i) + l_i = (a_i + q_i - c_i) - r_i \text{ (ativos inovativos)} \quad (4.1)$$

$$\dot{i}_m = (a_m + q_m - c_m) + l_m = (a_m + q_m - c_m) - r_m \text{ (ativos monetários)} \quad (4.2)$$

O *prêmio de liquidez* (l) é um retorno implícito que os investidores atribuem à posse dos ativos líquidos como os *ativos monetários*. Assim, para os *ativos inovativos* (ilíquidos): $l_i \cong 0$ e $l_i < l_m$.

Todos estes atributos (a , q , c e l) são alterados pelo “*estado de expectativa*” do empresário inovador. Se o “*estado de expectativa*” é otimista ou favorável à tomada de risco, o peso que os empresários dão para o prêmio de liquidez (l_m) é reduzido, o que significa dizer que, ao decidirem investir, eles são estimulados a alocar sua riqueza em ativos mais arriscados e de menor liquidez como os ativos inovativos, pois enxergam que sua taxa própria de juros é maior do que a dos ativos monetários: $(a_i + q_i - c_i) + l_i > (a_m + q_m - c_m) + l_m$. A preferência pela liquidez dos agentes, neste caso, será baixa. Este “*estado de expectativa*”, conforme Keynes (1982), é determinado pelas “*expectativas*” ou “*previsão mais provável*” que o investidor possa fazer sobre os eventos futuros e pelo “*grau de confiança*” que deposita nestas expectativas.

A *expectativa* do empresário inovador em relação ao retorno futuro dos investimentos nos *ativos inovativos* melhora a medida que aumentam o fluxo de informação, o conhecimento e o aprendizado, e que diminui a incerteza em relação aos resultados da inovação. No entanto, dado o ambiente de incerteza fundamental em que ocorrem a produção de inovação e as decisões de investimento, o empresário sabe que suas *expectativas* são imperfeitas porque são formadas em bases fracas - as informações e o conhecimento usados para formar estas *expectativas* são incompletas.

Esta *incompletude do conjunto de informação e do conhecimento* são as fontes básicas de incerteza de qualquer investimento, inclusive do investimento em inovação. A primeira,

incompletude da informação, significa que não é possível obter ‘todas as informações necessárias para a tomada de decisões com plena certeza dos resultados’ mesmo com a redução da incerteza. A segunda, incompletude do conhecimento, significa que os agentes são incapazes de reconhecer e interpretar algumas informações relevantes (DOSI; EGIDI, 1991, p.145 *apud* CROCCO, 2003, p.504). É neste contexto que a decisão de investir em inovação passa a depender do “*estado de confiança*” dos investidores em relação às *expectativas* de retorno futuro destes ativos.

O *estado de confiança* tem um caráter subjetivo. A confiança depende da avaliação do investidor de quão significativa é o *peso do argumento*²¹ ou de quão significativa é o conjunto de informações e conhecimentos a partir do qual as *expectativas* foram formadas. Quanto maior for o número de informações e conhecimento relevantes usados na formação da *expectativa*, maior será o *peso do argumento*. Quanto maior o *peso do argumento*, maior é a confiança na *expectativa* (CARVALHO, 1994; CROCCO, 2003).

Dada a característica de *path dependence* da produção de tecnologia, o empresário inovador tem consciência que o aumento do conhecimento e do aprendizado são evidências suficientemente relevantes para a ocorrência de inovações bem sucedidas e avalia que o *peso do argumento* que deu origem às *expectativas* de sucesso da inovação - ou igualmente falando, às *expectativas* de maior retorno do investimento em ativos inovativos - é significativa.

Assim, o aumento do fluxo de informação e conhecimento (resultante da desvalorização da taxa de câmbio real e do estímulo à inovação no setor de *tradables*) aumenta o *peso do argumento* em favor da *expectativa* de maior sucesso do investimento em ativos inovativos, aumentando o *estado de confiança* dos investidores para investir nestes ativos em detrimento dos ativos de maior liquidez, como os ativos monetários.

No âmbito do modelo de escolha de ativos de Keynes (1982), a redução da incerteza e o aumento da confiança do empresário inovador em relação às *expectativas* de maior retorno futuro dos *ativos inovativos* inibe a preferência pela liquidez destes agentes e abre espaço para o aumento relativo da taxa própria de juros destes ativos. Quanto menor a preferência pela

²¹ O peso do argumento “é a relação entre o conhecimento relevante e o total de relevância (conhecimento mais ignorância)” (CROCCO, 2003, p. 508).

liquidez, menor o retorno implícito que os investidores atribuem à posse dos *ativos monetários* ou seja, menor o prêmio de liquidez (l_m) e maior o investimento em inovação.

Suponha inicialmente que a economia apresenta uma situação em que a preferência pela liquidez dos agentes é alta o suficiente para que a taxa própria de juros dos *ativos inovativos* seja menor do que a observada para os *ativos monetários*, ou seja,

$$a_i + q_i - c_i + l_i < a_m + q_m - c_m + l_m.$$

Nesta economia os agentes concentrarão sua alocação de riqueza nos *ativos monetários* em detrimento dos *ativos inovativos*. Após a desvalorização da taxa de câmbio real - e seu efeito “*push for innovation*” sobre as *firmas tradables* (*learning-by-doing*, rivalidade e capacidade de autofinanciamento) estimulando o fluxo de informação, o conhecimento e o aprendizado nestas firmas - a redução da incerteza em torno dos resultados da inovação e o aumento do grau de confiança do empresário quanto ao retorno do investimento em *ativos inovativos*, leva a uma redução na preferência pela liquidez destes agentes. Consequentemente, aumenta a taxa própria de juros dos *ativos inovativos vis-à-vis* à taxa dos *ativos monetários*,

$$a_i + q_i - c_i + l_i > a_m + q_m - c_m + l_m.$$

Isto estimula uma recomposição no *portfólio* dos empresários do setor de *tradables*, com elevação do investimento em *ativos inovativos*. Este maior investimento em inovação desencadeia um processo de “*developing innovation*” e de causação circular cumulativa no setor de *tradables* em que se verifica:

aumento do fluxo de informação → aumento do conhecimento especializado e diversificado → elevação do aprendizado e da habilidade das firmas para inovar → redução da incerteza quanto ao êxito e ao retorno do investimento em inovação → elevação da taxa própria de juros dos ativos inovativos → aumento do investimento em inovação no setor de *tradables* → aumento do fluxo de informação, e assim sucessivamente.

Como as firmas do setor de *tradables* têm relação com o setor *non-tradables*, este efeito pode se propagar para toda a economia. Esta propagação ocorre porque “embora estejam isolados entre si pela divisão social do trabalho” de forma que cada setor pode produzir um produto relativamente independente, os setores *tradables* e *non-tradables* constituem “fases de um

processo global” e assim, qualquer “revolução” em um setor “acaba se propagando a outros” (MARX, 2011²², p.440).

Estes *spillovers*, segundo Castellacci (2008, p. 981), têm se tornado mais proeminentes à medida que se verifica um intenso processo de terceirização (aumento da divisão do trabalho) em que muitas atividades das *firmas tradables* estão sendo realizadas pelas *firmas non-tradables*. “*This process is leading to an increasing interdependence and a more intense knowledge exchange between manufacturing and service activities*”. Neste processo, as *firmas tradables* terceirizam parte de suas atividades produtivas e tecnológicas ao setor *non-tradables*, ou setor de serviços especializados, sustentando assim a demanda e o crescimento deste setor. Em contrapartida, avanços tecnológicos no setor *non-tradables* sustentam a dinâmica de todo o setor *tradables*. Para o autor,

“Two examples can illustrate the relevance of this argument. The first concerns infrastructural and distributive services, such as transport, financial and telecommunication services. Innovative activities for service providers of this type are heavily dependent on the acquisition of advanced capital equipment (...) from manufacturing industries. (...) The second example refers to knowledge-intensive business services, such as software, R&D, engineering and consultancy firms. These produce specialized knowledge and act as problem-solvers for advanced manufacturing firms (...)” (ibid., p. 981).

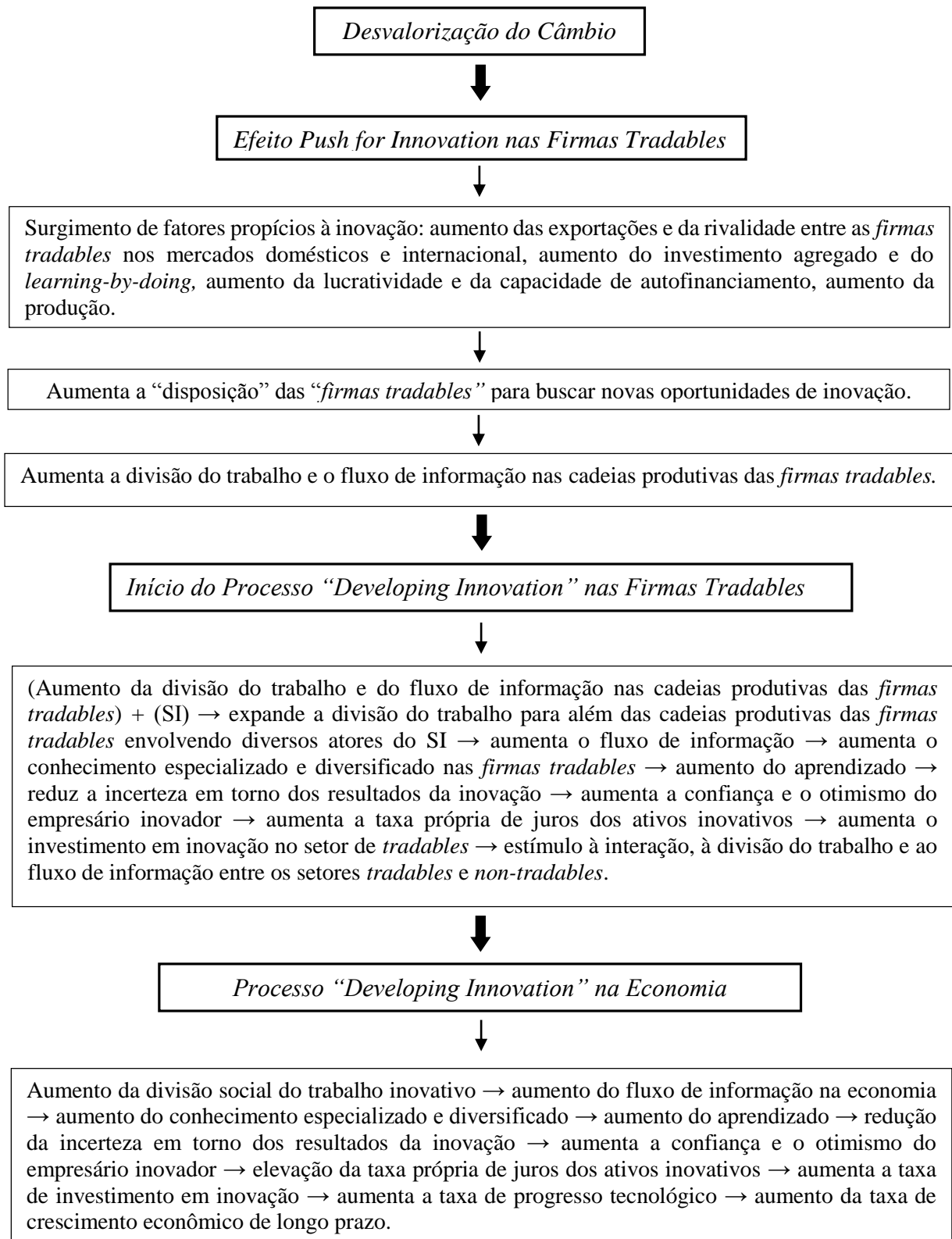
Portanto, a desvalorização da taxa de câmbio real e seus estímulos sobre à busca por inovação (efeito *push for innovation*) no setor de *tradables* “abre caminho” para um processo dinâmico de inovação ou para um “processo agregado de *developing innovation*” que se caracteriza pelo aumento da divisão social do trabalho inovativo, do conhecimento e do aprendizado em toda a economia. No longo prazo, este processo resulta em um aumento do investimento em inovação e do investimento agregado que leva a uma maior taxa de progresso tecnológico e ao crescimento econômico.

Assim, se a taxa de câmbio real permanecer desvalorizada por um prazo suficiente para estimular a lucratividade e as exportações nas *firmas tradables*²³, as inovações, o progresso

²² Original de 1867.

²³ O tamanho deste prazo é uma questão empírica. Para Missio (2012), o importante é que a desvalorização da taxa de câmbio real se mantenha por um intervalo de tempo capaz de aumentar os lucros das firmas e estimular os investimentos em ativos inovativos alterando o padrão tecnológico vigente na economia.

tecnológico e o crescimento econômico de longo prazo são detonados a partir do seguinte processo esquemático:



No entanto, a detonação deste processo de “*developing innovation*” e do ciclo virtuoso de investimento e crescimento que ele gera na economia está sujeito a algumas condições como a presença de um Sistema Nacional de Inovação (SI) bem desenvolvido (isto será discutido na seção 4.4) e de um ambiente de crescimento econômico e equilíbrio interno e externo da economia que alimente o otimismo e iniba a preferência pela liquidez dos agentes. Além disso, a sustentação (para além do curto prazo) de uma taxa de câmbio estável - dado seus efeitos sobre o fluxo de informação e a decisão de investimento dos agentes - é fundamental para manter as condições propícias à continuidade do processo de inovação. Os efeitos da volatilidade da taxa de câmbio real sobre a inovação serão demonstrados na próxima seção.

4.3 Efeitos da Volatilidade da Taxa de Câmbio Real sobre a Inovação Tecnológica

A discussão precedente destacou a importância do aumento do fluxo de informação, do conhecimento e do aprendizado para uma inovação bem sucedida. Estes fatores definem a capacidade das firmas para inovar, reduzindo a incerteza em torno dos resultados da inovação e estimulando o investimento nos ativos inovativos. Concomitantemente, investir em inovação é investir no aumento do conhecimento e do aprendizado, o que ocorre, por exemplo, via gastos com P&D interna ou externa, com treinamento de pessoal, com investimento em capital fixo (FBKF), etc. Isto reflete a dinâmica por trás do processo de inovação e evidencia que os fatores determinantes deste processo e, conseqüentemente, do progresso tecnológico, são “criados” pelos agentes econômicos. Ou seja, o processo de inovação ou a produção de tecnologia se dá essencialmente a partir de “*capacidades inovativas construídas*” que, por sua vez, dependem dos fluxos de informação e envolvem uma decisão de investimento de longo prazo.

Foi discutido também que estes fluxos de informação são maiores nas cadeias produtivas das *firmas tradables* dado que estas cadeias apresentam grande circularidade e interdependência no processo de produção (RODRIK, 2007). Isto faz com que um estímulo à produção e à lucratividade nestas firmas - como se verifica quando ocorre uma desvalorização da taxa de câmbio real - se manifeste em estímulos à inovação porque aumenta as *capacidades inovativas*: aumenta o fluxo de informação, o conhecimento e o aprendizado que, por sua vez, melhoram o estado de confiança empresarial impactando positivamente na decisão de investir dos agentes,

aumentando o investimento em inovação, o conhecimento, o aprendizado, e assim sucessivamente.

Argumenta-se aqui, como mais uma contribuição à literatura, que a volatilidade da taxa de câmbio real tem implicações negativas sobre este processo porque, simultaneamente, leva ao rompimento do fluxo de informação entre os vários elos das cadeias produtiva dos *tradables* e aumenta a incerteza empresarial, afetando negativamente a decisão de investir do empresário inovador.

A volatilidade da taxa de câmbio reduz a lucratividade dos *tradables*, seja das firmas exportadoras, seja das firmas cuja produção é voltada para o mercado interno em um contexto de nulas ou baixas barreiras tarifárias às importações. Esta redução na lucratividade pode levar à substituição de produção doméstica por importações, resultando na desarticulação de vários elos das cadeias produtivas dos *tradables*, além de aumentar a incerteza quanto ao retorno dos investimentos neste setor.

Estes fatores atrapalham a dinâmica do processo de inovação porque desestruturam as “*capacidades inovativas construídas*” nas *firmas tradables*, com impacto maior nas firmas tecnologicamente mais dinâmicas deste setor, resultando em efeitos deletérios sobre o investimento em inovação, o progresso tecnológico e o crescimento econômico de longo prazo.

Foi destacado na introdução desse capítulo que as *firmas tradables* estão divididas em dois segmentos. Um segmento tradicional cuja produção depende de vantagens comparativas “herdadas” (produtos intensivos em recursos naturais e mão-de-obra não qualificada) e um segmento dinâmico cuja produção depende de vantagens comparativas construídas (produtos intensivos em tecnologia e mão-de-obra qualificada) (CAMPOS; RESENDE 2009).

Assim, uma apreciação da taxa de câmbio real ($\Delta e_r < 0$) inibe a rentabilidade e, portanto, a produção tanto no segmento tradicional quanto no dinâmico. A queda na produção reduz a intensidade das interações e das trocas de informações nas cadeias produtivas do setor de bens *tradables*. Por outro lado, a queda na rentabilidade inibe os estímulos à busca por novos projetos e as atividades voltadas para introdução da inovação. Como consequência destes fatores, queda da produção e da rentabilidade, ocorre o rompimento dos fluxos de informação que geram conhecimento e aprendizado nos dois segmentos do setor. Porém, os efeitos deletérios deste

processo serão maiores nas firmas do segmento dinâmico, visto que sua produção é intensiva em tecnologia.

Quando o câmbio real volta a depreciar ($\Delta e_r > 0$), o segmento “tradicional” cuja produção é intensiva em recursos naturais e mão-de-obra não qualificada pode prontamente aumentar sua produção, porque suas vantagens comparativas não foram “destruídas” - a queda na produção se deu apenas devido à queda na lucratividade resultante da valorização do câmbio real. Como este segmento não é intensivo em tecnologia, quando o câmbio volta a se depreciar, a rentabilidade e a produção são facilmente reestabelecidos neste segmento.

No entanto, no segmento dinâmico onde a produção é intensiva em conhecimento (depende de tecnologia e mão-de-obra qualificada), a queda na rentabilidade - devido à apreciação anterior da taxa de câmbio real - ao desestimular a produção e romper com o fluxo de informação nas cadeias produtivas, inibe a produção de conhecimento. Assim, quando o câmbio volta a depreciar, as firmas deste segmento não conseguem recuperar prontamente a produção, a exportação²⁴ e a rentabilidade porque suas vantagens comparativas (*capacidades inovativas*) foram desestruturadas. Consequentemente, os estímulos à inovação e as atividades inovativas não são prontamente reestabelecidas porque os canais de fluxos de informação foram desfeitos.

Portanto, se após um período de alta volatilidade acontecer do nível da taxa de câmbio real desvalorizar e permanecer estável, as atividades relacionadas ao desenvolvimento e introdução de inovações nas firmas do segmento dinâmico não serão automaticamente retomadas. Isto leva a uma redução na introdução de inovação naquelas firmas e esta redução é potencializada pela presença dos retornos crescentes de escala e pelo caráter *path dependence* na produção de tecnologia.

Além disso, conforme Lall (2000) e Zagottis (2008), as firmas do segmento dinâmico têm um maior potencial de produção de conhecimento e aprendizado (porque têm mais espaço para a aplicação de novos conhecimentos) e produzem maiores *spillovers* (porque são capazes de criar novas habilidades e conhecimentos genéricos, que podem ser utilizados em diversas atividades)

²⁴ Como destacado no primeiro capítulo, estudos empíricos para testar a relação entre volatilidade da taxa de câmbio e comércio internacional mostram que a volatilidade cambial afeta negativamente as exportações e este efeito é muito pequeno para produtos agrícolas e é razoavelmente grande para os produtos industrializados (BRODA; ROMALIS, 2003).

vis-à-vis às do segmento tradicional²⁵. Logo a volatilidade da taxa de câmbio real, ao desestruturar as *capacidades inovativas construídas* das firmas do segmento dinâmico, pode levar a um menor nível de conhecimento e aprendizado acumulados e a uma menor taxa de progresso tecnológico em toda a economia, afetando negativamente o seu crescimento de longo prazo.

Como destacado por Nelson (2006), quanto maior o conhecimento e o aprendizado, maior a habilidade das firmas para direcionar a pesquisa e o desenvolvimento da inovação, maiores as chances de inovações bem sucedidas e menor a incerteza em torno dos seus resultados. Assim, a volatilidade cambial - ao reduzir o nível do conhecimento e do aprendizado acumulados - enfraquece a capacidade inovativa das firmas o que, por sua vez, aumenta a incerteza em torno dos resultados da inovação impactando negativamente a decisão de investimento do empresário inovador. Este processo é ainda reforçado pelo efeito da volatilidade da taxa de câmbio real sobre a incerteza no ambiente econômico.

Como destacam Curado, Rocha e Damiani (2011), uma taxa de câmbio volátil aumenta a incerteza em relação ao comportamento futuro da economia. Quanto maior for esta volatilidade, maior será a incerteza dos agentes quanto aos rendimentos futuros dos seus investimentos em ativos ilíquidos como a inovação tecnológica. Neste contexto, o *estado de expectativa* (*expectativas e grau de confiança*) do empresário inovador será pessimista.

Este *estado de expectativa pessimista* se verifica por dois fatores: i) como a volatilidade inibe a capacidade inovativa das firmas e aumenta a incerteza em relação ao êxito dos projetos de inovação, as *expectativas* do empresário inovador são pessimistas em relação aos resultados bem sucedidos da inovação e ao rendimento futuro do investimento nos *ativos inovativos*; e, ii) com incerteza elevada, o *estado de confiança* do investidor é baixo porque o *peso do argumento* é baixo: a volatilidade da taxa de câmbio real, ao aumentar a incerteza, aumenta a “ignorância” sobre os acontecimentos em torno do investimento em inovação. Assim, para o empresário não

²⁵ Conforme Lall (2000) e Zagottis (2008), as firmas do segmento tradicional têm um menor potencial de produção de conhecimento e aprendizado, estando mais sujeitas a rendimentos constantes ou decrescentes de escala na produção de tecnologia. Assim, o efeito da volatilidade do câmbio neste segmento, em termos de redução na produção do conhecimento, nas capacidades inovativas e na introdução de inovação, será relativamente menor *vis-à-vis* ao segmento dinâmico. Ademais como as firmas deste segmento geram menos *spillovers* para outras atividades, o efeito total na economia também será menor.

existe conhecimento relevante em favor de nenhuma expectativa (favorável ou desfavorável) em relação aos rendimentos futuros do investimento em inovação.

Além disso, conforme Fontana e Gerrard (2004), a incerteza reduz a confiança do investidor em sua própria capacidade de prever a intensidade e a natureza das mudanças e as prováveis implicações futuras destas mudanças. Como destaca Davidson (2002 *apud* ARAÚJO, 2009, p. 6), em uma economia caracterizada pela incerteza não-probabilística “e a não-ergodicidade, onde o futuro não pode ser previsto com segurança com base em sinais do passado e do presente”, uma taxa de câmbio real volátil “mina” a confiança dos investidores em relação a sua capacidade de avaliar a “lucrabilidade potencial” dos seus investimentos.

Este contexto de expectativas desfavoráveis, elevada incerteza e baixo grau de confiança, implica uma maior preferência pela liquidez dos investidores²⁶. No âmbito do modelo de escolha de ativos de Keynes, a maior preferência pela liquidez aumenta o prêmio de liquidez dos *ativos monetários*, ou seja, o retorno implícito que os investidores atribuem à posse destes ativos (l_m) que, por sua vez, será maior do que os rendimentos oferecidos pelos *ativos inovativos*. Assim, verifica-se um aumento relativo da taxa própria de juros dos *ativos monetários*,

$$a_i + q_i - c_i + l_i < a_m + q_m - c_m + l_m.$$

Neste caso os investidores concentrarão sua alocação de riqueza nos *ativos monetários* em detrimento dos *ativos inovativos*, reduzindo o investimento em inovação. Ao aumentar a preferência pelos *ativos monetários* (ativos de maior liquidez relativa) mais incerteza é criada na economia e ao reduzir o investimento em inovação menor será a produção de conhecimento e o aprendizado, inibindo as *capacidades inovativas* na economia. Conseqüentemente, menor será a introdução de inovação, a taxa de progresso tecnológico e o crescimento econômico de longo prazo.

²⁶ A maior incerteza aumenta a preferência pela liquidez dos agentes econômicos e tende a diminuir a eficiência marginal do capital. “Tais efeitos contribuem, em seu conjunto, para a redução dos gastos com investimento” (CURADO; ROCHA; DAMIANI, 2011, p. 537). No caso do empresário inovador, isto envolve tanto uma redução nos gastos em bens de capital (FBKF) quanto uma redução nos investimentos em capital intelectual ou conhecimento tácito, ambos impactando negativamente a introdução de inovação e a taxa de progresso tecnológico.

Este efeito será tanto maior, quanto maior for a volatilidade da taxa de câmbio real e quanto maior for o período em que esta taxa permanece volátil. Além disso, a funcionalidade deste canal “*volatilidade cambial – inovação*”, assim como a do canal “*desvalorização cambial – inovação*”, e a dimensão dos seus efeitos na economia dependem do Sistema Nacional de Inovação (SI). Isto será discutido na próxima seção.

4.4 O Sistema de Inovação e a Funcionalidade do Canal Câmbio-Inovação-Crescimento

Nas seções precedentes foi demonstrado que, em uma economia monetária de produção onde as firmas estão divididas entre a produção de bens *tradables* e *non-tradables*, a desvalorização e a volatilidade da taxa de câmbio real afetam a inovação e esta relação é determinada fundamentalmente pelo efeito do câmbio sobre o fluxo de informação. A desvalorização aumenta o fluxo de informação na cadeia produtiva das *firmas tradables*, reduzindo a incerteza quanto ao êxito e ao retorno dos investimentos em inovação. Isto incentiva os agentes a investir em *ativos inovativos*, deflagrando um ciclo virtuoso de investimento em inovação, progresso tecnológico e crescimento econômico. A volatilidade, por sua vez, impede a continuidade deste processo porque simultaneamente, rompe com estes fluxos de informação e aumenta a incerteza empresarial, desestimulando o investimento em FBKF e o investimento em inovação.

O aumento do fluxo de informação é importante para o processo de inovação porque viabiliza uma maior acumulação de conhecimento (especializado e diversificado), proporcionando um maior aprendizado aos agentes. Segundo Pavitt (2005), estes fatores são fundamentais para a inovação porque são os únicos que estão presentes em todo tipo de inovação, em qualquer setor e em qualquer época - são os únicos fatores genéricos deste processo.

Apesar da importância destes fatores e de estarem presentes, em maior ou menor grau, em todos os tipos de inovação, o processo pelo qual o aumento no fluxo de informação resulta em maior aprendizado e inovação tecnológica não é automático. Portanto, é importante entender em que condições este processo ocorre.

Segundo Lam (2005, p.124), todo aprendizado requer novos conhecimentos em um “*state of flow emerging from interaction*” e este fluxo de novos conhecimentos²⁷, conforme Asheim e Gertler (2005, p. 297) é altamente localizado: “[*the*] *spillovers occur firms, fastest and most readily within established local social networks (...)*”. Assim, o aprendizado ocorre dentro de um contexto social local e interativo.

A natureza e os limites deste contexto levam a resultados diferentes em termos de aprendizado, podendo estimular ou limitar o processo de desenvolvimento das inovações. Este contexto social é “delineado” pelo Sistema Nacional de Inovação (SI) de cada país – um arranjo de atores institucionais que em conjunto influenciam todo o “ambiente inovativo”.

Assim, o SI é uma condição essencial para que uma política cambial favorável à introdução de inovação nas *firmas tradables* (câmbio real desvalorizado ou mantido a um nível competitivo e estável, estimulando as exportações, aumentando a lucratividade, a FBKF e a produção nestas firmas e induzindo-as a inovar para competir no mercado mundial) com seus efeitos positivos sobre o fluxo de informação, se manifeste em aumento do aprendizado e da inovação.

A importância do SI para a funcionalidade deste canal câmbio-inovação está relacionada a dois fatores. Primeiro, o aumento do fluxo de informação não leva automaticamente ao aumento do conhecimento e aprendizado. Conforme Crocco (2003, p. 505), a aquisição de conhecimento depende da “capacidade de processamento da informação, o que, por sua vez, depende da capacidade computacional e cognitiva dos agentes”. Ao organizar um sistema que permite a colaboração e a interação de diversos “agentes” com diferentes capacidades de processamento de informação mas que compartilham normas e culturas (ou seja um sistema com dimensões espaciais ou geográficas), o SI permite o desenvolvimento de uma linguagem comum que facilita a troca de informações, de experiências e de práticas, levando a superação das limitações da capacidade individual (LUNDVALL, 1992; ARROW, 1962, 1974). Isto viabiliza e potencializa o aumento do conhecimento e facilita sua transferência ou circulação na cadeia de

²⁷ Conforme Powell e Grodal (2005), isto envolve conhecimento inteiramente novo ou conhecimento que resulta de uma “recombinação” das informações existentes (“velhos”) em novas formas de conhecimento. Segundo Nelson e Winter (2005), inovação é frequentemente uma reconfiguração de conhecimento, problemas e soluções existentes.

inovação, mesmo do conhecimento mais complexo como o tácito²⁸, levando a um maior aprendizado dos agentes.

Segundo, o aumento do conhecimento e aprendizado não é apenas um problema de delimitação geográfica ou espacial - promover interações e *feedbacks* mútuos entre agentes “ambientalmente semelhantes” - mas também é um problema de promoção de políticas públicas, que alterem todo o ambiente no qual as firmas estão inseridas, estimulando o aumento do conhecimento e aprendizado. Ao capturar a importância destes fatores e promover o desenvolvimento de políticas públicas desenhadas e implementadas a nível nacional, que devem estar “alinhas” às necessidades ou demandas locais, o SI viabiliza um maior acúmulo de conhecimento, aumentando a capacidade de aprendizado e o processo de inovação na economia (EDQUIST, 2005).

Neste contexto, destacam-se dois principais tipos de políticas públicas que, implementadas *ex ante* no ambiente onde as *firmas tradables* atuam, têm impactos diretos sobre a capacidade de acumulação de conhecimento e aprendizado, potencializando o efeito de uma política cambial favorável à inovação nestas firmas. São: i) uma *política educacional* voltada para o financiamento público de ensino e pesquisa, principalmente da pesquisa básica feita em universidades e outros institutos de P&D. Esta política é considerada fundamental porque afeta toda a estrutura científica e técnica e a oferta de insumos importantes para o processo de inovação: a quantidade e qualidade da informação e profissionais capacitados para processar estas informações em novos conhecimentos; e, ii) *políticas de financiamento* de longo prazo voltadas para laboratórios de pesquisa, para arranjos como as incubadoras de empresas de cunho tecnológico, etc. e para o financiamento público de investimentos em geral (FBKF) que, indiretamente, incentivam a inovação. Como destacado na teoria evolucionária a FBKF é condição necessária, embora não suficiente, para o progresso tecnológico (DOSI *et al.*, 1994). Estas políticas públicas de financiamento são fundamentais principalmente nos países onde o

²⁸ Conforme Asheim e Gertler (2005, *passim.*) o conhecimento tácito (ao contrário do conhecimento codificado, que pode ser adquirido mais facilmente pela comercialização) é mais facilmente transferido através da “*face-to-face interaction*” entre parceiros que compartilham a mesma linguagem, os mesmos códigos de comunicação, etc. Assim, a proximidade espacial é o fator chave para a efetiva produção, transmissão e compartilhamento do conhecimento tácito. Portanto, este conhecimento, em certa medida, pode ser considerado um elemento chave para diferenciar a capacidade inovativa dos países porque está fortemente relacionado ao contexto social e institucional em que é produzido. Além disso, como destaca Lam (2005, p. 125), “*tacit knowing constitutes the origin of all human knowledge*”.

mercado de capitais não se desenvolveu e, por isso, o financiamento privado de longo prazo é inexistente ou muito pequeno.

Estes aspectos refletem a ideia de que, apesar do importante papel desempenhado pelas firmas, o processo de inovação não está relacionado apenas a disponibilidade de “insumos” dentro das firmas, mas depende de um conjunto de fatores relacionados ao seu ambiente. Como destaca Freeman e Louçã (2001, p. 142) a inovação não é um evento isolado mas está “(...) *always and necessarily related to the availability of materials, energy supply, componentes, skills, infrastructure, and so forth*”.

Assim, organizar-se para inovar é uma tarefa “delicada”. Segundo Fagerberg (2005), é preciso que as firmas estabeleçam padrões de interação internos (intrafirma) e externos (interfirmas e entre as firmas e os demais atores do SI). Estas interações permitem às firmas movimentar, modificar e aumentar toda a sua base de informação e conhecimento, sempre que surjam novas necessidades de mudanças, possibilitando um maior aprendizado. Para o autor, este é um achado central da literatura da inovação: uma firma não inova sozinha, mas depende da interação extensiva com o seu ambiente local²⁹. Por isso a importância SI.

Os SI's não são iguais em todas as economias. Isto ocorre porque os países diferem em relação ao grau em que seu ensino superior e técnico e seus sistemas de treinamento conseguem garantir pessoal qualificado e com competências articuladas ao setor produtivo, ou seja, agentes com habilidades interligadas às tecnologia em funcionamento no setor produtivo local (NELSON, 2006); porque diferem em relação a infraestrutura de ciência e tecnologia e ao grau em que ocorrem interação e *feedbacks* mútuos entre estes fatores (BERNARDES; ABUQUERQUE, 2003), porque diferem em dotação de fatores de produção, em cultura e costumes, em instituições, etc.

Estas diferenças se traduzem em diferentes graus de desenvolvimento dos sistemas de inovação de cada país, com implicações sobre a capacidade das *firmas tradables* para transformar os estímulos da taxa de câmbio real em aumento do conhecimento e do aprendizado. Em outras

²⁹ Isto é especialmente verdade para aquelas firmas que atuam em ramos onde o progresso tecnológico se desenvolve rapidamente e as fontes de conhecimento estão amplamente distribuídas. Neste caso, nenhuma firma sozinha tem toda a habilidade necessária para permanecer no topo de todas as áreas do progresso tecnológico e produzir inovações significantes para o mercado (LAZONICK, 2005, p. 59).

palavras, com implicações na dimensão em que a taxa de câmbio afeta a inovação tecnológica nos diferentes países.

Em relação ao grau de desenvolvimento, Albuquerque (1996; 1999) classifica os sistemas de inovação em três categorias: *SI não-maduro*, *SI em catching up* e *SI maduro*. Quanto mais desenvolvido (ou maduro) for o SI, melhores serão os canais de interação e *feedbacks* entre os atores do sistema - estes canais estarão completamente formados (todas as conexões “trabalhando”), serão mais fortes e envolvem um maior número de agentes (BERNARDES; ALBUQUERQUE, 2003; RIBEIRO *et al.*, 2006; ALBUQUERQUE, 2009). A partir desta classificação é possível fazer duas suposições em relação ao efeito do câmbio sobre a inovação:

i) o efeito da desvalorização da taxa de câmbio real sobre a inovação (os efeitos *push for innovation* e *developing innovation*), será maior nos países com SI maduro *vis-à-vis* àqueles com *SI em catching up* e *SI não-maduro*. Isto ocorre porque, como no *SI maduro* os canais de interação envolvem um maior número de atores e todas as conexões estão “trabalhando”, o fluxo de informação nestes sistemas são maiores e conseqüentemente maior será o aprendizado na cadeia de inovação das *firmas tradables*, potencializando o efeito do câmbio sobre a introdução de inovação;

ii) o efeito da volatilidade da taxa de câmbio real rompendo os fluxos de informação e desestruturando os canais de interação na cadeia produtiva dos *tradables dinâmicos* e, conseqüentemente, desestimulando a inovação, é “enfraquecido” ou “suavizado” nos países com *SI maduro vis-à-vis* àqueles com *SI em catching up* e *SI não-maduro*.

Este “*smoothing effect*” nos países com *SI maduro* se verifica porque nestes países as *firmas tradables*, especialmente as do segmento dinâmico (intensivo em tecnologia), tendem a ser mais competitivas e por isto apresentam maior robustez nos aspectos financeiros e de posição de mercado sendo menos sensíveis aos efeitos da volatilidade sobre seus rendimentos. Além disso, com SI maduro os canais de interação ou de fluxo de informação nas cadeias produtivas dos *tradables dinâmicos* são mais fortes (podem envolver parcerias antigas onde as relações de confiança já estão estabelecidas e bem fortalecidas). Assim, mesmo que uma taxa de câmbio volátil reduza seus rendimentos e seus estímulos à inovação, o rompimento dos fluxos de informação e a desarticulação dos canais de interação serão menores *vis-à-vis* aos países com SI menos desenvolvidos (*SI em catching up* e *SI não-maduro*).

Inversamente, nos países com sistemas de inovação pouco desenvolvidos embora os fluxos de informação na cadeia produtiva das *firmas tradables* sejam menores, os canais de interação são fracos ou muito fracos. Assim, o efeito da volatilidade da taxa de câmbio, ao reduzir os retornos das firmas e os estímulos a inovação, rompendo os fluxos de informação e desarticulando os elos da cadeia produtiva dos *tradables dinâmicos*, será maior.

Por fim, acrescenta-se que além do SI, o ambiente macroeconômico também é crucial para a funcionalidade do canal câmbio real-inovações. Economias com baixa taxa de crescimento, elevado desemprego, desequilíbrios no seu setor externo, etc., levam os agentes a um “estado de pessimismo” quanto ao seu futuro e a uma elevada preferência pela liquidez. Como resultado, a eficiência marginal do capital é baixa e a taxa própria de juros dos ativos mais líquidos é alta, inibindo o investimento em FBKF e em inovação. Portanto o grau de desenvolvimento do SI e o ambiente macroeconômico são fatores cruciais que apontam para a ausência de um automatismo no canal câmbio-inovação-crescimento.

4.5 Considerações Finais

Este capítulo teve como principal objetivo demonstrar teoricamente as hipóteses de que o nível e a volatilidade da taxa de câmbio real afetam a inovação e o progresso tecnológico e, deste modo, tem implicações para o crescimento econômico de longo prazo. Foi argumentado que este *link* câmbio - inovação é determinado pelo efeito da taxa de câmbio sobre o fluxo de informação (transbordamento tecnológico) e sobre as decisões de investimento dos agentes econômicos.

Três pontos apoiaram este argumento: **i)** o *insight* Evolucionário/Neoschumpeteriano de que a inovação é o resultado de uma decisão de investimento das firmas (que buscam permanentemente introduzir “novidades” na economia com o objetivo de aumentar ou sustentar seus lucros) e depende do aumento do conhecimento e do aprendizado, ambos viabilizados pela interação entre os agentes e atores do SI e pelo aumento do fluxo de informação; **ii)** a suposição que a economia está dividida em dois setores de produção, o setor de bens *non-tradables* e o setor de bens *tradables* (este dividido em segmento dinâmico e tradicional) sendo este último caracterizado por possuir sistemas produtivos complexos e com grande circularidade no processo de produção, ou seja, suas cadeias produtivas apresentam uma intensa divisão do

trabalho e elevada interdependência; e, **iii**) a suposição de que o ambiente econômico em que as firmas tomam suas decisões de investimento é o de uma *economia monetária de produção*, na qual existem apenas dois tipos de ativos para investir, os *ativos monetários* (elevado grau de liquidez) e os *ativos inovativos* (ilíquidos). Nesta economia, a escolha destes ativos depende do “*estado de expectativa a longo prazo*” do investidor, ou seja, das suas “*expectativas* em relação ao retorno futuro dos *ativos inovativos* e do “*grau de confiança*” que ele deposita nestas expectativas. Este estado é afetado pelas condições de incerteza da economia - se a incerteza é baixa, o estado de expectativas do investidor será otimista e sua preferência pela liquidez será baixa, estimulando-o a investir nos *ativos inovativos*.

Sob estas condições, uma desvalorização da taxa de câmbio real - aumento do preço relativo dos bens *tradables vis-à-vis* ao dos bens *non-tradables* - figura como um potencial “*trigger device*” do processo de inovação nas *firmas tradables* porque desencadeia dois efeitos que se complementam no estímulo a inovação: o **efeito “*push for innovation*”** que se caracteriza pela criação de um ambiente favorável à inovação nestas firmas (aumento da rivalidade, do autofinanciamento e do *learning-by-doing*) estimulando-as a buscar novas oportunidades para iniciar e desenvolver novos projetos de inovação; e, o **efeito “*developing innovation*”** em que, dado o efeito “*push for innovation*” nas *firmas tradables*, como estas firmas têm uma cadeia produtiva com grande circularidade, ocorre um aumento do fluxo de informação, do conhecimento (especializado e diversificado) e do aprendizado. Estes fatores aumentam a capacidade inovativa destas firmas e, conseqüentemente, eleva as chances de inovações bem sucedidas porque enfraquece a influência de algumas fontes de incerteza, tornando os resultados da inovação menos incertos.

Esta redução da incerteza têm um impacto positivo sobre a *decisão de investimento* do empresário inovador porque afeta seu *estado de expectativa*, ou seja, aumenta sua confiança em relação às expectativas de maior retorno futuro dos *ativos inovativos*. No âmbito do modelo de escolha de ativos, a redução da incerteza e o aumento da confiança inibem a preferência pela liquidez dos investidores e abre espaço para o aumento relativo da taxa própria de juros dos *ativos inovativos* estimulando o investimento em inovação no setor de *tradables* com *spillovers* para toda a economia. No longo prazo estes efeitos detonam um ciclo virtuoso de investimento em inovação, progresso tecnológico e crescimento econômico.

Foi demonstrado ainda que a volatilidade da taxa de câmbio real, simultaneamente, leva ao rompimento do fluxo de informação entre os vários elos das cadeias produtivas dos *tradables* e ao aumento da incerteza empresarial, com implicações sobre a continuidade do ciclo virtuoso de inovação e crescimento que a desvalorização enseja. O rompimento do fluxo de informação desestrutura as “*capacidades inovativas construídas*” nas firmas do setor de *tradables*, com impacto maior nas firmas do segmento dinâmico porque desfaz seus canais de fluxo de informação. Isto leva a uma redução na introdução de inovação nestas firmas e esta redução é potencializada pela presença dos retornos crescentes de escala e pelo caráter *path dependence* na produção de tecnologia. Concomitantemente, a maior incerteza reduz a confiança e aumenta a preferência pela liquidez dos investidores, abrindo espaço para a redução da taxa própria de juros dos *ativos inovativos vis-à-vis* à taxa dos *ativos monetários* desestimulando o investimento em inovação.

Apesar do fluxo de informação ser um fator chave para a introdução de inovação, a presença na economia de um Sistema Nacional de Inovação (SI) é uma condição imprescindível para que os efeitos da desvalorização e da estabilidade da taxa de câmbio real sobre este fluxo se manifeste em aumento do conhecimento, do aprendizado e, conseqüentemente da inovação e progresso tecnológico.

O SI viabiliza interações e *feedbacks* mútuos entre agentes “ambientalmente semelhantes” permitindo o desenvolvimento de uma linguagem comum que facilita a troca de informações, de experiências e de práticas. Isto potencializa o aumento do conhecimento e facilita sua transferência ou circulação na cadeia de inovação. Além disso, conhecimento e aprendizado também dependem da promoção de políticas públicas, desenhadas e implementadas a nível nacional e estas políticas estão presentes no arranjo institucional que compõem o SI. Quanto mais desenvolvido for o SI do país maior o número de agentes que interagem e maiores os *feedbacks* na cadeia de inovação, conseqüentemente maior será o fluxo de informação nesta cadeia e maior o efeito da desvalorização da taxa de câmbio sobre a inovação. Como nos países com SI desenvolvido os canais de interação também são mais fortes, o efeito de uma taxa de câmbio volátil desestruturando e desconstruindo estes canais no setor de *tradables*, especialmente nos *tradables dinâmicos*, será menor *vis-à-vis* os países com SI pouco desenvolvidos.

Do mesmo modo, o efeito do câmbio sobre a inovação depende de um ambiente macroeconômico que favoreça o otimismo dos agentes. Sem este ambiente, a preferência pela liquidez torna-se recorrentemente elevada, comprometendo o investimento em FBKF e em inovação.

No próximo capítulo, esta relação câmbio-inovação será testada empiricamente usando a metodologia de painel dinâmico. Com base nos argumentos acima espera-se que a desvalorização da taxa de câmbio real estimule a inovação e que este efeito seja maior nos países com SI desenvolvidos; e, que a volatilidade cambial tenha um impacto negativo sobre a inovação, sendo este efeito maior nos países com SI pouco desenvolvidos.

CAPÍTULO 5 – TAXA DE CÂMBIO REAL E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA: EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS

5.1 Introdução

No capítulo anterior, foram apresentados os argumentos teóricos relacionados à hipótese central dessa tese: a taxa de câmbio real (seu nível e volatilidade) afeta a inovação tecnológica e, desta forma, tem efeito sobre o crescimento econômico. Foi destacado que na presença de um SI desenvolvido e sob determinadas condições macroeconômicas, equilíbrio interno e externo, etc., é possível afirmar que:

i) A desvalorização da taxa de câmbio real é um potencial “*trigger device*” do processo de inovação nas *firmas tradables* porque desencadeia dois efeitos que se complementam no estímulo a inovação: o efeito “*push for innovation*” - criação de um ambiente favorável à inovação nestas firmas (aumento da rivalidade, do autofinanciamento e do *learning-by-doing*) que estimula a busca por novas oportunidades de inovação; e, o efeito “*developing innovation*” – em que dado o efeito “*push for innovation*” nas *firmas tradables* e a grande circularidade de suas cadeias produtivas, ocorre um aumento do fluxo de informação, do conhecimento (especializado e diversificado) e do aprendizado, o que aumenta as chances de inovação bem sucedidas e, conseqüentemente, aumenta a confiança (expectativas não-ergódicas) do empresário inovador quanto ao retorno dos investimentos em ativos inovativos;

ii) O impacto positivo da desvalorização da taxa de câmbio real sobre a inovação (os efeitos *push for innovation* e *developing innovation*), será maior nos países com SI maduro *vis-à-vis* àqueles com *SI em catching up* e *SI não-maduro*;

iii) Uma taxa de câmbio volátil tem um impacto negativo sobre a produção de tecnologia porque, simultaneamente, rompe os fluxos de informação entre os vários elos das cadeias produtivas e de inovação e aumenta a incerteza empresarial. Isto desarticula a cadeia produtiva dos *tradables*, destruindo as “capacidades inovativas construídas” (ou vantagens comparativas construídas) nos *segmentos tecnologicamente mais dinâmicos* deste setor, e desestimula o

investimento em inovação com efeitos deletérios sobre a continuidade do ciclo virtuoso de inovação e crescimento econômico de longo prazo que a desvalorização enseja; e,

iv) O efeito da volatilidade da taxa de câmbio real rompendo os fluxos de informação e desestruturando os canais de interação na cadeia produtiva dos *tradables dinâmicos* e, conseqüentemente, desestimulando a inovação, é “enfraquecido” ou “suavizado” (“*smoothing effect*”) nos países com *SI maduro vis-à-vis* àqueles com *SI em catching up* e *SI não-maduro*.

O principal objetivo e uma contribuição deste capítulo, é demonstrar evidências empíricas destas hipóteses, ou mais precisamente, evidências sobre a relação câmbio/inovação. Para tanto, além desta introdução e das considerações finais o capítulo está dividido em cinco seções. A segunda seção apresenta um modelo teórico para inovação, inspirado na Teoria Evolucionária/Neoschumpeteriana, que foi utilizado como base para a análise empírica desenvolvida no restante do capítulo. Da terceira à quinta seção, são apresentados os procedimentos metodológicos para estimação do modelo: definição do modelo, base de dados, amostra, mensuração das variáveis e o estimador de painel dinâmico. A sexta seção apresenta os resultados do teste empírico que confirma a hipótese do efeito do câmbio sobre a inovação e o progresso tecnológico.

5.2 Um Modelo Teórico para Inovação

É consenso entre os autores da Escola Evolucionária/Neo-schumpeteriana que a inovação tecnológica resulta de uma ampla gama de fatores que atuam tanto na dimensão da firma individual (nível micro) como na dimensão sistêmica (macro). Assim a apresentação de um modelo que sintetize a relação entre todos os fatores determinantes da inovação não é trivial e a “simplificação” desta realidade (produção de inovação) por meio de um modelo de equação única deve ser feita com a devida cautela sob o risco de se perder aspectos relevantes do fenômeno da inovação.

Apesar disto, e reconhecendo as prováveis limitações de tal simplificação, o objetivo desta seção é apresentar uma proposta para um modelo que represente os determinantes da inovação, considerando especificamente a “dimensão sistêmica” deste processo. Esta dimensão - ou o que se pode denominar “os determinantes sistêmicos da inovação” - foi discutida em uma

perspectiva teórica, a partir da abordagem Evolucionária/Neoschumpeteriana, no segundo capítulo desse trabalho.

Na dimensão sistêmica, uma inovação resulta de um processo que envolve todo o ambiente econômico e social no qual o “agente inovador chave” (a firma) está inserido. Neste processo de “criação de inovação” dois fatores são fundamentais: o aumento do conhecimento e o aprendizado, ambos viabilizados pela interação e o fluxo de informação entre os agentes que atuam no ambiente. A partir desta perspectiva evolucionária/neoschumpeterina pode-se destacar três principais conceitos que, ao afetar o fluxo de informação e a interação entre os agentes e, conseqüentemente, o conhecimento e o aprendizado, se traduzem em fatores determinantes da inovação: i) o investimento; ii) o conceito de “*Path Dependence*”; e, iii) o Sistema Nacional de Inovação.

i) O Investimento em Capital Físico (I)

O investimento (I) é considerado um fator “necessário, embora não suficiente”, para inovação e progresso tecnológico. Segundo Dosi *et al.* (1994), o investimento em capital físico é essencial para a difusão bem sucedida de novas tecnologias e proporciona um aprendizado aos agentes porque a tecnologia está materialmente incorporada em máquinas e equipamentos¹.

Se esta aquisição de tecnologias a partir do investimento (FBKF) for acompanhada por esforços de adaptação e aperfeiçoamento (em contraposição ao simples “uso” da tecnologia), o investimento pode ter efeitos positivos sobre o aprendizado (*learning-by-doing*) e, conseqüentemente, sobre a inovação (DOSI *et al.*, 1994; FREEMAN, SOETE, 2008)

È importante destacar que, na abordagem evolucionária, existe uma influência recíproca ou evolução simultânea entre investimento e inovação (DOSI *et al.*, 1994). Assim, considerando

¹ Para Dosi *et al* (1994), algumas tecnologias podem ser adquiridas ou transferidas sem a necessidade de investimento em capital físico, porque não estão “incorporadas” em máquinas e equipamentos mas geralmente existe uma relação de complementariedade entre estas tecnologias e aquelas que estão materialmente incorporadas em máquinas e equipamentos.

esta “co-evolução”, pode-se esperar que quanto maior for o investimento (I) maior será a inovação (IN)²:

$$IN = f(I); \quad f' > 0. \quad (5.1)$$

ii) *Path Dependence* ou **Cumulatividade (CC)**

Para os Evolucionários a mudança tecnológica ou a “evolução da inovação” está condicionada pela sua própria história - o resultado das inovações básicas de hoje (assim como suas inovações incrementais) estabelecem um padrão mais elevado para o sucesso dos esforços “inovativos” de amanhã - este fenômeno é denominado na literatura como “*Path Dependence*” ou Cumulatividade na produção de tecnologia.

Este processo ocorre porque cada tecnologia nova permite um aumento do conhecimento e ao mesmo tempo depende do nível de conhecimento acumulado. Quanto mais conhecimento acumulado (CC), maior o aprendizado, maior a inovação. Isto tem a ver com a indivisibilidade do conhecimento e a natureza incremental e cumulativa do aprendizado (NELSON; WINTER, 2005). Pode-se definir que:

$$IN = f(CC); \quad f' > 0 \quad (5.2)$$

iii) **O Sistema Nacional de Inovação (SI)**

O conceito de SI é um dos mais importantes para a definição dos “determinantes sistêmicos” da inovação. Para os evolucionários, o processo de inovação está diretamente relacionado a este conceito.

O SI de um país é uma estrutura institucional que: identifica os “agentes” do ambiente (econômico e social) que exercem um papel fundamental para o desenvolvimento das inovações; e, estabelece o papel de cada agente neste sistema, ou seja, estabelece uma “divisão institucional do trabalho” (BERNARDES; ALBUQUERQUE, 2003; RIBEIRO *et al.*, 2006).

² Rigorosamente falando, enquanto fator que afeta a inovação, o investimento tem duas dimensões: o investimento em capital físico (mais importantes nos setores onde a fonte da tecnologia seja os fornecedores de máquina e equipamentos) e o investimento em capital intelectual ou conhecimento tácito.

No entanto, o que caracteriza o SI e o define como fator determinante da inovação não é apenas a identificação dos agentes e de suas respectivas funções dentro da cadeia de inovação de um país. O mais importante, como destaca Bernardes e Albuquerque (2003), é o fato deste sistema viabilizar interações e *feedbacks* mútuos entre as instituições³. Isto possibilita maiores fluxos de informação e um aumento no conhecimento científico e técnico, que são fundamentais para gerar inovação e progresso tecnológico. Deste modo, o SI “*summarizes (...) the processes that translate innovation and imitation into economic growth*” (RIBEIRO *et al.*, 2006, p.81).

Como foi destacado no segundo capítulo, a literatura de SI aponta para uma estrutura composta por um arranjo amplo de instituições envolvendo firmas, universidades, instituições de pesquisa, governo, sistemas financeiros entre outros.

No entanto, admite-se neste trabalho que, do ponto de vista dos estímulos iniciais para desencadear a formação de um SI com seus efeitos sobre a inovação, pelo menos quatro agentes são essenciais: as firmas, as instituições de ensino (especialmente universidades), as instituições de pesquisa e o governo. A atuação destes agentes no SI e seu efeito sobre a inovação se dá por meio de três fatores principais: pesquisa e desenvolvimento (P&D), educação e políticas econômicas (PE)⁴. Assim:

$$IN = f(educ, P\&D, PE); \quad (5.3)$$

Sendo:

$$f'_{educ} > 0; f'_{P\&D} > 0; f'_{PE} > 0 \text{ ou } f'_{PE} < 0$$

Portanto, pode-se estabelecer que os determinantes sistêmicos da inovação tecnológica, na perspectiva evolucionária, envolvem o investimento agregado ou formação bruta de capital fixo

³ Isto remete à definição ampla de SI em que este é visto como um sistema social (cuja atividade central é o aprendizado e este aprendizado envolve interação entre as pessoas) e dinâmico (caracterizado por *feedback* positivo e reprodução) no qual os “elementos” do sistema se reforçam mutuamente. No SI, influências políticas e culturais, bem como políticas econômicas influenciam o sucesso da inovação (LUNDVALL, 1992; FREEMAN, 2002).

⁴ A análise de como estes agentes atuam dentro do SI afetando o fluxo de informação, o aprendizado e a inovação por meio da educação, da P&D e de políticas econômicas foi apresentada no segundo capítulo (seção 2.5).

(I), o conhecimento acumulado (CC), a educação (*educ*), a pesquisa e desenvolvimento (*P&D*) e as Políticas Econômicas do Governo (PE). Isto pode ser representado pela seguinte expressão:

$$IN = f(CC; I; educ; P\&D; PE) \quad (5.4)$$

Os quatro primeiros fatores têm efeito direto sobre a inovação. Um aumento ou melhoria nestes fatores - em um ambiente onde existam interação e *feedbacks* mínimos entre os agentes, para que estes fatores se reforcem mutuamente - estimula a inovação. Em relação à política econômica (que envolve as políticas fiscal, monetária, cambial, etc.) esta pode ter um efeito positivo ou agir no sentido de desestimular a inovação. Por exemplo, a política de compras do governo direcionadas para setores intensivos em tecnologia tem efeito positivo sobre a inovação. Inversamente, a política tributária tem um efeito indireto: uma elevação dos tributos que incidem sobre os lucros das firmas inovadoras desestimula a inovação enquanto a redução ou isenção de impostos relativos aos gastos com P&D destas firmas incentiva a inovação.

Este trabalho preocupa-se especificamente com o efeito da política cambial⁵ sobre a inovação tecnológica. Deste modo, visando a simplificação do modelo com o fim de torná-lo operacional, viabilizando sua estimação, a variável PE terá como proxies o nível da taxa de câmbio real e sua volatilidade. Como foi demonstrado no capítulo anterior, tanto o nível da taxa de câmbio real (CR) como suas oscilações (volatilidade - VCR) são importantes para determinar a inovação e o progresso tecnológico.

A desvalorização da taxa de câmbio real estimula a inovação, via aumento dos fluxos de informação no setor de bens *tradables* e do incentivo a decisão de investir dos agentes, enquanto uma taxa de câmbio volátil simultaneamente, rompe os fluxos de informação e aumenta a incerteza no ambiente econômico, inibindo o investimento e desarticulando as cadeias produtivas dos *tradables* com impactos negativos sobre a inovação tecnológica. Deste modo, substituindo estes dois fatores em (5.4) tem-se a seguinte equação para os determinantes sistêmicos da inovação:

⁵ O intuito do trabalho não é discutir medidas de políticas cambiais mas demonstrar como o nível e a volatilidade do câmbio real afetam a inovação. Para uma discussão sobre estas políticas ver: Corden - Regimes e Políticas Cambiais: Uma Visão Geral (2001); Gala - Política Cambial e Macroeconomia do Desenvolvimento (2006); e, Gala - Dois padrões de política cambial: América Latina e Sudeste Asiático (2007).

$$IN = f(CC; I; educ; P\&D; CR; VCR)^6, \quad \text{onde: } f'_{CR} > 0 \text{ e } f'_{VCR} < 0 \quad (5.5)$$

As próximas seções deste capítulo, dedicam-se a apresentar os procedimentos metodológicos usados e os resultados da estimação econométrica que teve como base as relações teóricas definidas nesta equação (5.5). O objetivo foi testar empiricamente a validade das duas hipóteses centrais dessa tese: a de que a desvalorização da taxa de câmbio real estimula a inovação enquanto uma taxa de câmbio volátil tem efeitos negativos sobre o progresso tecnológico.

5.3 A Relação Estatística entre Taxa de Câmbio e Inovação: modelo empírico, base de dados e amostra.

Para analisar estatisticamente a relação definida na equação (5.5), foi utilizada a metodologia de dados em painel. Este procedimento permite uma análise econométrica das variáveis, ao longo do tempo (t) e entre diferentes países (i). Desta forma, obtêm-se uma base de dados ampla, produzindo resultados mais precisos para explicar como as variáveis de interesse se relacionam. Além disso, com dados em painel é possível usar modelos que permitem o controle de características individuais dos países, que não são observadas, mas que afetam a inovação.

Para proceder à análise econométrica da relação câmbio/inovação, o ponto de partida é a especificação de um modelo empírico a ser usado. Partindo da relação teórica definida na equação (5.5), especificou-se o seguinte modelo:

$$\ln IN_{it} = \beta_0 + \gamma \ln IN_{it-1} + \beta_1 \ln INV_{it} + \beta_2 \ln EDUC + \beta_3 \ln P\&D_{it} + \beta_4 \ln DCR_{it} + \beta_5 VCR_{it} + u_{it}, \quad (5.6)$$

em que: a variável IN_{it} é a inovação tecnológica (no i -ésimo país e no período t) medida pelo número de patentes (*Utility Patents*) obtidas junto ao *United States Patent and Trade Office*

⁶ O objetivo deste capítulo é analisar a relação estatística entre estas variáveis usando a metodologia econométrica. Neste caso, especificar o modelo estrutural (empírico) que será usado para análise considerando como variável de política econômica apenas a política cambial, quando outras políticas afetam a inovação e as variáveis explicativas, implicará no que a literatura econométrica denomina de “erro de especificação do modelo”. Isto leva a endogeneidade das variáveis explicativas implicando em estimações viesadas para os parâmetros quando estimados por OLS. No entanto, conforme destacam Green (2012) e Wooldridge (2002), estimativas consistentes são obtidas usando Variáveis Instrumentais e o Método Generalizado dos Momentos. Isto será explicado na próxima seção.

(USPTO)⁷; IN_{it-1} é uma “*proxy*” para o conhecimento acumulado (CC); INV_{it} é o investimento em capital físico medido pela Formação Bruta de Capital Fixo (FBKF) como proporção do PIB; $EDUC_{it}$ é a educação medida pela porcentagem da população com ensino superior; $P\&D_{it}$ representa os gastos com pesquisa e desenvolvimento medidos como proporção do PIB; DCR_{it} é o indicador de desnivelamento da taxa de câmbio real - calculado seguindo Rodrik (2007); VCR_{it} é a volatilidade da taxa de câmbio real medida pelo desvio padrão móvel ou pela medida de Perée e Steinherr (1989)⁸; e, $u_{it} = \alpha_i + \varepsilon_{it}$ é o termo de erro composto do modelo, sendo ε_{it} o distúrbio aleatório (capta o impacto de fatores não observados sobre a variável dependente) e α_i uma variável aleatória que capta a heterogeneidade ou as características não observadas, específicas de cada país, que afetam a inovação.

Na especificação deste modelo empírico para inovação, dois aspectos relacionados à mensuração das variáveis carecem de explicação: primeiro, a definição de IN_{it-1} como uma “*proxy*” para a variável conhecimento acumulado (CC) - uma variável que afeta a inovação e não pode ser diretamente observada; segundo, o uso de patentes como uma medida para a inovação tecnológica.

No primeiro caso, a definição se baseia no pressuposto evolucionário de *path dependence* (a inovação está condicionada pela sua própria história) e na ideia de que a cada inovação (radical ou incremental) gerada no período t (IN_t) mais conhecimentos são gerados (CC_t) e se acumulam para a rodada seguinte de inovação (IN_{t+1}).

Assim, pode-se assumir que a inovação gerada no período t (IN_t) reflete o conhecimento acumulado em t (CC_t). Dito de outra forma, IN_t pode ser considerada uma forma de “materialização do conhecimento”, de modo que: $IN_t = CC_t$. É este conhecimento acumulado (IN_t) que será usado como base (ou ponto de partida) na rodada seguinte da inovação (IN_{t+1}). Assim:

$$IN_{t+1} = f(CC_t) = f(IN_t) \quad (5.7) \quad \text{Ou}$$

⁷ *Utility Patents (i.e., "patents for invention") – displays the number of patents distributed by country of origin and by calendar year of grant. The origin of the patents is determined by the residence of the first-named inventor (USPTO, 2012).*

⁸ A forma como o indicador de desnivelamento cambial (DCR) e a medida da volatilidade da taxa de câmbio (VCR) foram definidas e seu método de cálculo serão apresentados na próxima seção.

$$IN_t = f(CC_{t-1}) = f(IN_{t-1}) \quad (5.7')$$

Em relação à medida para inovação, a própria complexidade de seu conceito aponta para a dificuldade de mensuração desta variável. A inovação é um processo multidimensional, envolve a criação de algo qualitativamente novo (para uma firma ou para toda a economia) e comercializável, pode resultar em novos produtos ou processos, na ampliação de competências e capacidades, no aumento do conhecimento, etc.

Assim, como destaca Smith (2005), os principais problemas para medir inovação dizem respeito à conceituação básica do objeto a ser medido, à sua capacidade de ser mensurada e à possibilidade de possuir diferentes tipos de medida. Como alternativa a estes problemas de mensuração, os dados de patentes vêm sendo usados como um indicador de inovação tecnológica⁹. No entanto, este indicador apresenta algumas fragilidades ou limitações que necessitam ser devidamente consideradas ao usá-lo como medida para inovação.

A limitação mais notável, segundo Smith (2005), é que as patentes “marcam” o surgimento de um “novo princípio técnico” e não de uma inovação comercial. Nesta perspectiva, os dados de patentes representam mais um indicador de invenção do que de inovação propriamente dita. Além disso, Kleinknecht *et al.* (2002) *apud* Smith (2005) destacam que, algumas invenções e inovações nunca serão patenteadas e muitos pedidos de patentes nunca serão comercializados.

Bernardes e Albuquerque (2003, p.873), destacam ainda duas importantes limitações para os dados de patentes da USPTO. “(...) *from commercial linkages with the US to the quality of the patent: (...) local innovation necessarily is limited to imitation in the initial phases of development, and imitation or minor adaptations do not qualify for a patent in the USPTO*”. Por isso as patentes nem sempre representam uma medida perfeita para inovação tecnológica.

No entanto, conforme destacam Bernardes e Albuquerque (2003), levando em conta tais limitações e considerando suas implicações para a qualidade dos resultados, o uso de patentes tem se mostrado muito útil para pesquisas com inovação. Estes dados tem a vantagem de reunir informações relativamente contínuas sobre as novas tecnologias e disponibilizá-las ao público

⁹ É o que se observa em Bernardes e Albuquerque (2003), Ribeiro *et al.* (2006), Herskovic *et al.* (2008), Ribeiro e Albuquerque (2008), Romero (2011) entre outros.

para um período prolongado, viabilizando pesquisas de longo prazo com inovação tecnológica. “This gives it striking advantages as an innovation-indicator” (SMITH, 2005, p.158).

Na estimativa da equação (5.6), os parâmetros de interesse são β_4 e β_5 . O primeiro mede a elasticidade (parcial) da inovação em relação a desvalorizações da taxa de câmbio real (mantendo-se constante as demais variáveis), ou seja, indica qual a variação percentual esperada na inovação quando a taxa de câmbio real aumenta (desvaloriza) em 1%. Conforme apresentado na seção anterior, espera-se que $\beta_4 > 0$. O coeficiente β_5 mede a “semi-elasticidade” da inovação em relação à volatilidade do câmbio real, isto é, indica qual a mudança percentual esperada na inovação, quando a volatilidade do câmbio real varia em uma unidade. Espera-se que $\beta_5 < 0$.

Os demais coeficientes, γ , β_1 , β_2 e β_3 , associados respectivamente, às variáveis inovação defasada (ou conhecimento acumulado), investimento, educação e P&D - todas expressas em logaritmo natural – também medem, individualmente, a elasticidade da inovação tecnológica em relação a mudanças percentuais nestas respectivas variáveis. A expectativa em relação aos sinais destes coeficientes é que sejam todos positivos ($\gamma > 0$, $\beta_1 > 0$, $\beta_2 > 0$, $\beta_3 > 0$).

Para a estimação destes parâmetros usando a equação (5.6), duas questões importantes devem ser levadas em consideração: o tempo necessário para que mudanças nas variáveis explicativas se manifestem em variações na inovação; e, o problema da endogeneidade destas variáveis.

Da Teoria Evolucionária, sabe-se que a produção de inovação é um processo de longo prazo de modo que o impacto de alterações nas variáveis explicativas sobre a inovação ocorre com alguma defasagem temporal. Assim, estimar a equação (5.6) considerando a relação anual entre as variáveis pode resultar em estimativas insignificantes para os parâmetros, levando a conclusões erradas sobre a relação entre as variáveis do modelo. Uma forma de lidar com este problema, e que tem sido comum na literatura que investiga relações empíricas de longo prazo entre variáveis econômicas, é usar a média quinquenal simples do valor observado destas variáveis. Isto modifica a dimensão temporal da análise de $t = 1, 2, \dots, T$ (onde $t = \text{ano}$) para $t^* = 1, 2, \dots, T^*$ (onde $t^* = \text{períodos de cinco anos}$)¹⁰.

¹⁰ Rodrik (2007), estimando o efeito Balassa-Samuelson e investigando a relação entre a taxa de câmbio real e crescimento econômico converte os 55 anos da amostra em 11 períodos, onde cada período t equivale a média simples das variáveis para cinco anos. Sampaio e Gala (2008) também usam a média simples para cinco anos para estimar o efeito Balassa-Samuelson e a relação câmbio/crescimento para o mesmo período de Rodrik (1950-2004), empregando uma metodologia diferente daquele autor.

Neste trabalho a base de dados compreende o período de 1996 a 2010 (T=15 anos) e foi definida pela restrição na disponibilidade das informações para algumas variáveis, principalmente P&D. Em virtude desta limitação na dimensão temporal, foram utilizadas médias trienais simples das variáveis, de modo que os 15 anos foram convertidos em cinco períodos de três anos (de $t_1 = 1996-1998$ a $t_5 = 2008-2010$). Neste caso, os parâmetros estimados (γ e β 's) indicam como mudanças nas variáveis explicativas, ocorridas em um período de três anos (por exemplo, período $t_1 = 1996-1998$), afetam a inovação neste mesmo período t_1 .

A segunda questão a ser destacada é o problema da endogeneidade das variáveis explicativas. A endogeneidade implica a presença de correlação entre os regressores (X_{it} 's) e o termo de erro do modelo (u_{it}): $E(X_{it} u_{it}) \neq 0$. Isto leva a estimativas inconsistentes para os parâmetros (γ e β 's) quando estimados por OLS.

Na equação (5.6) existem três fontes possíveis de endogeneidade: o efeito dinâmico; o problema de variáveis omitidas; e, a simultaneidade¹¹. Como destacado por Greene (2012), em modelos dinâmicos para dados em painel, a variável dependente defasada (IN_{it-1}) e o termo de erro (u_{it}) são seguramente correlacionadas devido a presença dos efeitos individuais não observados (α_i).

A segunda causa de endogeneidade está relacionada ao problema de variáveis omitidas, como as variáveis de política econômica (monetária, fiscal, etc), que afetam a inovação (variável dependente) e as variáveis explicativas educação ($EDUC$), investimento (INV_{it}) e P&D. Além disso, a endogeneidade é gerada pela possibilidade de que existam características específicas dos países - captadas por (α_i) - que não são observadas (como a aptidão) mas que afetam estas variáveis explicativas e, conseqüentemente, a inovação¹². E finalmente, a simultaneidade ocorre

¹¹ A literatura destaca várias fontes possíveis de endogeneidade em modelos econométricos, os mais comuns são: variáveis omitidas, erros de medida, simultaneidade e efeitos dinâmicos. Segundo Wooldridge (2002, p. 51), “*In fact, an equation can have more than one source of endogeneity*”. Para uma análise destes problemas, suas causas e conseqüências para análises econométricas ver Wooldridge (2002, cap. 4) e Greene (2012, cap. 8).

¹² Na metodologia de dados em painel a endogeneidade causada pela correlação entre (α_i) e as variáveis explicativas equivale a especificar o modelo dado na equação (5.6) como um modelo de efeitos fixos. Segundo Marques (2000, p.24), esta escolha é a mais apropriada “quando a amostra é relativamente agregada (i.e., ao nível de sectores, regiões, países etc) e o objetivo do estudo não é a previsão do comportamento individual (...)”.

quando pelo menos uma variável explicativa é determinada simultaneamente com a variável dependente. É o que pode-se supor para o investimento (INV_{it}) e a inovação (IN_{it}).¹³

Portanto, a equação (5.6) foi estimada considerando as variáveis inovação defasada (IN_{it-1}) investimento (INV), educação ($EDUC$) e pesquisa e desenvolvimento ($P\&D$) como potencialmente endógenas. As variáveis desvalorização do câmbio real (DCR) e volatilidade (VCR) foram tratadas como potencialmente exógenas.

Os dados usados para medir estas variáveis - patentes, FBKF/PIB, educação e P&D - foram obtidos no site da USPTO e do Banco Mundial (*World Development Indicators* - WDI on-line). Para obter os indicadores de desnivelamento (DCR) e volatilidade (VCR) cambial, descritos na próxima seção, a base de dados foi a *Penn World Table* (*PWT 8.0*)¹⁴.

Para lidar com o problema da endogeneidade, os parâmetros do modelo foram estimados usando o *GMM-System* ou estimador Arellano–Bover/Blundell–Bond¹⁵. Este estimador usa Variáveis Instrumentais e o Método Generalizado dos Momentos (GMM) e permite estimativas consistentes dos parâmetros. Tais estimativas foram obtidas usando um painel curto ou “*cross-sectionally dominant*” e fixo¹⁶, composto por 76 países, observados em cinco períodos.

O “desenho” do painel se deu em três passos. Primeiro foi especificado o período da análise, considerando a disponibilidade temporal dos dados para todas as variáveis de interesse. O segundo passo foi cruzar as informações para os países e selecionar todos aqueles que possuíam observações para todas as variáveis do estudo mesmo que, para alguma variável, estes dados não estivessem disponíveis em todo o período. Isto resultou em um painel com $T=15$ anos e $n=88$ países. Destes, 12 países foram excluídos da amostra, por possuírem um grande número de dados faltantes (não possuíam informação para duas ou mais variáveis em 40% do período

¹³ Entende-se que esta simultaneidade ou dupla causalidade entre inovação e investimento não ocorre no mesmo instante do tempo (t). Esta questão também foi destacada por Romero (2011, p.110). Para o autor, é provável que a relação de simultaneidade entre investimento (no período t) e inovação (no período t) dificilmente se verifique “uma vez que o investimento somente impactaria significativamente as inovações com alguma defasagem temporal”. No entanto, ao se definir t como um período de três anos é possível supor uma dupla causalidade entre a inovação e o investimento.

¹⁴ O Apêndice A apresenta a descrição das variáveis usadas, suas medidas e fontes.

¹⁵ Este estimador será apresentado na seção 5.5

¹⁶ Um painel é dito curto quando se observa uma grande quantidade de indivíduos em poucos períodos (T é fixo ou pequeno e $N \rightarrow \infty$) e é fixo quando os mesmos indivíduos são observados em todo o período.

estudado). Isto resultou em um painel não balanceado, na dimensão temporal, mas com um baixo número de *missings* (2%).¹⁷

Usando este painel e seguindo todos os procedimentos descritos nesta seção, o modelo especificado na equação (5.6) é uma boa proposta para analisar empiricamente as relações teóricas definidas na equação (5.5). Dos seis fatores definidos nesta equação como determinantes da inovação, dois são de maior interesse para esse trabalho: a desvalorização (*DCR*) e a volatilidade (*VCR*) da taxa de câmbio real. A metodologia de aferição destas variáveis para estimação da equação (5.6) será descrita na próxima seção.

5.4 Medindo a Desvalorização e a Volatilidade da Taxa de Câmbio Real

O principal objetivo dessa tese é demonstrar que a desvalorização (*DCR*) e a volatilidade (*VCR*) da taxa de câmbio real afetam a inovação e o progresso tecnológico e desta forma tem implicações sobre o crescimento econômico. Pretende-se, assim, contribuir para a literatura do crescimento, especificamente para a literatura que destaca a existência de uma relação de longo prazo entre o câmbio e o crescimento da renda. O ponto de partida para esta demonstração foi a construção teórica, apresentada no capítulo anterior, que apresenta novos argumentos (efeitos do câmbio sobre o fluxo de informação e decisão de investimento) para explicar os canais *DCR*-inovação e *VCR*-inovação. Para demonstrar empiricamente estes canais (que é a finalidade desse capítulo) é necessário definir como as variáveis (*DCR*) e (*VCR*) foram medidas. Este é o objetivo desta seção, que será dividida em duas partes: a primeira apresenta o indicador de desvalorização da taxa de câmbio real, definido seguindo Rodrik (2007); a segunda apresenta o indicador usado para medir a volatilidade do câmbio.

5.4.1 O Indicador de Desvalorização da Taxa de Câmbio Real

O indicador de desnivelamento cambial criado por Rodrik (2007) é essencialmente uma taxa de câmbio real ajustada para o efeito Balassa-Samuelson (BS). A observação deste efeito teve origem nos trabalhos desenvolvidos, individualmente, por Balassa (1964) e Samuelson (1964) e estabelece que diferenças na produtividade dos setores *tradables* e *non-tradables* de um país

¹⁷ A relação dos países que compõem a amostra encontra-se no Apêndice B.

determinam mudanças no nível de preços relativos (internos) e assim, na taxa de câmbio real deste país.

De acordo com o efeito BS, nas economias desenvolvidas, que apresentam maiores níveis de produtividade, a taxa de câmbio tende a ser sobrevalorizada em termos da PPP, enquanto nas economias em desenvolvimento os menores níveis de produtividade levam a taxa de câmbio a ser mais depreciada. O indicador de Rodrik corrige a taxa de câmbio real para estas diferenças de produtividade¹⁸. Este procedimento deve ser adotado neste estudo porque a mudança cambial associada a mudança na produtividade do trabalho não altera os estímulos sobre o investimento (*learning by doing*), sobre as exportações (rivalidade) e sobre o retorno do investimento no setor de bens *tradables* (autofinanciamento) que, por sua vez, são determinantes dos fluxos de informação e, conseqüentemente das inovações. O indicador de Rodrik é representado pela seguinte expressão:

$$\ln DCR_{it} = \ln RER_{it} - \ln \widehat{RER}_{it} \quad (5.8)$$

Onde: *i* e *t* são subscritos para país (*i* = 1, 2, ..., 76) e tempo (*t* = 1, 2 ..., 5 períodos de três anos); RER_{it} é a taxa de câmbio real observada; \widehat{RER}_{it} é o valor predito para a taxa de câmbio, ajustada para o efeito Ballasa-Samuelsom¹⁹. Valores negativos ($DCR_{it} < 0$) significam sobrevalorização e positivos ($DCR_{it} > 0$) significam desvalorização cambial.

Este indicador foi obtido em três passos. Inicialmente, foram utilizadas a taxa de câmbio nominal ($XRAT_{it}$) e o fator de conversão para a paridade do poder de compra (PPP_{it}) - ambos expressos em unidades de moeda nacional por dólar americano - para calcular a taxa de câmbio real observada (RER), usando a seguinte expressão:

¹⁸ Em outras palavras, o indicador de Rodrik (2007) retira das variações (desvalorização ou valorização) observadas na taxa de câmbio real de cada país, aquelas alterações (apreciação ou deprecição) que ocorrem devido a diferença na produtividade dos fatores destes países, o que torna este indicador mais adequado quando o objetivo é a comparação entre países.

¹⁹ Para o cálculo deste indicador, assim como foi definido no modelo para inovação (equação 5.6), a taxa de câmbio real observada (RER_{it}) e a taxa de câmbio real ajustada para o efeito BS (\widehat{RER}_{it}) foram obtidas usando médias trienais simples para as variáveis.

$$\ln RER_{it} = \ln(XRAT_{it}|PPP_{it}) \quad (5.9)^{20}$$

Em que: $RER > 1$ indica que o valor da moeda corrente está menor (mais depreciada) do que aquele indicado pela paridade do poder de compra e $RER < 1$ indica moeda mais apreciada.

O segundo passo foi obter a taxa de câmbio real (RER) ajustada para o efeito Ballassa-Samuelson. Isto foi feito estimando

$$\ln RER_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln RGDPC_{it} + v_{it} \quad (5.10)$$

onde: $RGDPC_{it}$ é o produto interno bruto per capita (uma *proxy* para a produtividade); $v_{it} = u_{it} + \alpha_i$ é o termo de erro composto, sendo u_{it} o distúrbio aleatório (fatores não observados que afetam a variável dependente) e α_i a heterogeneidade não-observada (ou efeitos individuais específicos) que varia entre países e é fixo no tempo; e, β_1 é o parâmetro de interesse (espera-se um $\beta_1 < 0$, confirmando o efeito BS).

Em seguida, os parâmetros estimados ($\hat{\beta}_0$ e $\hat{\beta}_1$) foram usados para calcular a taxa de câmbio real ajustada, dada por:

$$\ln \widehat{RER}_{it} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 \ln RGDPC_{it}, \quad (5.10')$$

A equação (5.10) foi estimada usando o modelo de efeitos fixos e o estimador *within*²¹. Esta definição foi fundamentada nos “testes de especificação de modelos para dados em painel”, sugeridos na literatura econométrica: o teste F (Teste *Chow*) e o *Breusch-Pagan test (LM: Lagranger-multiplier)*, confirmam a presença de efeitos individuais específicos (α_i) no modelo; e, o teste de *Hausman* confirma que (α_i) é potencialmente correlacionada com a variável

²⁰ Os dados para a taxa de câmbio nominal XRAT, bem como para a PPP e o RGDPC (produto interno bruto per capita - usado na equação 5.10) foram retiradas da PWT 8.0. Nesta base de dados todas as variáveis são fornecidas tendo como base o ano de 2005.

²¹ Existem dois modelos que podem ser usados para fazer estimativas usando dados em painel: o *Pooled Model* ($Y_{it} = \alpha + \beta X_{it} + u_{it}$); e, o Modelo de Efeitos Individuais Específicos ($Y_{it} = \alpha_i + \beta X_{it} + u_{it}$). Este último com duas variantes: i) o modelo de efeitos fixos (FE) - trata α_i como uma variável não observada, mas potencialmente correlacionada com as variáveis explicativas X_{it} ; e, ii) o modelo de efeitos aleatórios (AE) - trata α_i como uma variável aleatória que está distribuída independentemente dos regressores. A escolha por um destes modelos leva a diferentes estimadores para β : *Pooled OLS*, *Between*, *Within*, *First Differences*, e *Random Effects*. Para uma análise detalhada destes modelos e seus estimadores ver Cameron e Trivedi (2005, caps. 21) e Greene (2012, cap. 11).

explicativa ($RGDPCH_{it}$)²². Portanto, estes testes corroboram a especificação da equação (5.10) como um modelo de efeitos fixos. Para este modelo, dois estimadores podem ser usados: o estimador *within* (*Fixed Effects - FE*) e o estimador de primeira diferença (*First Difference-FD*)²³. Para $T > 2$ e painéis curtos, ambos fornecem estimativas não-viesadas e consistentes para β ²⁴.

Neste caso, não existe teste de especificação para escolher o melhor estimador. A decisão depende da suposição sobre os erros, u_{it} . Quando os erros não são serialmente correlacionados o estimador *within* (*FE*) é mais eficiente (WOOLDRIDGE, 2002). Assim, foi realizado o teste de autocorrelação dos resíduos²⁵ e o resultado mostra que não existe correlação serial em u_{it} , indicando o uso do estimador *within* (*FE*).

A estimação da equação (5.10), usando o estimador de efeitos fixos (*within*) e controlando para heterocedasticidade, resultou em um $\hat{\beta}_1 = -0,76$, estatisticamente significativo.²⁶ Este resultado indica que um aumento de 10% na renda per capita no período t_1 (1996-1998) reduz (valoriza) a taxa de câmbio real em cerca de 7,6% neste mesmo período, sugerindo a presença do efeito BS no painel estudado.

²² De forma geral, os testes de *Chow* e de *Breusch-Pagan* buscam validar a hipótese de heterogeneidade individual. São realizados sob a **hipótese nula** de que não existem efeitos individuais específicos (*Pooled Model* é o correto). Em ambos os testes a probabilidade desta hipótese está correta foi muito próxima de zero (p-valor = 0,0000) e pode ser rejeitada em qualquer nível de significância. O teste de *Hausman* verifica a **hipótese nula** de que os efeitos individuais (α_i) são não correlacionados com o regressor (*RGDPCH*) (modelo de efeitos aleatórios é mais eficiente), contra a hipótese de que há correlação (modelos de efeitos fixos mais eficiente) e o resultado do teste também permite rejeitar a hipótese nula em qualquer nível de significância (p-valor = 0,0000).

²³ Segundo Cameron e Trvedi (2005), em modelos de efeitos fixos, estes estimadores permitem estimativas consistentes dos parâmetros de $Y_{it} = \alpha_i + \beta X_{it} + u_{it}$, mesmo na presença de endogeneidade ($E[X_{it} \alpha_i] \neq 0$), desde que X_{it} e α_i não sejam correlacionados com u_{it} ($E[u_{it} / X_{it}, \alpha_i] = 0$). A estimação é feita aplicando OLS ao modelo transformado: $Y_{it} - \bar{Y}_{it} = (X_{it} - \bar{X}_{it})' \beta + (u_{it} - \bar{u}_{it})$ para o estimador *within*; ou a $Y_{it} - Y_{i,t-1} = (X_{it} - X_{i,t-1})' \beta + (u_{it} - u_{i,t-1})$ para o estimador de primeira diferença. Isto elimina α_i denominado “*incidental parameters*” e a fonte de endogeneidade permitindo estimar o parâmetro de interesse β . Em modelos dinâmicos a endogeneidade persiste mesmo após estas transformações e estes estimadores tornam-se inconsistentes, como será discutido na seção 5.5.

²⁴ Quando $T=2$, as estimativas FD e EF e todas as estatísticas de teste são idênticas.

²⁵ Segundo Wooldridge (2002, p.282), testar a existência de correlação serial em u_{it} é semelhante a testar a não correlação em Δu_{it} . Portanto, o teste é feito sob a **hipótese nula** (H_0) de ausência de autocorrelação nos erros em primeira diferença (Δu_{it}). Rejeitar H_0 implica em que u_{it} não é serialmente correlacionado. Pelo resultado do teste, a probabilidade de H_0 ser verdadeira é muito baixa (p-valor = 0.0000) e esta hipótese pode ser rejeitada.

²⁶ O *t statistic* foi de -9,82, com p-valor = 0,000, o que permite afirmar que o parâmetro estimado é estatisticamente significativo a 1%.

Finalmente, o indicador de desalinhamento da taxa de câmbio real ($\ln DCR_{it}$) foi calculado subtraindo da taxa de câmbio real observada ($\ln RER_{it}$) para cada país e período (t), o valor estimado para a taxa de câmbio ajustada para o efeito Ballasa-Samuelson ($\ln \overline{RER}_{it} = 7,6148 - 0,7670 \ln RGDPC_{it}$)²⁷.

5.4.2 Medindo a Volatilidade da Taxa de Câmbio

Uma das questões centrais levantadas nessa tese, refere-se a relação de longo prazo da volatilidade cambial com a inovação. A hipótese subjacente a esta relação é a de que uma taxa de câmbio volátil rompe os fluxos de informação entre os vários elos das cadeias produtivas do setor de *tradables* e, também, aumenta a incerteza empresarial em relação ao futuro. Isto desarticula as cadeias produtivas dos *tradables* - destruindo as “capacidades inovativas construídas” nos segmentos mais dinâmicos deste setor - e desestimula o investimento em ativos inovativos com efeitos negativos sobre a inovação. Para testar esta hipótese é preciso decidir como medir a volatilidade cambial.

Existe uma vasta literatura analisando a relação da volatilidade da taxa de câmbio real com variáveis econômicas como o investimento, a produtividade, os fluxos de comércio, o crescimento econômico, entre outras. No entanto, como destaca Clark, *et al* (2004), parece não haver consenso sobre o método apropriado de medir tal volatilidade. As medidas envolvem desde modelos estruturais para séries temporais do tipo ARCH/GARCH e Painel-GARCH, até o uso de métodos mais simples como o coeficiente de variação e o desvio padrão²⁸.

Neste trabalho, para testar a robustez dos resultados, optou-se por usar duas medidas diferentes para a volatilidade: a medida (P&S) de Perée e Steinherr (1989) e o desvio padrão móvel (DPM), denominadas, respectivamente, por VPS e VDP²⁹.

²⁷ Nesta equação, o termo de intercepto ($\hat{\beta}_0 = 7,6148$) não corresponde ao α_i . Trata-se do intercepto estimado e fornecido pelo *stata* que corresponde a uma média dos efeitos individuais α_i . Em painéis curtos estes efeitos individuais não podem ser consistentemente estimados (CAMERON; TRIVEDI, 2009).

²⁸ Para maiores detalhes ver: Servén (2002), Clark, *et al* (2004), Aghion *et al* (2006), Schnabl (2007), Bittencourt, Larson e Thompson (2007), Araújo (2009), Calderón e Kubota (2009), Mukhtar e Malik (2010).

²⁹ Estas medidas têm sido bastante utilizadas em trabalhos que analisam o impacto da incerteza da taxa de câmbio de longo prazo na economia: Aghion *et al* (2006) analisam o impacto da volatilidade do câmbio sobre a produtividade usando o desvio padrão móvel do percentual de alteração da taxa de câmbio como uma *proxy* para a volatilidade; Schnabl (2007), analisa a relação volatilidade e crescimento econômico usando esta mesma medida; Curado, Rocha e Damiani (2011), analisam a relação câmbio/crescimento usando a medida de P&S.

A medida (*P&S*) considera que uma taxa de câmbio muito volátil aumenta o grau de incerteza que afeta, entre outras coisas, a própria volatilidade cambial futura. Esta medida é dada por:

$$VPS_{it} = \frac{\max X_{it-k}^{t-1} - \min X_{it-k}^{t-1}}{\min X_{it-k}^t} + \left[1 + \frac{|X_{it} - X_{it}^*|}{X_{it}^*} \right]^2 \quad (5.11)$$

Em que: X_{it} é a taxa de câmbio real observada para o país i no ano t ; $\max X_{it-k}^{t-1}$ é o valor máximo da taxa de câmbio real observada nos últimos k períodos (anos); $\min X_{it-k}^{t-1}$ é o valor mínimo da taxa de câmbio real observado nos últimos k períodos; e, X_{it}^* é a taxa de câmbio de “equilíbrio”.³⁰

O primeiro termo da equação captura a experiência acumulada pelos agentes e é uma *proxy* para incerteza: a maior diferença observada entre as taxas de câmbio de um dado período (de tamanho k), afeta a incerteza dos agentes em relação ao futuro. Assim, se em t ou $t-1$ a taxa de câmbio real permaneceu constante, mas em anos anteriores alcançou uma queda ou aumento recorde, os agentes não confiarão na estabilidade cambial. O segundo termo adiciona ao componente histórico da volatilidade informações mais recentes que geram incerteza. Estas informações resultam da observação do afastamento do câmbio de seu nível de “equilíbrio”. Postula-se que enquanto desvios cambiais crescem linearmente, a incerteza cresce exponencialmente (PERÉE; STEINHERR, 1989).

A segunda medida, o desvio padrão móvel (DPM), calcula a volatilidade cambial como oscilações em torno de um valor médio da taxa de câmbio e esta média varia no tempo. A medida de volatilidade usando o DPM é dada pela seguinte expressão:

$$VDP_{it} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^k (x_{i,t-j} - \bar{x}_{it})^2}{k-1}} \quad (5.12)$$

Onde:

$$i) \ x_{it} = \ln(X_{it}) - \ln(X_{i,t-1}), \quad (5.13)$$

³⁰ A literatura sobre o tema, define câmbio real de equilíbrio como a média aritmética simples da taxa de câmbio real X_{it} observada nos últimos k períodos (uma *proxy* da taxa de câmbio de equilíbrio). Contudo, esta definição é diferente daquela que considera o câmbio de equilíbrio como sendo a taxa de câmbio que garante o equilíbrio do Balanço de Pagamentos.

sendo i e t subscritos para país e período, respectivamente; X_{it} a taxa de câmbio real observada: $X_{it} = (XRAT_{it}|PPP_{it})$; $XRAT_{it}$ a taxa de câmbio nominal e PPP_{it} o fator de conversão para a paridade do poder de compra - ambos expressos em unidades de moeda nacional por dólar americano; e,

$$\text{ii) } \bar{x}_{it} \text{ é a média móvel de } x_{it} \text{ para os últimos } k \text{ anos: } \bar{x}_{it} = \frac{\sum_{j=1}^k (x_{i,t-j})}{k} \quad (5.14)$$

Nas duas medidas para a volatilidade (VPS e VDP), k representa o período (ou janela de observação) que é usado para cálculo da volatilidade ($k = 3, 5, 10 \dots$ anos). Assim por exemplo, quando se usa $k=5$ para calcular a medida VPS_{it} , o max (min) de X_{it-5}^{t-1} corresponde ao valor máximo (mínimo) da taxa de câmbio real observada no período de 5 anos, ou seja, de $t-5$ a $t-1$. Este período k deve ser escolhido arbitrariamente para investigar a robustez dos resultados. Neste trabalho foram usadas janelas de 3 e 5 anos, isto resultou em 4 medidas $VDP3$, $VDP5$, $VPS3$ e $VPS5$ que foram usadas para testar a relação volatilidade do câmbio/inovação.

As duas fórmulas VPS e VDP , foram inicialmente usadas para calcular a volatilidade anual da taxa de câmbio, para o período de 1996 a 2010³¹, e posteriormente foram calculadas as médias trienais simples destas medidas, seguindo o procedimento definido na seção anterior para estimação da equação (5.6). Esta equação foi então estimada usando o estimador System-GMM que será apresentado na próxima seção.

5.5 O Estimador de Painel Dinâmico

Na forma como foi especificado, o modelo para inovação apresentado na equação (5.6) se caracteriza como um modelo dinâmico - inclui nos regressores a variável dependente defasada. Reescrevendo aquele modelo de forma mais compacta tem-se:

$$in_{it} = \gamma in_{it-1} + \beta x_{it} + \alpha_i + \varepsilon_{it}, \quad i = 1, \dots, 76, \quad t = 1, \dots, 5 \quad (5.6')$$

³¹ Neste caso, como o objetivo era calcular a volatilidade anual no período de 1996 a 2010 usando “janelas de observação” de 3 e 5 anos (anteriores), os dados usados para a taxa de câmbio real observada (X_{it}) correspondem ao período de 1991 a 2010.

Onde: $\ln = \ln IN$; x_{it} é o conjunto das demais variáveis explicativas endógenas ($\ln v = \ln INV$, $\ln educ = \ln EDUC$ e $\ln p\&d = \ln P\&D$) e exógenas, ($\ln dcr = \ln DCR$ e $\ln vcr$); e, $u_{it} = \alpha_i + \varepsilon_{it}$.

Para estimar os parâmetros deste modelo, surgem algumas dificuldades. Uma das principais é o problema da endogeneidade das variáveis explicativas. Em modelos dinâmicos como o da equação (5.6'), ainda que x_{it} contenha apenas variáveis exógenas, a variável dependente defasada (\ln_{it-1}), é correlacionada com o erro u_{it} por meio de α_i , mesmo que seja assumido que ε_{it} não é autocorrelacionado.

Neste caso, os estimadores OLS tradicionais usados para estimar os parâmetros em modelos de painéis estáticos - tanto em modelos de efeitos fixos (equação 5.6'), como em modelos de efeitos aleatórios - levam a estimativas viesadas e inconsistentes de γ e β devido a persistência da correlação entre (\ln_{it-1}) e o termo de erro³². Assim, para modelos de painéis dinâmicos, estimadores alternativos são necessários (GREENE, 2012; CAMERON; TRIVEDI, 2005).

Dois estimadores têm se destacado na literatura econométrica por proporcionarem, através do uso de variáveis instrumentais (IV) e do Método Generalizado do Momentos (GMM), resultados mais eficientes na estimação de painéis dinâmicos: o Arellano–Bond (GMM-*Difference*) e o Arellano–Bover/Blundell–Bond (GMM-*System*).³³

Estes estimadores foram delineados para analisar painéis com características semelhantes ao que está sendo usado nesse trabalho. Segundo Roodman (2009), o *Difference-GMM* e o *System-GMM* são adequados para painéis curtos (T pequeno e N grande) e incorporam as seguintes suposições sobre o processo gerador dos dados: i) o processo é dinâmico - valores correntes da variável dependente são influenciados por seus valores passados; ii) podem haver efeitos individuais fixos distribuídos aleatoriamente; iii) alguns regressores podem ser endógenos; e, iv) o termo de erro ε_{it} é serialmente não correlacionado entre os países (indivíduos), embora

³² Para estes estimadores - *Pooled OLS*, *Between*, *Within*, *First Differences*, e *Random Effects* - a suposição de ortogonalidade ou exogeneidade estrita dos regressores ($E[\varepsilon_{it}/\alpha_i, x_{i1}, \dots, x_{iT}] = 0$) é fundamental para a estimação consistente dos parâmetros e esta suposição é violada em modelos dinâmicos. Para uma análise dos modelos usados com dados em painel (estáticos e dinâmicos) e seus estimadores ver Cameron e Trivedi (2005, caps. 21 e 22); Greene (2012, cap. 11) e Marques (2000).

³³ Arellano e Bond (1991); Arellano e Bover (1995); Blundell e Bond (1998).

cada país possa apresentar padrões individuais de heterocedasticidade e correlação serial (no tempo).

O modelo geral deste processo de geração de dados para o modelo da inovação (considerando a estimação na forma matricial), pode ser descrito por:

$$in_{it} = \gamma in_{it-1} + x'_{it}\beta + \alpha_i + \varepsilon_{it}, \quad i = 1, \dots, 76, \quad t = 2, \dots, 5. \quad (5.15)$$

$$u_{it} = \alpha_i + \varepsilon_{it} \quad (5.16)$$

Onde γ é um escalar; x'_{it} é o vetor de variáveis explicativas (de dimensão $1 \times k$); β é o vetor de coeficientes associados às variáveis explicativas (de dimensão $k \times 1$). Assume-se ainda que: $E(\alpha_i) = E(\varepsilon_{it}) = E(\alpha_i \varepsilon_{it}) = 0, \quad i = 1, \dots, 76, \quad t = 2, \dots, 5$

Para estimar os parâmetros γ e β da equação (5.15), o primeiro passo é extrair a primeira diferença das variáveis em relação aos seus valores passados para excluir os efeitos fixos de tempo. Assim:

$$in_{it} - in_{i,t-1} = \gamma(in_{i,t-1} - in_{i,t-2}) + (x_{it} - x_{i,t-1})'\beta + (\varepsilon_{it} - \varepsilon_{i,t-1}), \quad (5.17) \quad \text{ou}$$

$$\Delta in_{it} = \gamma(\Delta in_{it-1}) + (\Delta x'_{it})\beta + \Delta \varepsilon_{it}, \quad t = 2, \dots, 5 \quad (5.18)$$

Então, Arellano e Bond (1991) propõem que as variáveis endógenas da equação em primeira diferença ($\Delta in_{it-1}, \Delta educ_{it}, \Delta inv_{it}, \Delta p\&d_{it}$)³⁴ sejam instrumentalizadas por valores passados destas variáveis em nível sob a suposição de que estes valores passados (instrumentos Z_{it}), não são correlacionados com o erro (Δu_{it}). Em outras palavras, baseado na suposição de exogeneidade fraca dos instrumentos, o estimador AB (ou *GMM-Diff*) usa a condição de momento $E[Z_{is} \Delta u_{it}] = 0$, para $s \leq t - 2$, para definir a matriz de instrumentos Z_i usada na estimação dos parâmetros da equação (5.18). Neste trabalho os instrumentos usados para as

³⁴ As variáveis $\Delta educ_{it}$, $\Delta p\&d_{it}$ e Δinv_{it} são variáveis endógenas contidas em $\Delta x'_{it}$, que pode ser dividida em componentes endógenos $\Delta x'_{1it} = (educ_{it} - educ_{it-1}; inv_{it} - inv_{it-1}; p\&d_{it} - p\&d_{it-1})$ e exógenos $\Delta x'_{2it} = (dcr_{it} - dcr_{it-1}; vcr_{it} - vcr_{it-1})$ estes últimos sendo instrumentalizados por seus próprios valores.

variáveis endógenas $(\Delta in_{it-1}, \Delta educ_{it}, \Delta inv_{it}, \Delta p\&d_{it})$ foram, respectivamente $(in_{it-2}, in_{it-3}, educ_{it-2}, educ_{it-3}, inv_{it-2}, in_{it-3}, p\&d_{it-2}, p\&d_{it-3})$ ³⁵.

Este estimador, ao extrair as primeiras diferenças das variáveis pode reduzir significativamente a quantidade de observações, o que é problemático quando o número de períodos de tempo é muito pequeno em relação ao número de observações *cross-section*. Isto reduz o número de instrumentos disponíveis e pode levar a estimativas inconsistentes em painéis curtos e não balanceados³⁶

Este problema pode ser resolvido usando o estimador *GMM-System* de Arellano-Bover (1995) e Blundell-Bond (1998). Estes autores acrescentam uma nova condição de momento para os instrumentos Z_{it} : a condição de que as primeiras diferenças das variáveis instrumentais não apresentam correlação com os erros $E[\Delta Z_{is} u_{it}] = 0$ para $s \leq t - 1$. Então propõem a estimação dos parâmetros γ e β por meio de um sistema que combina as equações (5.15) e (5.18):

$$in_{it} = \gamma in_{it-1} + x'_{it}\beta + \alpha_i + \varepsilon_{it} \quad (5.15)$$

$$\Delta in_{it} = \gamma(\Delta in_{it-1}) + (\Delta x'_{it})\beta + \Delta \varepsilon_{it}, \quad (5.18)$$

Isto permite a inclusão de variáveis explicativas diferenciadas $(\Delta in_{i,t-2}, \Delta educ_{i,t-1}, \Delta inv_{i,t-1}, \Delta p\&d_{i,t-1})$ como instrumentos adicionais para estimação da equação em nível, além das variáveis explicativas defasadas $(in_{it-2}, in_{it-3}, educ_{it-2}, educ_{it-3}, inv_{it-2}, inv_{it-3}, p\&d_{it-2}, p\&d_{it-3})$ como instrumentos para a equação em primeira diferença. O aumento no número de instrumentos melhora a eficiência e a consistência dos parâmetros estimados.

Portanto o modelo para inovação (equação 5.6'), foi estimado usando o “*GMM-System* em dois estágios,³⁷ robusto para heterocedasticidade e utilizando o modelo em primeira diferença para

³⁵ A proposta é usar como instrumento para uma dada variável endógena ΔX_{it} uma defasagem de pelo menos dois períodos (ou dois *lags* para cada variável) X_{it-2} e, para uma dimensão temporal (T) grande ou moderada, uma defasagem máxima de quatro períodos X_{it-4} (CAMERON; TRIVEDI, 2005). Neste trabalho, para evitar a proliferação de instrumentos que enfraquece os testes sobre a robustez do modelo, optou-se por usar a primeira opção.

³⁶ A transformação por primeira diferença aumenta os *gaps* em painéis não balanceados. Para uma variável y_{it} que é *missing* no modelo em nível, Δy_{it} será *missing* nos dados transformados. Segundo Roodman (2009, p.104) “*One can construct datasets that completely disappear in first differences*”.

³⁷ Foi usado o comando *xtabond2* no Stata 12.0 que aplica, automaticamente, a correção de Windmeijer (2005) para vies nos desvios-padrão das estimações *two-step*, em pequenas amostras. Para maiores detalhes ver Roodman (2009).

correção dos efeitos fixos de tempo. Para a equação em nível (5.15) as variáveis endógenas foram instrumentalizadas por $(\Delta in_{i,t-2}, \Delta educ_{i,t-1}, \Delta inv_{i,t-1}, \Delta p\&d_{i,t-1})$ e para a equação em primeira diferença (5.18) os instrumentos foram $(in_{i,t-2}, in_{i,t-3}, educ_{i,t-2}, educ_{i,t-3}, inv_{i,t-2}, inv_{i,t-3}, p\&d_{i,t-2}, p\&d_{i,t-3})$.

A robustez da estimação usando o *GMM-System*, depende da validade destes instrumentos. A hipótese fundamental é que eles são ortogonais ou exógenos, caso em que as condições de momento estão corretas. Três testes de validação dos instrumentos foram aplicados ao modelo estimado: o “*Sargan/Hansen test*”; o “*Difference-Hansen test*” e o teste de autocorrelação dos resíduos de Arellano-Bond (1991).

O “*Sargan/Hansen test*” examina a validade conjunta dos instrumentos. O teste de Hansen (robusto para problemas de heterocedasticidade e autocorrelação, mas enfraquecido caso haja muitos instrumentos), testa a hipótese nula (H_0) de ortogonalidade dos instrumentos; e, o teste de Sargan (não robusto porém mais forte em relação à proliferação de instrumentos) testa a hipótese nula (H_0) de que os instrumentos acrescentados com o *GMM-Sys* são correlacionados com os erros. Assim, a aceitação de H_0 -Hansen e a rejeição de H_0 -Sargan confirma a validade dos instrumentos usados.

O “*Difference-Hansen test*” examina a hipótese conjunta de que tanto os instrumentos da equação em nível, quanto os instrumentos da equação em diferença são exógenos e é um teste complementar ao “*Sargan/Hansen test*”.

O terceiro teste importante para confirmar a robustez do modelo é o de Arellano-Bond (1991) para autocorrelação serial dos resíduos ε_{it} . No modelo para inovação (equação 5.6') o termo de erro tem dois componentes: $u_{it} = \alpha_i + \varepsilon_{it}$. O termo u_{it} é, por definição, autocorrelacionado porque contém os efeitos fixos de tempo (α_i), mas o *GMM-Sys* elimina esta fonte de correlação.

No entanto, como destaca Roodman (2009), se ε_{it} for serialmente correlacionado ($E[\varepsilon_{it}\varepsilon_{is}] \neq 0$ para $i = 1, \dots, 76; \forall s \neq t$), alguns *lags* da variáveis em nível tornam-se instrumentos inválidos para o modelo em primeira diferença. No modelo para inovação, se ε_{it} apresenta correlação serial de primeira ordem, então:

$$E[\varepsilon_{i,t}\varepsilon_{i,t-1}] \neq 0 \text{ e } E[\varepsilon_{i,t-1}\varepsilon_{i,t-2}] \neq 0.$$

Neste caso in_{it-2} , $educ_{it-2}$, inv_{it-2} , e $p\&d_{it-2}$, deixam de ser instrumentos válidos para a equação em primeira diferença porque serão endógenos ao termo de erro $\Delta u_{it} = (\varepsilon_{it} - \varepsilon_{i,t-1})$ ³⁸ via $\varepsilon_{i,t-1}$.

O teste de Arellano-Bond (1991) é feito sobre os resíduos em primeira diferença ($\Delta\varepsilon_{it}$), sob a hipótese nula de que não existe autocorrelação de primeira (H_0^1) e de segunda ordem (H_0^2). *O resultado mais importante para confirmar a validade dos instrumentos é a aceitação (ou não-rejeição) de (H_0^2).*³⁹ Isto garante condições suficientes para confirmar que as condições de momento estão corretas e, portanto, os instrumentos usados são válidos.

Além dos testes de sobreidentificação, foi realizado um “teste” adicional para confirmar a eliminação do “viés de painel dinâmico” e a consistência do estimador *GMM-SYS*, seguindo a proposta de Roodman (2009) e Bond (2002).⁴⁰

Estes autores sugerem usar os estimadores *Within* e *OLS*. Estes estimadores fornecem estimativas viesadas (*Within* subestima e *OLS* superestima) para o parâmetro $\hat{\gamma}$ (coeficiente da variável dinâmica $in_{i,t-1}$). Assim, boas estimativas do verdadeiro parâmetro γ , usando o *GMM-SYS*, devem estar entre os limites das estimativas por *Within* e *OLS*. Os resultados da estimação para o modelo de inovação, usando o System GMM, e todos os testes supracitados são apresentados na próxima seção.

5.6 Estimativa do Modelo Dinâmico para Inovação: apresentação e análise dos resultados

Nas seções precedentes foi apresentada uma proposta de um modelo teórico e empírico para a inovação tecnológica. A partir deste modelo (equação 5.6 ou 5.6') é possível analisar, estatisticamente, a validade das hipóteses sobre a relação câmbio/inovação levantadas nesse

³⁸ O termo de erro é $u_{it} = \alpha_i + \varepsilon_{it}$, no entanto $\Delta\alpha_i = 0$, logo: $\Delta u_{it} = (\varepsilon_{it} - \varepsilon_{i,t-1})$.

³⁹ A correlação de primeira ordem entre $\Delta\varepsilon_{it} = \varepsilon_{it} - \varepsilon_{i,t-1}$ e $\Delta\varepsilon_{i,t-1} = \varepsilon_{i,t-1} - \varepsilon_{i,t-2}$ é esperada devido a $\varepsilon_{i,t-1}$ (ROODMAN, 2009).

⁴⁰ Rigorosamente falando, não se trata de um teste formal, mas é uma sugestão dos autores para confirmar a consistência do estimador System GMM para painéis dinâmicos.

trabalho. Assim, seguindo os procedimentos descritos anteriormente, foram testadas as seguintes equações:

$$in_{it} = \beta_0 + \gamma in_{it-1} + \beta_1 inv_{it} + \beta_2 educ_{it} + \beta_3 p\&d_{it} + \beta_4 dcr_{it} + \beta_5 vcr_{it} + \alpha_i + \varepsilon_{it} \quad (5.6')$$

$$in_{it} = \beta_0 + \gamma in_{it-1} + \beta_1 inv_{it} + \beta_2 educ_{it} + \beta_3 p\&d_{it} + \beta_4 dcr_{it} + \beta_5 vcr_{it} + \delta_1 (dcr \times SI) + \delta_2 (vcr \times SI) + \alpha_i + \varepsilon_{it} \quad (5.6'')$$

Na equação (5.6'') as duas últimas variáveis são *dummies* de interação, que serão explicadas posteriormente. Estas equações foram estimadas para os 76 países da amostra e 5 períodos ($t_1 = 1996-1998$ a $t_5 = 2008-2010$) onde em cada período (t) as observações correspondem à média simples das variáveis⁴¹.

Antes de estimar estas equações, foram aplicados os testes de especificação de modelos para dados em painel: os testes F (Teste de *Chow*), o *Breusch-Pagan test (LM:Lagranger-multiplier)*, e o teste de *Hausman*⁴². Os testes F e LM confirmam a existência de efeitos individuais (ou heterogeneidade) não observados no painel e o teste de *Hausman* confirma que o modelo de efeitos fixos é o mais eficiente. Portanto, a especificação do modelo dinâmico para inovação, como um modelo de efeitos fixos, é a mais adequada⁴³

Para investigar a robustez do modelo, a equação (5.6') foi estimada usando as duas medidas para a volatilidade da taxa de câmbio real: desvio padrão móvel (VDP3 e VDP5) e P&S (VPS3 e VPS5) e, como proposto por Bond (2002) e Roodman (2009), para analisar a eficiência do estimador *GMM-SYS* na eliminação do viés as equações foram estimadas também por *OLS* e *Within*. No entanto, a apresentação e análise dos resultados se concentra nas estimações usando *GMM-SYS* e VPS5.

Na regressão da equação (5.6') o objetivo é investigar a hipótese de que: i) a desvalorização da taxa de câmbio real estimula a inovação ($\beta_4 > 0$); e, ii) uma taxa de câmbio volátil desestimula

⁴¹ As estatísticas descritivas das variáveis que compõem estes modelos encontram-se no Apêndice C.

⁴² Os resultados para estes testes encontram-se no Apêndice D.

⁴³ Em modelos dinâmicos, assim como é o caso para os modelos estáticos, a especificação em modelos de efeitos fixos ou aleatórios tem implicações distintas para as estimações e propriedades dos estimadores. Para uma análise destas implicações e revisão da literatura sobre modelos dinâmicos com dados em painel ver Marques (2000).

os investimentos em ativos inovativos ($\beta_5 < 0$). Os resultados da estimação deste modelo encontram-se na Tabela 01.

Tabela 01: Modelo Dinâmico de Efeitos Fixos para Inovação (Equação 5.6')

Variáveis Explicativas	GMM-SYS two step		
	Coefficientes	DP-robustos	p-valor
in_{t-1}	$\hat{\gamma} = 0,6038$	0,1424	0,000*
inv	$\hat{\beta}_1 = 0,4486$	0,2400	0,066***
$educ$	$\hat{\beta}_2 = 0,3076$	0,2244	0,175
$p\&d$	$\hat{\beta}_3 = 0,6889$	0,2949	0,022**
dcr	$\hat{\beta}_4 = 0,2711$	0,1367	0,051***
$vcr(vps5)$	$\hat{\beta}_5 = -0,4743$	0,9880	0,000*
Constante	$\hat{\beta}_0 = 1,4594$	1,1143	0,195
Testes de Validação dos Instrumentos (Nível de significância de 5%)			
Teste de Arellano-Bond		p-valor	
H_0^1 : ausência de correlação serial AR(1)		0,001	
H_0^2 : ausência de correlação serial AR(2)		0,101	
Teste de Sargan			
H_0 : instrumentos adicionais não ortogonais		0,019	
Teste de Hansen			
H_0 : instrumentos ortogonais		0,139	
Difference-Hansen test			
H_0 : todos os instrumentos são válidos		0,371	
H_0 : instrumentos adicionais são exógenos		0,80	
Teste de eliminação do viés de painel dinâmico (comparação das estimativas para γ)			
<i>Within</i>	<i>GMM-SYS</i>	<i>OLS</i>	
0,1663	0,6038	0,9316	
(p-valor = 0,016)	(p-valor = 0,000)	(p-valor = 0,000)	
Número de países		76	
Número de observações		380	
Número de instrumentos		22	

Fonte: Elaboração própria a partir das regressões.

Notas: * significativo a 1%, ** significativo a 5%, *** significativo a 10%.

Analisando inicialmente a qualidade da estimação, os testes na Tabela 01 mostram que os resultados para a regressão deste modelo (5.6') são estatisticamente robustos: o teste de Arellano-Bond de ausência de autocorrelação dos resíduos tem o resultado que confirma a validade dos instrumentos e das estimativas (rejeita H_0^1 e não rejeita H_0^2); o teste Sargan/Hansen, rejeita H_0 -Sargan e não rejeita H_0 -Hansen confirmando a ortogonalidade e a validade dos instrumentos usados; e, o teste *Difference-Hansen* também confirma que todos os instrumentos são válidos (os instrumentos não são correlacionados com o erro). Além disso, o valor estimado para $\hat{\gamma}$ (coeficiente da variável dinâmica in_{t-1}) encontra-se entre os limites dos

valores estimados por *Within* (que subestima) e *OLS* (superestima), evidenciando que o *GMM-SYS* fornece uma boa estimativa e consegue eliminar o viés no painel dinâmico.

Como pode ser observado na tabela 01, todas as variáveis explicativas do modelo, com exceção da variável educação, foram estatisticamente significativas e têm os sinais esperados. A variável in_{t-1} (significativa a 1%) capta o efeito do conhecimento acumulado sobre a inovação tecnológica: cada inovação gerada em $t-1$ é uma forma de materialização do conhecimento que é considerado um “insumo” importante para produzir inovação em t . O resultado mostra que, para cada acréscimo de 10% na produção de inovação em $t-1$, espera-se um aumento de cerca de 6,0% na inovação em t .

O investimento em capital físico (significativo ao nível de 10%) e os gastos em pesquisa e desenvolvimento (significativo a 5%) também têm efeitos diretos sobre a inovação: para cada elevação de 10% do investimento no período de três anos espera-se (*ceteris paribus*) que a inovação aumente 4,5% neste mesmo período. Do mesmo modo, um aumento de 10% nos gastos com P&D estimula um crescimento da inovação de 6,9%.

Para a variável educação, o fato desta ter se mostrado estatisticamente não significativa como estímulo a inovação no modelo empírico analisado não implica que esta variável não seja um importante determinante do progresso tecnológico. Este resultado pode ser consequência da base de dados usada para medir esta variável (porcentagem da população com ensino superior)⁴⁴.

Como destacado no segundo capítulo, inovar requer conhecimento e aprendizado contínuo. Parte da habilidade para adquirir e usar este conhecimento é proveniente das universidades, que fornecem ao mercado profissionais capacitados para participar de todas as etapas do processo de inovação (pesquisa, desenvolvimento e difusão). Mas, segundo Nelson (2006), para efeito sobre a inovação, o mais importante não é o número de estudantes ou o volume de treinamento que eles recebem, e sim a efetividade com que suas habilidades estão interligadas ao processo de inovação tecnológica em uma determinada economia (um aspecto complicado de mensurar). Assim, a porcentagem da população com ensino superior pode não ser uma boa medida para captar o efeito da educação sobre a inovação.

⁴⁴ Esta medida foi escolhida por estar disponível para uma grande quantidade de países no período estudado.

Os dois parâmetros de maior interesse na regressão da equação (5.6'), são aqueles que captam o efeito da desvalorização (*dcr*) e da volatilidade (*vcr*) da taxa de câmbio real sobre a inovação tecnológica. O coeficiente estimado para a variável *dcr* (0,2711) é significativo ao nível de 10% e tem o sinal esperado. Este resultado indica que um aumento (desvalorização) de 10% na taxa de câmbio real no período de três anos, leva (*ceteris paribus*) a um aumento esperado na inovação de cerca de 2,7%, no mesmo período.

Em relação a volatilidade (*vcr*), esta mostrou-se significativa ao nível de 1% e com sinal esperado. Seu coeficiente estimado indica que uma redução de 10% na volatilidade cambial aumenta a inovação em cerca de 7,9% no mesmo período⁴⁵. O efeito da volatilidade cambial sobre a inovação é confirmado (com resultados robustos considerando níveis de significância de 5% e 10%), mesmo quando o modelo (equação 5.6') é estimado usando as diferentes medidas de volatilidade (VPS3, VDP5 e VDP3), com algumas alterações na magnitude dos coeficientes estimados⁴⁶.

Estes resultados corroboram as hipóteses de que a desvalorização da taxa de câmbio real e a sua volatilidade têm efeitos sobre a inovação e o progresso tecnológico, para o período e grupo de países analisados.

Um dos principais argumentos para explicar esta relação câmbio/inovação, defendido nesse trabalho, é o efeito do câmbio sobre um insumo fundamental para produzir inovação: o fluxo de informação⁴⁷. Como demonstrado no capítulo anterior, a desvalorização da taxa de câmbio real ($\uparrow e_r = [PT/PNT]$), ao favorecer a lucratividade e estimular a produção, as exportações e o investimento no setor de *tradables* (que possui uma cadeia produtiva com grande circularidade), aumenta o fluxo de informação possibilitando o aumento do conhecimento e

⁴⁵ Na forma como foi definido no modelo, o coeficiente estimado para a volatilidade da taxa de câmbio ($\beta_5 = -0,4743$) mede a mudança percentual esperada na inovação, quando a volatilidade do câmbio real (*vcr*) varia em uma unidade. Aqui, optou-se por interpretar os resultados em termos de elasticidade - variação percentual esperada na inovação quando a *vcr* aumenta (ou diminui) em 10%. Para obter esta elasticidade, multiplica-se o coeficiente estimado $\hat{\beta}_5 = -0,4743$ pelo valor médio da medida de volatilidade usada $E(vps5) = 1,676$ obtendo $\Delta\%in = -0,795 (\Delta\%vcr)$.

⁴⁶ Para estimações usando a medida VDP5 por exemplo, o coeficiente estimado para *vcr* foi $\hat{\beta}_5 = -3,4855$ e $E(vdp5) = 0,084$. Assim, a sensibilidade (elasticidade) da inovação em relação à volatilidade captada por esta medida é (0,293) indicando que um aumento de 10% na volatilidade reduz a inovação em cerca de 2,9%. Os resultados das estimações usando as medidas (VPS3, VDP5 e VDP3) encontram-se no Apêndice E.

⁴⁷ O fluxo de informação pode ser considerado um “*trigger device*” do processo de inovação. Isto foi discutido em uma perspectiva Evolucionária/Neoschumpeteriana no capítulo 2. Segundo esta Teoria, a produção de inovação é um processo que depende, essencialmente, do aumento do conhecimento e aprendizado, ambos viabilizados pela troca ou fluxo de informação entre os agentes econômicos.

aprendizado dos agentes.⁴⁸ Isto eleva as chances de se obter inovações bem sucedidas e reduz a incerteza em torno dos investimentos em inovação. A redução da incerteza aumenta a confiança do empresário inovador e a “taxa de juros própria” dos ativos inovativos, estimulando-o a investir mais em inovação.

Em contrapartida, uma taxa de câmbio real muito instável tem um impacto negativo sobre a produção de tecnologia porque, simultaneamente, provoca o rompimento dos fluxos de informação e aumenta a incerteza empresarial, desarticulando a cadeia produtiva dos *tradables* e desestimulando o investimento em inovação. Isto atinge, principalmente, os segmentos tecnologicamente mais dinâmicos deste setor, que dependem de “capacidades inovativas construídas”.

Todavia, uma condição necessária para que se verifique o impacto positivo da desvalorização e da estabilidade da taxa de câmbio real sobre o fluxo de informação e o aumento do conhecimento, do aprendizado e da inovação em um determinado país, é a presença de um Sistema Nacional de Inovação (SI). Conforme destacam Bernardes e Albuquerque (2003), Ribeiro *et al.* (2006) e Albuquerque (2009), o SI facilita e potencializa o fluxo de informação na cadeia de inovação, porque viabiliza interações e *feedbacks* mútuos entre os “agentes-chave” do processo. Quanto mais desenvolvido (ou maduro) for o SI, maior a interação e maior será o fluxo de informação entre os agentes. Isto ocorre porque em um SI maduro os canais de interação e *feedbacks* estão completamente formados, são mais fortes e envolvem um grande número de agentes. Conseqüentemente, maior será a produção de inovação. Deste modo, o efeito da desvalorização e da volatilidade da taxa de câmbio real sobre a inovação será diferente quando se compara países com Sistemas de Inovação maduros com aqueles onde os SI’s são pouco desenvolvidos. Duas hipóteses foram levantadas para esta relação “*câmbio-inovação*”:

i) O efeito da desvalorização da taxa de câmbio real sobre a inovação será maior nos países com *SI’s maduros* vis-à-vis àqueles com *SI’s em catching up* e *SI’s não-maduros*. Isto ocorre porque no *SI maduro* os canais de interação envolvem um maior número de atores e todas as conexões estão “trabalhando”. Assim, o fluxo de informação nestes sistemas são maiores e

⁴⁸ Deste modo, se o fluxo de informação é considerado o “*trigger device*” da inovação, a desvalorização da taxa de câmbio real pode ser vista como um “*trigger device*” e um “*amplifier device*” do fluxo de informação e conseqüentemente da inovação.

consequentemente maior será o aprendizado na cadeia de inovação das *firmas tradables*, potencializando o efeito do câmbio sobre a introdução de inovação; e,

ii) O efeito da volatilidade da taxa de câmbio real rompendo os fluxos de informação e desestruturando os canais de interação na cadeia produtiva dos *tradables dinâmicos* e, consequentemente, desestimulando a inovação é menor (ou é suavizado) nos países com *SI maduro* vis-à-vis àqueles com *SI em catching up* e *SI não-maduro*. Este “*smoothing effect*” ocorre porque com *SI maduro* os canais de interação são mais fortes (podem envolver parcerias antigas onde as relações de confiança já estão estabelecidas e bem fortalecidas) e as *firmas tradables*, especialmente as do segmento dinâmico (intensivas em tecnologia), tendem a ser mais competitivas e por isto apresentam maior robustez nos aspectos financeiros e de posição de mercado. Estes dois fatores tornam as *firmas tradables* menos sensíveis à redução nos rendimentos causada por uma taxa de câmbio real volátil, atenuando os efeitos negativos da volatilidade cambial sobre as atividades inovativas nestas firmas.

Estas duas hipóteses foram testadas usando *dummies* de interação, como definido na equação (5.6’):

$$in_{it} = \beta_0 + \gamma in_{it-1} + \beta_1 inv_{it} + \beta_2 educ_{it} + \beta_3 p\&d_{it} + \beta_4 dcr_{it} + \beta_5 vcr_{it} + \delta_1 (dcr_{it} \times SI) + \delta_2 (vcr_{it} \times SI) + \alpha_i + \varepsilon_{it} \quad (5.6'')$$

Onde: *SI* é uma *dummy* cujos valores são definidos por *SI* = 1 para países com *SI maduro* e *SI* = 0 caso contrário; $(dcr \times SI)$ e $(vcr \times SI)$ são as variáveis de interação que captam o efeito conjunto de desvalorização em *SI maduro* e de volatilidade em *SI maduro*, respectivamente.

A construção destas *dummies* teve como referência os trabalhos de Bernardes e Albuquerque (2003), Ribeiro *et al* (2006); Herskovic *et al* (2008) e Albuquerque (2009). Usando uma técnica denominada “*super-paramagnetic*”, estes autores agruparam os países de acordo com os diferentes níveis de desenvolvimento e estágio dos seus *SI*'s. Os países foram classificados em três regimes: o regime I inclui os países em que as conexões entre os agentes do *SI* não existem ou são muito fracas; no regime II estão os países que não possui um *SI* completo (ou maduro), neste regime os vínculos entre os agentes do *SI* existem mas são fracas; e, no regime III estão os países em que o *SI* é bem desenvolvido (maduro) de forma que todas as conexões estão

“trabalhando” e são fortes. Assim, na definição das *dummies* de interação, $SI = 1$ para países no regime III (SI maduro) e $SI = 0$ caso contrário.⁴⁹

Ao regressar a equação (5.6'') o objetivo é testar as hipóteses de que: i) o efeito da desvalorização (*dcr*) da taxa de câmbio real sobre a inovação é maior nos países com SI's maduros; e, ii) o efeito da volatilidade (*vcr*) é menor para os países com SI's maduros ($SI = 1$). Desta equação (5.6''), observa-se que para os países com sistemas de inovação maduros ($SI = 1$) a elasticidade da inovação em relação a desvalorização da taxa de câmbio real é medida por $(\beta_4 + \delta_1)$ e o efeito da volatilidade sobre a inovação é medido por $(\beta_5 + \delta_2)$. Para os demais países ($SI = 0$), estes efeitos são medidos, respectivamente, por: β_4 e β_5 .

Assim, espera-se que $\delta_1 > 0$ e $\delta_2 > 0$ confirmando as hipóteses. Caso contrário, se $\delta_1 = 0$ e $\delta_2 = 0$ então, o efeito destas variáveis (*dcr*) e (*vcr*) sobre a inovação é igual nos dois grupos de países e é medido por β_4 e β_5 (espera-se que $\beta_4 > 0$ e $\beta_5 < 0$). Os resultados da estimação da equação (5.6'') encontram-se na Tabela 02.

Analisando inicialmente os resultados para os testes de Arellano-Bond, Sargan/Hansen e *Difference-Hansen*, pode-se concluir que os parâmetros estimados na equação (5.6'') são estatisticamente robustos: todos os testes confirmam as condições de ortogonalidade (exogeneidade) e a validade dos instrumentos usados. Para o “teste” de eliminação do viés de painel dinâmico, o resultado mostra que o valor estimado para $\hat{\gamma}$ (coeficiente dinâmico) encontra-se entre os limites dos valores estimados por *Within* (que subestima) e *OLS* (superestima), evidenciando que o *GMM-SYS* fornece uma boa estimativa e consegue eliminar o viés.

Como pode ser observado na Tabela 02, semelhante ao resultado da estimação para a equação (5.6'), a variável educação não é significativa e as variáveis in_{t-1} , P&D e investimento foram estatisticamente significativas, respectivamente, aos níveis de 1%, 5% e 10% e têm os sinais esperados.

⁴⁹ A relação dos países, pertencentes a amostra desse trabalho, que são definidos como países com Sistemas de Inovação maduros encontra-se no Apêndice F.

Tabela 02: Resultados da Regressão do Modelo Dinâmico para Inovação com *Dummies*

Variáveis Explicativas	GMM-SYS two step		
	Coefficientes	DP-robustos	p-valor
in_{t-1}	$\hat{\gamma} = 0,5404$	0,1849	0,005*
inv	$\hat{\beta}_1 = 0,5706$	0,2931	0,056***
$educ$	$\hat{\beta}_2 = 0,1761$	0,2418	0,469
$p\&d$	$\hat{\beta}_3 = 0,6864$	0,3128	0,031**
dcr	$\hat{\beta}_4 = 0,4884$	0,1443	0,736
vcr^I	$\hat{\beta}_5 = -0,4916$	0,0975	0,000*
($dcr \times SI$)	$\hat{\delta}_1 = 0,5040$	0,2215	0,026**
($vcr \times SI$)	$\hat{\delta}_2 = 0,0629$	0,0335	0,0970***
Constante	$\hat{\beta}_0 = 1,6758$	1,0887	0,128
Testes de Validação dos Instrumentos (Nível de significância de 5%)			
Teste de Arellano-Bond		p-valor	
H_0^1 : ausência de correlação serial AR(1)		0,002	
H_0^2 : ausência de correlação serial AR(2)		0,099	
Teste de Sargan			
H_0 : instrumentos adicionais não ortogonais		0,026	
Teste de Hansen			
H_0 : instrumentos ortogonais		0,199	
Difference-Hansen test			
H_0 : todos os instrumentos são válidos		0,418	
H_0 : instrumentos adicionais são exógenos		0,116	
Teste de eliminação do viés de painel dinâmico (comparação das estimativas para γ)			
<i>Within</i>	<i>GMM-SYS</i>	<i>OLS</i>	
0,1517	0,5404	0,9382	
(p-valor = 0,027)	(p-valor = 0,005)	(p-valor = 0,000)	
Número de países		76	
Número de observações		380	
Número de instrumentos		24	

Fonte: Elaboração própria a partir das regressões.

Notas: 1. $vcr = (vaps5)$; * significativo a 1%, ** significativo a 5%, *** significativo a 10%.

Em relação as hipóteses testadas, os resultados confirmam que os efeitos da desvalorização (dcr) e da volatilidade cambial (vcr) sobre a inovação, diferem entre os dois grupos de países ($\hat{\delta}_1 \neq 0$ e $\hat{\delta}_2 \neq 0$). O efeito da desvalorização da taxa de câmbio real sobre a inovação mostrou-se significativo apenas para o grupo de países com SI maduro.

O coeficiente estimado para a variável dcr não é estatisticamente significativo ($\hat{\beta}_4 = 0$), de modo que, para os países com SI bem desenvolvido, o coeficiente que mede a elasticidade da inovação em relação a desvalorização do câmbio real ($\hat{\beta}_4 + \hat{\delta}_1$) resume-se a ($\hat{\delta}_1 = 0,5040$, estatisticamente significativo a 5% e com sinal esperado). Este resultado indica que para uma desvalorização de 10% na taxa de câmbio real em um período de três anos, espera-se um aumento na inovação de cerca de 5% neste mesmo período.

Em relação ao efeito da volatilidade da taxa de câmbio real sobre a inovação, os resultados mostram que este efeito é menor nos países com SI maduro. Como destacado, para os países com SI maduro este efeito é medido por $(\beta_5 + \delta_2)$ e para os demais países por β_5 . Esperava-se que $\beta_5 < 0$ e $\delta_2 > 0$ indicando que um aumento na volatilidade da taxa de câmbio real afetaria menos os países com SI maduro, em uma magnitude igual ao valor de δ_2 . Os resultados mostram que $\hat{\beta}_5 = -0,4916$ (significativo ao nível de 1%) e $\delta_2 = 0,0629$ (significativo ao nível de 10%). Assim, nos países com SI maduro, o efeito da volatilidade sobre a inovação é menor quando comparado aos demais países $(-0,4916 + 0,0629 = -0,4287)$.

Em termos de elasticidade,⁵⁰ um aumento de 10% na volatilidade reduz a inovação nos países com SI desenvolvido em cerca de 7,2% e nos demais países em 8,2%. Portanto, confirma-se a hipótese de que na presença de um SI bem desenvolvido (maduro) no país, os efeitos da volatilidade são “suavizados”: apesar da volatilidade aumentar a incerteza no ambiente empresarial, como os canais de interação entre os agentes que compõem o SI são maiores e mais fortes, isto pode amenizar os efeitos ou quebras sobre os fluxos de informação na cadeia de inovação, decorrentes da volatilidade cambial⁵¹.

5.7 Considerações Finais

Este capítulo teve como objetivo testar empiricamente a hipótese de que a desvalorização e a volatilidade da taxa de câmbio real afetam a inovação tecnológica e que este efeito difere entre grupos de países com Sistemas de Inovação maduros (onde a interação e fluxo de informação entre os agentes são maiores e mais fortes) e aqueles onde o SI não existe ou é pouco desenvolvido (não há interações ou estas interações são muito fracas).

Para tanto, inicialmente foi apresentada uma proposta de um modelo teórico para inovação, tendo como base a Teoria Evolucionária. Usando este modelo e o estimador *System GMM*,

⁵⁰ Lembrando que para obter esta elasticidade, multiplica-se o coeficiente estimado $\beta_5 = -0,4287$ pelo valor médio da medida de volatilidade usada $E(vps5) = 1,676$ obtendo $\Delta\%in = -0,7185$ ($\Delta\%vcr$).

⁵¹ Estes resultados se confirmam quando o modelo é estimado usando variáveis *dummies* (SI=1) para dois grupos países (regime III e II) e comparando com os demais países da amostra. Este resultado encontra-se no Apêndice G.

aplicado a um painel de 76 países observados no período $t_1 = 1996-1998$ a $t_5 = 2008-2010$, os resultados das estimativas confirmam as hipóteses sobre a relação câmbio/ inovação.

As estimativas mostram que uma desvalorização da taxa de câmbio real tem um impacto positivo sobre a produção de tecnologia, o que permite a “não rejeição” da hipótese de que o fluxo de informação parece ser um importante canal através do qual ocorre esta relação. Esta afirmação é corroborada pelo resultado da estimação da equação usando *dummies* de interação para dois grupos de países: países com SI maduro e países “sem SI” ou com SI pouco desenvolvido. O resultado desta estimação mostra que a sensibilidade da inovação à desvalorização da taxa de câmbio real é significativa apenas para o grupo de países com SI maduro - onde o fluxo de informação é maior. Para os demais países a desvalorização parece não afetar a produção de inovação.

Em relação à volatilidade da taxa de câmbio real, os resultados mostram que ela afeta negativamente a inovação nos dois grupos de países. No entanto para os países com SI bem desenvolvidos o efeito é menor quando comparado aos demais países (um aumento de 10% na volatilidade reduz a inovação em cerca de 7,2% para o grupo SI-desenvolvido e em 8,2% nos demais países). Esta diferença pode ser explicada pelo fato de que, como discutido no capítulo anterior, em um sistema de inovação maduro os vínculos entre os “agentes-chave do processo de inovação” são mais fortes e estão completamente formados, além de haver um número maior de agentes participando dos canais de interação. Assim, estes fatores podem amenizar os efeitos deletérios da volatilidade sobre os fluxos de informação, apesar da volatilidade aumentar a incerteza no ambiente empresarial.

CONCLUSÃO

Esta tese procurou contribuir para a literatura que investiga os determinantes do crescimento econômico. Parte relevante desta literatura tem enfatizado a existência de uma relação de longo prazo entre a taxa de câmbio real e a renda e destacado o progresso tecnológico como um importante canal através do qual se estabelece esta relação.

Seguindo esta perspectiva - e tendo como substrato teórico a Teoria Evolucionária/Neoshumpeteriana e a Teoria Pós-Keynesiana - este trabalho teve como principal *objetivo* demonstrar a relação “*câmbio-inovação*”, ou seja, demonstrar teórica e empiricamente que a taxa de câmbio real (seu nível e volatilidade) afeta o processo de inovação e, conseqüentemente, o progresso tecnológico e, desta forma, impacta no crescimento econômico de longo prazo. A *hipótese central* levantada foi de que uma taxa de câmbio real desvalorizada e estável estimula a inovação via estímulos sobre o fluxo de informação e sobre a decisão de investimento dos agentes econômicos.

No Capítulo 1 foi apresentada uma síntese da literatura que aborda a relação *câmbio-crescimento*. Isto possibilitou o entendimento dos principais mecanismos através dos quais a taxa de câmbio real impacta a renda, levando a conclusão de que a inovação ou progresso tecnológico é um importante canal de transmissão desta relação *câmbio-crescimento*.

Foi destacado que um dos principais efeitos imediatos de uma desvalorização da taxa de câmbio real é gerar uma redistribuição funcional (dos salários em prol dos lucros) e setorial (do setor de bens *non-tradables* para o setor de *tradables*) da renda na economia. A redistribuição funcional da renda resulta em um aumento da margem de lucro das empresas, do grau de utilização da capacidade produtiva e do investimento planejado pelas firmas. Se este investimento for suficientemente sensível ao aumento da margem de lucro, a economia pode entrar em uma trajetória de crescimento “*investment-led*”. Além disso, esta redistribuição funcional da renda (ao reduzir os salários reais e aumentar a margem de lucro das empresas) proporciona o aumento da capacidade de autofinanciamento das firmas, ou seja, da quantidade de fundos próprios que elas poderão dispor para desenvolver projetos de investimentos relacionados à pesquisa e a inovação estimulando assim, o progresso tecnológico.

A redistribuição setorial de renda em favor do setor de bens *tradables* - que decorre da desvalorização da taxa de câmbio real - estimula a produção, a exportação, o investimento e a expansão deste setor. Neste caso, três características do setor de bens *tradables* fazem com que a redistribuição de renda em favor deste setor estimule mais o progresso tecnológico e o crescimento do que uma redistribuição em favor do setor de bens *non-tradables*:

i) no setor de *tradables* o estímulo sobre o investimento decorrente do aumento da lucratividade neste setor é maior quando comparado aos incentivos da valorização cambial sobre o investimento no setor de bens *non-tradables*. Isto ocorre porque as firmas *tradables* são mais afetadas, quando comparadas ao setor *non-tradables*, pelas falhas de mercado e pela presença de instituições fracas. Estes problemas (falhas de mercado e fracas instituições) são mais intensos no setor de bens *tradables* porque seu sistema de produção é mais complexo e tem maior circularidade. Ou seja, as cadeias produtivas das indústrias de bens *tradables* além de serem sensivelmente maiores, interagem entre si em diversos momentos distintos do processo produtivo. Isto torna as firmas deste setor mais sujeitas às falhas de mercado e aos efeitos negativos da presença de fracas instituições, reduzindo sua capacidade de apropriação de lucros. Assim, uma desvalorização da taxa de câmbio real compensa esta reduzida capacidade de apropriação dos lucros das firmas *tradables* e, então, estimula mais o investimento agregado, e, conseqüentemente o progresso tecnológico e o crescimento, do que a apreciação cambial; ii) este setor possui firmas, normalmente, muito mais dinâmicas (quando comparado às firmas do setor *non-tradables*) e suas atividades estão mais sujeitas a retornos crescentes de escala, contribuindo mais para a inovação e para o aumento da produtividade da economia; e, iii) no setor de *tradables*, especialmente em suas firmas mais dinâmicas, os produtos tendem a ser mais intensivos em tecnologia e o processo *learning-by-doing*, a acumulação do progresso tecnológico e os *spillovers* tecnológicos são maiores;

Foi destacado ainda que um dos principais efeitos de uma taxa de câmbio real volátil é gerar incerteza no ambiente econômico e que esta incerteza tem pelo menos dois efeitos na economia: desestimula o comércio internacional (com impactos negativos sobre a produtividade e os esforços das firmas para inovar) e o investimento (especialmente os investimentos de longo prazo como aqueles ligados aos gastos com P&D, levando a uma substituição dos investimentos de longo prazo por investimentos de curto prazo).

Com base nestes argumentos duas conclusões foram retiradas do Capítulo 1. Primeiro, é possível afirmar que uma taxa de câmbio real desvalorizada (ao estimular as exportações, redistribuir renda dos salários para os lucros e dos setores *non-tradables* para os *tradables*) e estável (ao reduzir a incerteza no ambiente econômico) afeta positivamente três fontes de crescimento: o investimento agregado, o progresso tecnológico e a produtividade da economia, considerados aqui os principais canais de transmissão dos efeitos do câmbio para o crescimento econômico. Segundo, entre estes fatores, o progresso tecnológico pode ser considerado um dos mais importantes mecanismos de transmissão da relação *câmbio-crescimento*. Isto porque, ao analisar os determinantes desta relação, parcela significativa dos trabalhos destacam os efeitos da desvalorização e da volatilidade da taxa de câmbio real sobre fatores que têm impactos diretos no processo de inovação, como o aumento da capacidade de autofinanciamento das empresas, o investimento em P&D e o próprio investimento agregado (FBKF).

Além disso, a partir do capítulo 01 foi possível definir como se estabelece a relação “*câmbio-fluxo de informação*” (a primeira importante relação do canal “*câmbio-inovação*”): como as cadeias produtivas das firmas do setor de *tradables* são mais complexas, apresentam uma maior circularidade no processo de produção e uma maior interação dos agentes (firmas) nos diversos momentos distintos do processo produtivo, o estímulo à produção e ao investimento nas *firmas tradables* e o aumento da capacidade de autofinanciamento destas firmas para investir em inovação, leva a um aumento no fluxo de informação na cadeia produtiva deste setor.

A discussão da importância do fluxo de informação para a inovação tecnológica foi apresentada no Capítulo 2 a partir da Teoria Evolucionária/Neoshumpeteriana. De acordo com esta teoria, qualquer inovação resulta de um processo que envolve a construção (ou o acúmulo) de conhecimento e o aprendizado dos agentes. Mas o aprendizado depende da aquisição de diversos tipos de conhecimento e a construção deste conhecimento depende do acesso a informação. Em outras palavras, a informação é a fonte do conhecimento e o conhecimento é a fonte do aprendizado. Quanto maior o número de informações circulando na cadeia de inovação, ou seja quanto maior o fluxo de informação, maior o conhecimento acumulado e o aprendizado. Dadas as características destas informações, ou seja, seu caráter qualitativo (intangível) e indivisível, seu fluxo envolve uma comunicação complexa. Esta comunicação é facilitada pela construção do SI

O SI permite uma interação entre agentes que compartilham normas e culturas (agentes “ambientalmente semelhantes”) e, desta forma, permite que as informações fluam mais facilmente pelo sistema. Além disso, a organização dos agentes em uma estrutura como o SI (que envolve empresas públicas e privadas, universidades, instituições financeiras, instituto de pesquisa, etc.) permite que eles acumulem mais informação do que qualquer indivíduo isolado, potencializando o acúmulo de conhecimento, o aprendizado e, conseqüentemente, a inovação. Assim, o SI tem o importante papel de estimular, amplificar e difundir o fluxo de informações na economia. Quanto mais desenvolvido for o SI de um país, maior será o fluxo de informação, e, conseqüentemente o acúmulo de conhecimento e o aprendizado. O maior conhecimento e aprendizado enfraquece a influência de algumas fontes de incerteza tornando os resultados da inovação menos incertos, ou seja, aumentando as chances de inovações bem sucedidas e a confiança das firmas em relação ao retorno do investimento em inovação.

No Capítulo 3 foi apresentado, a partir da Teoria Pós-Keynesiana, como a redução da incerteza afeta a decisão de investimento das firmas. Para os Pós-Keynesianos, as firmas tomam suas decisões de investir (decisões em grande parte irreversíveis) em um ambiente econômico onde predomina a elevada incerteza (não-ergódica) em relação ao retorno futuro dos investimentos. Nesta economia a moeda se torna um ativo que, dada sua capacidade de conservar e transportar valor no tempo e de ser instantaneamente convertida em qualquer bem ou qualquer outro ativo, proporciona aos agentes um rendimento implícito na forma de um *prêmio de liquidez*. Este prêmio garante aos investidores segurança e flexibilidade diante da incerteza que cerca suas decisões de investimento. Assim a moeda irá concorrer com outras formas de acumulação de riqueza que estejam disponíveis para o investidor, ou seja, com ativos de menor liquidez como os bens de capital, os títulos, os ativos inovativos, etc e, deste modo, nesta “economia monetária” investir se torna um processo de “escolha de ativos”.

No momento em que decidem investir, os agentes comparam o rendimento implícito da moeda com os retornos monetários que podem obter ao investir nos ativos menos líquidos. A decisão final é determinada essencialmente pelas condições de avaliação de incerteza que afetam o estado de expectativa dos agentes. Quando a incerteza em relação ao retorno futuro dos investimentos em ativos menos líquidos é baixa, as expectativas são otimistas e o atributo da liquidez não é tão importante quanto a possibilidade de ter ganhos monetários. Isto estimula o investimento em ativos menos líquidos tais como os ativos inovativos.

A partir destes *insights*, três importantes resultados teóricos foram encontrados nesta tese. **Primeiro**, uma taxa de câmbio real desvalorizada (ou mantida a um nível competitivo) pode ser considerada um potencial “*trigger device*” do processo de inovação nas firmas do setor de bens tradables (*firmas tradables*). Isto porque a desvalorização desencadeia dois efeitos que se complementam no estímulo a inovação: O efeito “*push for innovation*” e o efeito “*developing innovation*”.

O “*push for innovation*” se caracteriza pela criação de condições que favorecem o impulso para a busca e introdução de inovações nas *firmas tradables*. Como foi demonstrado, um câmbio desvalorizado estimula as exportações, reduz os custos de produção dos bens *tradables*, favorece a lucratividade relativa das firmas deste setor, estimula a produção e o investimento destas firmas. Estes fatores levam ao aumento das exportações (elevando-se a rivalidade entre firmas no comércio internacional e a conseqüente busca por inovações), do investimento agregado (estimulando o *learning by doing* e, assim, as inovações) e da capacidade de autofinanciamento das empresas (estimulando o investimento em inovação). Isto estimula *firmas tradables* a buscar novas oportunidades para iniciar e desenvolver novos projetos de inovação. Dada a intensa divisão do trabalho, a elevada circularidade e a interdependência no sistema de produção destas firmas este impulso inicial à introdução de inovação coloca a economia em um processo de “*developing innovation*”.

O processo “*developing innovation*” se caracteriza pelo aumento do fluxo de informação do conhecimento e do aprendizado nas *firmas tradables*. Estes fatores aumentam a capacidade inovativa destas firmas e, conseqüentemente, eleva as chances de inovações bem sucedidas tornando os resultados da inovação menos incertos. Esta redução da incerteza têm um impacto positivo sobre a decisão de investimento do empresário inovador porque aumenta sua confiança em relação às expectativas de maior retorno futuro dos ativos inovativos. No âmbito da teoria de escolha de ativos, a redução da incerteza e o aumento da confiança inibem a preferência pela liquidez dos investidores e abre espaço para o aumento relativo da taxa própria de juros dos ativos inovativos *vis-à-vis* à taxa dos ativos monetários estimulando o investimento em inovação no setor de *tradables* com *spillovers* para toda a economia. Dada a crescente interdependência entes os setores *tradables* e *non-tradables*, resultante do processo de terceirização em que muitas atividades das *firmas tradables* estão sendo realizadas pelas *firmas non-tradables*, o efeito do câmbio se propaga para toda a economia. No longo prazo estes

efeitos detonam um ciclo virtuoso de investimento em inovação, progresso tecnológico e crescimento econômico.

Segundo, a sustentação (para além do curto prazo) de um câmbio real desvalorizado e estável - dado seus efeitos sobre o fluxo de informação e a decisão de investimento dos agentes - é fundamental para manter as condições propícias à continuidade deste círculo virtuoso de investimento em inovação e crescimento. Uma taxa de câmbio volátil leva, simultaneamente, ao rompimento do fluxo de informação nas cadeias produtivas dos *tradables* e ao aumento da incerteza empresarial. O rompimento do fluxo de informação desestrutura as “capacidades inovativas construídas” nas firmas do setor de *tradables*, com impacto maior nas empresas mais dinâmicas deste setor. Isto leva a uma redução na introdução de inovação nestas firmas e esta redução é potencializada pela presença dos retornos crescentes de escala e pelo caráter *path dependence* da produção de tecnologia. Ao mesmo tempo, o aumento da incerteza no ambiente econômico reduz a confiança do empresário inovador e aumenta sua preferência pela liquidez. Isto leva a uma redução da taxa própria de juros dos ativos inovativos *vis-à-vis* à taxa dos ativos monetários desestimulando o investimento em inovação.

Terceiro, para que os efeitos de uma taxa de câmbio real desvalorizada e estável sobre o fluxo de informação e sobre a decisão de investimento das firmas se manifeste em aumento do conhecimento, do aprendizado e, conseqüentemente da inovação e do progresso tecnológico, é imprescindível a “construção” de um Sistema Nacional de Inovação (SI). O SI viabiliza interações e *feedbacks* mútuos e permite o desenvolvimento de uma linguagem comum que facilita o fluxo de informações, de experiências e de práticas entre os agentes. Isto potencializa o aumento do conhecimento e facilita sua transferência ou circulação na cadeia de inovação. Além de facilitar a comunicação e o fluxo de informação, o SI também afeta a construção do conhecimento e o aprendizado das firmas por meio de políticas públicas desenhadas e implementadas dentro dos SI's. Quanto mais desenvolvido for o sistema de inovação de um país, maior tende a ser o número de políticas desenvolvidas e voltadas especificamente para o arranjo institucional nacional, maior o número de agentes interagindo e trocando informações e maiores os *feedbacks* na cadeia de inovação. Conseqüentemente maior será o fluxo de informação nesta cadeia e maior o efeito desvalorização da taxa de câmbio sobre a inovação. Como nos países com SI desenvolvido os canais de interação também são mais fortes, o efeito de uma taxa de câmbio volátil desestruturando e desconstruindo estes canais, especialmente nos

tradables dinâmicos, será menor *vis-à-vis* os países com SI pouco desenvolvidos e de condições macroeconômicas instáveis.

Finalmente, os testes empíricos (apresentados no Capítulo 5) forneceram evidências que suportam as principais hipóteses levantadas na tese. Primeiro, as estimativas mostram que a desvalorização da taxa de câmbio real impacta positivamente a inovação, mas este efeito mostrou-se significativo apenas para o grupo de países com SI bem desenvolvidos. Os resultados indicaram que uma desvalorização de 10% na taxa de câmbio real em um período de três anos, leva a um aumento esperado na inovação de cerca de 5% neste mesmo período. Segundo, para a volatilidade da taxa de câmbio real, os resultados confirmam que ela afeta negativamente a inovação tanto nos países com SI desenvolvidos como nos demais países (SI pouco desenvolvido). Os testes também fornecem evidências que confirmam a hipótese de que na presença de um SI bem desenvolvido (maduro), os efeitos da volatilidade são “suavizados”, ou seja, nos países com SI maduro, o efeito da volatilidade sobre a inovação é menor quando comparado aos demais países. Os resultados mostraram que um aumento de 10% na volatilidade reduz a inovação nos países com SI desenvolvido em cerca de 7,2% e nos demais países em 8,2%.

Ao mostrar e testar empiricamente novos canais através dos quais a desvalorização da taxa de câmbio real e sua estabilidade estimulam o progresso tecnológico e, por conseguinte, o aumento da renda, esta tese contribui com a literatura que trata da relação entre câmbio e crescimento econômico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACEMOGLU, Daron; JOHNSON, Simon; ROBINSON, James A. **The Colonial Origins of Comparative Development: An empirical investigation.** *American Economic Review*, California, v. 91, n.5, p. 1369-1401, dec. 2001.

AGHION, Philippe *et al.* **Exchange Rate Volatility and Productivity Growth: The Role of Financial Development.** Cambridge: National Bureau of Economic Research, 2006. (NBER Working Paper Series, 12117).

AGUIRRE, Álvaro; CALDERÓN, César. **Real Exchange Rate Misalignments and Economic Performance.** Central Bank of Chile. Working Papers n. 315. Abril 2005.

ALBUQUERQUE, Eduardo da Motta. **Sistema Nacional de Inovação no Brasil: uma análise introdutória a partir de dados disponíveis sobre a ciência e a tecnologia.** *Revista de Economia Política*, São Paulo, v. 16, n. 3, p. 56-72, jul./set. 1996.

ALBUQUERQUE, Eduardo da Motta. **Notas sobre os determinantes tecnológicos do catching up:** uma introdução à discussão sobre o papel dos sistemas nacionais de inovação na periferia. *Estudos Econômicos*, v. 27, n. 2, 1997.

ALBUQUERQUE, Eduardo da Motta. **Patentes Segundo a Abordagem Neoschumpeteriana:** uma discussão introdutória. *Revista de Economia Política*, São Paulo, v.18, n.4, p. 65-83, out./dez., 1998.

ALBUQUERQUE, Eduardo da Motta. **National Systems of Innovation and Non-OECD Countries: Notes a Rudimentary and Tentative “Typology”.** *Brazilian Journal of Political Economy*, v. 19, n. 4, p. 35-52, out.-dez., 1999.

ALBUQUERQUE, Eduardo da Motta. **Informação, Conhecimento e Apropriação:** notas sobre o significado econômico das patentes e os impactos da emergência de uma economia baseada no conhecimento. *Perspectiva em Ciência da Informação*. Belo Horizonte, v. 5, n. 2, p. 243 - 254, jul./dez. 2000.

ALBUQUERQUE, Eduardo da Motta. **Catching up no Século XXI:** Construção Combinada de Sistemas de Inovação e de Bem-Estar Social. In: SICSÚ, João; MIRANDA, Pedro (Org). *Crescimento Econômico: Estratégias e Instituições*. Rio de Janeiro: IPEA, 2009. Cap. 3, p. 55-84.

AMADO, Adriana Moreira. **Limites monetários ao crescimento: Keynes e a não-neutralidade da moeda.** *Ensaio FEE*, Porto Alegre, v. 21, n. 1, p44-81, 2000.

ARAÚJO, Eliane. **Volatilidade Cambial e Crescimento Econômico em Economias em Desenvolvimento e Emergentes.** In: *II Encontro Internacional da Associação Brasileira Keynesiana*. Porto Alegre, 2009.

ARELLANO, Manuel; BOND, Stephen. **Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations.** Oxford: Oxford University Press. *Review of Economic Studies*, v. 58, n. 02, p. 277-297. Apr., 1991.

ARELLANO, Manuel; BOVER, Olympia. **Another look at the instrumental variable estimation of error-components models.** *Journal of Econometrics*, Elsevier, v. 68, n. 01, p.29-51, July 1995.

ARIZE, Augustine C.; MALINDRETOS, John; KASIBHATLA, Krishna M. **Does Exchange-Rate Volatility Depress Export Flows: The Case of LDCs.** *International Advances in Economic Research* February, v. 9, n. 1, p 7-19. 2003

ARROW, Kenneth. Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention. In: **The Rate and Direction of Inventive Activity.** Princeton: *Princeton University Press*, 1962

ARROW, K. **The Limits of Organisation.** New York: W. W. Norton, 1974.

ARROW, K. Technical Information and Industrial Structure. **Industrial and Corporate Change**, v. 5, n. 2, p. 645-652, 1996.

ASHEIM, Bjørn T.; GERTLER, Meric S. The Geography of Innovation: Regional Innovation Systems. In: FAGERBERG, Jan; MOWERY, David; NELSON, Richard R. **The Oxford Handbook of Innovation.** Oxford: *Oxford University*, 2005. Cap. 11. p. 291-317.

APELLA, Vincenzo; ATZENI, Gianfranco Enrico; BELVISI, Pier Luigi. **Investment and exchange rate uncertainty.** *Journal of Policy Modeling*, n. 25, p. 811-824. 2003.

BAGELLA, M.; BECCHETTI, L.; HASAN, I. **Real Effective Exchange Rate Volatility and Growth: A Framework to Measure Advantages of Flexibility vs. Costs of Volatility,** *Journal of Banking and Finance*, n. 30, p. 1149-1169. 2006.

BALASSA, Bela; **The Purchasing-Power Parity Doctrine: A Reappraisal.** *Journal of Political Economy*, v. 72, n. 06, p 584-596. Dec., 1964.

BARBOSA-FILHO, Nelson. H. **Exchange rates, growth and inflation.** Annual Conference on Development and Change ACDC, Campos do Jordão, Brasil. Novembro, 2006.

BELL, M.; PAVITT, K. **National Capacities for Technological Accumulation: evidence and implications for developing countries,** World Bank's Annual Conference on Development Economics, Washington, 1992.

BERG, A.; MIAO, Y. **The Real Exchange Rate and Growth Revisited: The Washington Consensus Strikes Back?** IMF Working Paper 10/58, 2010.

BERNARDES, Américo Tristão; ALBUQUERQUE, Eduardo da Motta. **Cross-over, thresholds, and interactions between science and technology: lessons for less-developed countries.** *Research Policy*, v. 32, n. 5, p. 865-885, 2003.

BHADURI, A; MARGLIN, S. **Unemployment and the Real Wage: the economic basis for contesting political ideologies.** *Cambridge Journal of Economics*. v. 14, n. 4, pp. 375-393, 1990.

BHALLA, Surjit S.. **Second among equals: the middle class kingdoms of India and China.** Peterson Institute of International Economics. Washington, DC. Maio, 2007.

BIESEBROECK, J. V. **Exporting raises productivity in sub-Saharan African manufacturing firms.** Department of Economics, University of Toronto. *Journal of International Economics*, v. 67, p. 373-391, 2005.

BITTENCOURT, Mauricio Vaz Lobo; LARSON, Donald W.; THOMPSON, Stanley R. **Impactos da Volatilidade da Taxa de Câmbio no Comércio Setorial do Mercosul.** Estudos Econômicos, São Paulo, v. 37, n. 4, p. 791-816, out./dez. 2007.

BLEANEY, Michael; GREENAWAY, David. “**The Impact of Terms of Trade and Real Exchange Rate Volatility on Investment and Growth in Sub-Saharan Africa,**” *Journal of Development Economics* v. 65, p. 491-500, 2001.

BLUNDELL, Richard; BOND, Stephen. **Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models.** *Journal of Econometrics*, Elsevier, v. 87, n. 01, p.115-143, 1998.

BOND, Stephen. **Dynamic panel data models: A guide to micro data methods and practice.** Londres: Cemmap, Institute for Fiscal Studies, 2002. Working Paper CWP09/02. **Disponível em:** <<http://cemmap.ifs.org.uk/wps/cwp0209.pdf>>. **Acesso em:** 20 Setembro de 2013.

BOSWORTH, B.; COLLINS, S.; CHEN, Y. **Accounting for Differences in Economic Growth, in Structural Adjustment and Economic Reform: East Asia, Latin America, and Central and Eastern Europe.** Institute of Developing Economies, Tokyo, 1996.

BRESCHI, Stefano; MALERBA, Franco; ORSENIGO, Luigi. **Technological Regimes and Schumpeterian Patterns of Innovation.** *The Economic Journal*, v. 110, n. 463, p. 388-410, Abril de 2000.

BRODA, C. ROMALIS, J. **Identifying the Relationship Between Trade and Exchange Rate Volatility.** Chicago, 2003. Disponível em: <http://faculty.chicagobooth.edu/john.romalis/research/erv_trade.pdf>. Acesso em: 14 Jan. 2013.

CALDERÓN, César; KUBOTA, Megume. **Does Higher Openness Cause More Real Exchange Rate Volatility?** The World Bank: *Policy Research Working Paper* 4896. Apr., 2009.

CAMERON, A. Colin; TRIVEDI, Pravin. K. **Microeconometrics: Methods and applications.** New York: *Cambridge University Press*, 2005. Caps. 21 e 22

CAMERON, A. Colin; TRIVEDI, Pravin. K. **Microeconometrics Using Stata.** College Station: *Stata Press*, 2009. Caps. 08 e 09.

CAMPOS, Antônio Carlos de; PAULA, Nilson Maciel. **Novas formas de organização industrial e o conceito de firma: uma abordagem neo-schumpeteriana.** Ensaios FEE, Porto Alegre v. 27, n. 1, p. 31-56, 2006.

CAMPOS, Marlon Torres; RESENDE, Marco Flávio da Cunha. Taxa de Câmbio Real e Crescimento Econômico: Novos canais de transmissão. In.: **Encontro Nacional de Economia da ANPEC**, 37. Anais. Foz de Iguaçu, 2009.

CARMO, Alex Sander Souza; BITTENCOURT, Maurício Vaz Lobo. O efeito da volatilidade da taxa real de câmbio sobre a diversificação da pauta de exportação do Brasil: uma

investigação empírica. In: **Encontro Nacional de Economia da ANPEC**, 41. Anais. Foz de Iguaçu, 2013.

CARVALHO, F. J. C. **Fundamentos da Escola Pós-Keynesiana**: A teoria de uma economia monetária. In: AMADEO, E. (Org). *Ensaio sobre economia política moderna: Teoria e história do pensamento econômico*. São Paulo: Marco zero, 1989.

CARVALHO, F. J. C. "Moeda, produção e acumulação: uma perspectiva pós-keynesiana". In: SILVA, Maria Luiza F. (org). **Moedas e Produção: Teorias Comparadas**. Brasília: ed. UnB, 1992.

CARVALHO, F. J. C. **Mr Keynes and the post Keynesians**: principles of macroeconomics for a monetary production economy. Aldershot: Edward Elgar, 1994. Caps. 05 e 07.

CARVALHO, André Roncaglia de; ANGELI, Eduardo. **Moeda, Ciclo e Incerteza Fundamental em Hayek**. *Análise Econômica*, Porto Alegre, v. 30, n. 58, p. 233-257, Set. 2012.

CASTELLACCI, Fulvio. **Technological paradigms, regimes and trajectories: Manufacturing and service industries in a new taxonomy of sectoral patterns of innovation**. *Research Policy*, v. 37, n. 6-7, p 978–994, July, 2008.

CLARK, Peter *et al.* **Exchange Rate Volatility and Trade Flows**: Some New Evidence. FMI, Washington, 2004.

COHEN, Wesley M.; LEVINTHAL Daniel A. **Absorptive Capacity**: A New Perspective on Learning and Innovation. *Administrative Science Quarterly*, v. 35, n. 1, p. 128-152, 1990.

CORDER, Solange; SALLES FILHO, Sergio. **Aspectos Conceituais do Financiamento à Inovação**. *Revista Brasileira de Inovação*, Campinas, v. 5, n. 1, Jan. / Jun., 2006.

CROCCO, Marco. **The Neo-Schumpeterian approach to innovation and Keynes's probability**: initial explorations. *Revista de Economia Política*, São Paulo, v. 19, n. 4, p. 15-34, out./dez. 1999.

CROCCO, Marco. A Abordagem Evolucionária Institucional de Progresso Técnico e o Processo de Formação de Expectativas Keynesiano. In: LIMA, Gilberto Tadeu; SICSÚ, João. **Macroeconomia do Emprego e da Renda**: Keynes e o Keynesianismo. São Paulo: Editora Manole, 2003. Cap 14, p. 499-533.

CROTTY, James R. **Post-Keynesian Economic Theory**: An Overview and Evaluation. In: *Appraisals of Post-Keynesian Economics*. American Economic Association, v. 70 n. 2, p. 20-25, May 1980

CURADO, Marcelo; ROCHA Marcos; DAMIANI, Daniel. **Câmbio e Crescimento Econômico**: uma comparação entre economias emergentes e desenvolvidas. *Revista de Economia Política*, v. 31, n. 4, p. 528-550, out.-dez. 2011.

CORDEN, W. Max. **Too Sensational, on the choice of exchange rate regimes**, MIT press, Cambridge, USA, 2002.

DARBY, J.; HALLETT, A. H.; IRELAND, J.; PISCITELLI, L. **The Impact of Exchange Rate Uncertainty on the Level of Investment.** *The Economic Journal*, v. 109, n. 454, p. 55-67. March 1999.

DAVIDSON, Paul. **Money and the Real World.** *The Economic Journal*, v.82, n. 325, p.101-114, Mar. 1972.

DAVIDSON, Paul. **Reviving Keynes's revolution.** *Journal of Post Keynesian Economics*, v. 6, n. 4, p. 561-575, Summer, 1984.

DAVIDSON, Paul. **Post Keynesian Macroeconomic Theory: A Foundation for Successful Economic Policies for the Twenty-first Century.** Cambridge: Edward Elgar, 1994. Caps. 02, 06.

DAVIDSON, Paul. **Reality and Economic Theory.** *Journal of Post Keynesian Economics*, v. 18, n. 4, p. 479-508, Summer 1996.

DAVIDSON, Paul. **Financial Markets, Money and the Real World.** Northampton: Edward Elgar, 2002.

DEQUECH, David. **Expectations and Confidence under Uncertainty.** *Journal of Post Keynesian Economics*, v. 21, n. 3, p. 415-430, Spring, 1999.

DEQUECH, David. **Fundamental Uncertainty and Ambiguity.** *Eastern Economic Journal*, v.26,n.1, p.41-60, Winter, 2000a.

DEQUECH, David. **Asset Choice, Liquidity Preference and Rationality under Uncertainty.** *Journal of Economic Issues*, v.34, n.1 March 2000b.

DIAS, A. L. **Reflexões e ações para a internacionalização da pequena empresa brasileira.** 2002. 150 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis 2002.

DOLLAR, David. **Outward-oriented Developing Economies Really do Grow More Rapidly: evidence from 95 LDCs, 1976-1985.** *Economic Development and Cultural Change*, Chicago, v. 40, n.3, ABI/INFORM Global, p. 523-544, April 1992.

DOSI, Giovanni. **Technical Change and Industrial Transformation: the theory and an application to the semiconductor industry.** London: Macmillan, 1984.

DOSI, Giovanni. **Sources, Procedures and Microeconomic Effects of Innovation.** *Journal of Economic Literature*. Pittsburgh v. 26, p. 1120-1171. Sept., 1988.

DOSI, G.; TYSON, L.; ZYSMAN, J. **Trade, Technologies, and Development: A framework for discussing Japan.** In: JOHNSON, C.; TYSON, L.; ZYSMAN, J. (Eds.). *Politics and productivity: how Japan's development strategy works.* New York: Harper Business, 1989.

DOSI, Giovanni; EGIDI, M. **"Substantive and procedural uncertainty"**. In: *Journal of Evolutionary Economics*, v.1, 1991, p. 145-168.

DOSI, Giovanni; FREEMAN, Christopher; FABIANI, Silvia. **The Process of Economic Development: Introducing some stylized facts and theories on technologies, firms and**

institutions. In.: **Industrial and Corporate Change**, v. 3, p.1-45. *Oxford University Press*, 1994.

DOSI, Giovanni. The Contribution of Economic Theory to the Understanding of a Knowledge-Based Economy. In: OECD. **Employment and growth in the knowledge-based economy**. Paris, 1995.

EICHENGREEN, Barry. **The real exchange rate and economic growth**. Commission on Growth and Development. International Bank for Reconstruction and Development / World Bank. Work Paper No 4. Washington, 2008.

EDQUIST, Charles. Systems of Innovation: Perspectives and Challenges. In: FAGERBERG, Jan; MOWERY, David; NELSON, Richard R. **The Oxford Handbook of Innovation**. Oxford: *Oxford University*, 2005. Cap. 07. p. 181-208.

FAGERBERG, Jan. **Technology and International Differences in Growth Rates**. *Journal of Economic Literature*, Pittsburgh v. 32, n 3, p. 1147-1175. Sept., 1994.

FAGERBERG, Jan. Innovation: A Guide to the Literature In: FAGERBERG, Jan; MOWERY, David; NELSON, Richard R. **The Oxford Handbook of Innovation**. Oxford: *Oxford University*, 2005. Cap. 01. p. 01-27.

FEIJÓ, Carmem Aparecida. **Aspectos Financeiros do Ciclo Econômico**. Rio de Janeiro, 1997. Mimeo.

FEIJÓ, Carmem Aparecida. O investimento industrial no Brasil - 1990-2005: uma interpretação à luz da teoria de investimento Keynes-Minsky. In: SICSÚ, João; VIDOTTO, Carlos (Org.). **Economia do Desenvolvimento: Teoria e Políticas Keynesianas**. Rio de Janeiro: Elsevier; Campus, 2008, cap. 12.

FIGUEIREDO, Gabriel Passos de; CARIO, Silvio A. F. **Dinâmica Tecnológica e Esforços para Inovação da Indústria de Bens de Capital no Brasil: Um Estudo do Segmento de Máquinas e Equipamentos**. In: **Encontro Nacional de Economia da ANPEC**, 41. Anais. Foz de Iguaçu, 2013.

FILHO, Fernando Ferrari; ARAÚJO, Jorge Paulo de. **Caos, incerteza e teoria pós-keynesiana**. Ensaios FEE, Porto Alegre, v. 21, n. 2, p. 5-20, 1984.

FREEMAN, Christopher. **Inovação e Ciclos Longos de Desenvolvimento Econômico**. Ensaios FEE, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 163-182, 2000.

FREEMAN, C. Formal Scientific and technical institutions in the national system of innovation. In: LUNDVALL, A-B. (Ed.) **National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning**. London: Pinter, 1992. Cap 09, p. 169-187.

FREEMAN, Christopher. **The National System of Innovation in Historical Perspective**. *Cambridge Journal of Economics*, London, v. 19, n. 1, p. 5-24, Feb. 1995.

FREEMAN, Christopher. **Continental, national and sub-national innovation systems - complementarity and economic growth**. *Research Policy*, v. 31, n. 2 p. 191-211, Feb. 2002.

FREEMAN, Christopher; LOUÇÃ, Francisco. **As time goes by: from the industrial revolutions and to the information revolution.** Oxford: Oxford University, 2001.

FREEMAN, Christopher; SOETE, Luc. **A Economia da Inovação Industrial.** Campinas: Editora Unicamp, 2008. Caps. 10, 12, 13 e 15.

FONTANA, Giuseppe. **Post Keynesians and Circuitists on Money and Uncertainty: An Attempt at Generality.** *Journal of Post Keynesian Economics*, v. 23, n. 1, p. 27-48, Autumn, 2000.

FONTANA, Giuseppe; GERRARD, Bill. **A Post Keynesian Theory of Decision Making Under Uncertainty.** *Journal of Economic Psychology*, v. 25, p. 619-637, 2004.

GALA, Paulo. **Política Cambial e Macroeconomia do Desenvolvimento.** 2006. 165 f. Tese (Doutorado em Economia) - Escola de Administração de Empresas de São Paulo, São Paulo, 2006.

GALA, Paulo. **Real Exchange Rate Levels and Economic Development: theoretical analysis and empirical evidence.** *Cambridge Journal of Economics*, Cambridge, v. 32, p. 273-288, 2008.

GALA, P.; LIBANIO, G. A. Exchange rate policies, patterns of specialization and economic development. *In: 10th International Post Keynesian Conference*, Kansas City - EUA. 2008.

GREENE, William H. **Econometric Analysis.** 7th ed. New York: Prentice Hall, 2012. Caps. 08 e 11.

GYLFASON, T; SCHMID, M. **Does devaluation cause stagflation?** *The Canadian Journal of Economics. European Economic Review*, v. 25, p. 37-64, 1983.

HALL, Bronwyn H. **The financing of research and development.** *Oxford Review of Economic Policy*, v. 18, n. 1, p. 35-51, 2002.

HALL, Bronwyn H. Innovation and Diffusion. **In: FAGERBERG, Jan; MOWERY, David; NELSON, Richard R. The Oxford Handbook of Innovation.** Oxford: *Oxford University*, 2005. Cap. 17. p. 459-484.

HERSCOVICI, Alain. **Historicidade, entropia e instabilidade estrutural: um estudo preliminar.** *Revista Venezolana de Análisis de Coyuntura*, Caracas, v. 10, n. 1, enero-junior, 2004.

HERSKOVIC, Bernard; RIBEIRO, Costa Leonardo; ALBUQUERQUE, Eduardo da Motta. **Efeitos recíprocos entre finanças e inovação.** Belo Horizonte: UFMG/CEDEPLAR, 2008. (Texto para discussão 332).

HOOPER, P.; KOHLHAGEN, S.W. **The effect of exchange uncertainty on the prices and volume of international trade.** *Journal of the Japanese and International Economy*, v. 8, p. 483-511, 1978.

JOHNSON, Simon; OSTRY, Jonathan; SUBRAMANIAN, Arvind. **“Africa’s Growth Prospects: Benchmarking the Constraints,”** IMF Working Paper (forthcoming). Mar., 2007.

JOHNSON, Björn. Institutional Learning. In: LUNDVALL, Bengt-Åke. (Ed.) **National Systems of Innovation: towards a theory of innovation and interactive learning**. London: Pinter, 1992. Cap 02 p. 23-44.

JONES, Benjamin F.; OLKEN, Benjamin A. “**The Anatomy of Start-Stop Growth,**” NBER Working Paper n. 11528. 2005.

KEYNES, John Maynard. The general theory of employment. in: **The Quarterly Journal of Economics**, v. 51, n. 2, p. 209-223. 1937.

KEYNES, John Maynard. **Some Economic Consequences of a Declining Population**. in: Moggridge, D. (ed.), *The Collected Writings of John Maynard Keynes*, vol. XIV, London: Macmillan, 1973, p. 124-133.

KEYNES, John Maynard. **A Teoria Geral do Emprego do Juro e da Moeda**. São Paulo: Atlas, 1982, Caps. 05, 11, 12, 15, 17, 21.

KLEINKNECHT, A.; VAN MONFORT, K.; BROUWER, E. **The non-trivial choice between innovation indicators**. *Economics of innovation and new technology*, v. 11, n. 2 p.109-121, 2002.

KOPPL, Roger. **Retrospectives: Animal Spirits**. *Journal of Economic Perspectives*, v 5, n 3, p. 203-210, Summer 1991.

KREGEL, J. **Markets and Institutions as Features of a Capitalist Production System**. *Journal of Economic Literature*, v. 3, n. 1. 1980.

KRUEGER, Ane O. **Trade Policy as an Input to Development**. *American Economic Review*, Cambridge, v. 70, n. 466, p. 288-292. April 1980.

KUPFER, David **Uma Abordagem Neo-Schumpeteriana da Competitividade Industrial**. *Ensaio FEE*, Porto Alegre, v. 17, n. 1, p. 355-372, 1996.

LALL, Sanjaya. **The Technological Structure and Performance of Developing Country Manufactured Exports, 1985-1998**. *University of Oxford, Working Paper* n. 44, 2000.

LAM, Alice. Organizational Innovation. **In: FAGERBERG, Jan; MOWERY, David; NELSON, Richard R. The Oxford Handbook of Innovation**. Oxford: *Oxford University*, 2005. Cap. 05. p. 115-147.

LAZONICK, William. The Innovative Firm. **In: FAGERBERG, Jan; MOWERY, David; NELSON, Richard R. The Oxford Handbook of Innovation**. Oxford: *Oxford University*, 2005. Cap. 02. p. 29-55.

LEVY, Moshe. **Almost Stochastic Dominance and Efficient Investment Sets**. *American Journal of Operations Research*, v. 2, n.3 p. 313-321, 2012.

LICHA, Antonio Luis. **Dependência da Trajetória, Irreversibilidade e o Papel da História na Seleção de Tecnologias**. *Economia*, Curitiba, v. 30, n. 1 (28), p. 107-127, jan./jun. 2004. Editora da UFPR.

LIMA, Gilberto Tadeu. **Em Busca do Tempo Perdido:** a recuperação pós-keynesiana da economia do emprego de Keynes. 1991. 253 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 1991.

LIMA, Cristina. Inovação na Era do Conhecimento. **In:** LASTRES, Helena; ALBAGLI, Sarita. **Informação e Globalização na Era do Conhecimento.** Rio de Janeiro: Campus, 1999. Cap. 5 p. 122-144.

LUNDVALL, Bengt-Åke. Innovation as an Interactive Process: from user-producer interaction to the national system of innovation. **In:** DOSI, G. *et al.* **Technical change and economic theory.** London: Pinter, 1988. Cap 17, p. 349-369

LUNDVALL, Bengt-Åke. (Ed.) **National Systems of Innovation:** towards a theory of innovation and interactive learning. London: Pinter, 1992. Caps 01 e 03.

LUNDVALL, Bengt-Åke; BORRÁS, Susana. **Globalising Learning Economy:** implications for innovation policy. Targeted Socio-Economic Research – TSER, DGXII – European Commission Studies, Luxemburgo: European Communities, 1998.

LUNDVALL, Bengt-Åke. **Why the New Economy is a Learning Economy.** *Danish Research Unit for Industrial Dynamics*, Working Paper, n. 04-01, Aalborg, 2001.

LUNDVALL, Bengt-Åke *et al.* **National Systems of Production, Innovation and Competence Building.** *Research Policy*, Aalborg v. 31, p. 213–231, 2002.

MACEDO, E.; SILVA, A.C. **Uma introdução a teoria macroeconômica.** Mimeo, IE-Unicamp, 1994.

MALERBA, Franco. Sectoral Systems: How and Why Innovation Differs across Sectors. **In:** FAGERBERG, Jan; MOWERY, David; NELSON, Richard R. **The Oxford Handbook of Innovation.** Oxford: *Oxford University*, 2005. Cap. 14. p. 380-406.

MARQUES, David Luís. **Modelos Dinâmicos com Dados em Painel:** revisão de literatura. 2000. 82 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Centro de Estudos Macroeconómicos e Previsão, Faculdade de Economia do Porto, Porto, 2000.

MARX, Karl [1894]. **O Capital:** Crítica da Economia Política. Volume I. O Processo de Produção do Capital. 29ª ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2011. Cap. 13.

MINSKY, Hyman P. **John Maynard Keynes:** Hyman P. Minsky's Influential Re-Interpretation of the Keynesian Revolution. New York: McGraw-Hill, 2008, Cap. 04.

MISSIO, Fabricio José. **Câmbio e Crescimento na Abordagem Estruturalista-Keynesiana.** 2012. 293 f. Tese (Doutorado em Economia) - Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

MODENESI, André de Melo *et al.* **Convention, Interest Rates and Monetary Policy:** a post-Keynesian-French-conventions-school approach. Rio de Janeiro: UFRJ/ Instituto de Economia, 2012. (Texto para Discussão, 007).

MOLLO, Maria de Lourdes Rollemberg. **Ortodoxia e Heterodoxia Monetárias: a Questão da Neutralidade da Moeda.** Revista de Economia Política, São Paulo, v. 24, n. 3 (95), p. 323-343, jul.-set. 2004.

MONTES, Gabriel Caldas; FEIJÓ, Carmem Aparecida. **Reputação, credibilidade e transparência da autoridade monetária e o estado de expectativa.** Economia e Sociedade, Campinas, v. 16, n. 2 (30), p. 151-170, ago. 2007.

MUKHTAR, Tahir; MALIK, Saquib Jalil. **Exchange Rate Volatility and Export Growth: Evidence From Selected South Asian Countries.** *Espoudai Journal of Economics and Business*, v. 60, n. 3-4, p. 58-68, 2010.

NELSON, Richard. **National Innovation Systems: A Comparative Analysis.** New York: *Oxford University Press*, 1993. Cap 16.

NELSON, Richard R.; WINTER, Sidney G. **Uma Teoria Evolucionária da Mudança Econômica.** Campinas: Editora da UNICAMP, 2005. Caps. 04, 05 e 11.

NELSON, Richard R. **As Fontes do Crescimento Econômico.** Campinas: Editora Unicamp, 2006. Caps. 02, 06, 07 e 09.

NORTH, Douglas Cecil. **Institutions, Institutional, Change and Economic Performance.** Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

OREIRO, José Luis. **Preferência pela liquidez e escolha de portfólio:** Estabelecendo os micro fundamentos da não-neutralidade da moeda no longo prazo. *Análise Econômica*, Porto Alegre, ano 17, n. 32, p. 87-105, set. 1999.

OREIRO, José Luis. **Economia Pós-Keynesiana:** origem, programa de pesquisa, questões resolvidas e desenvolvimentos futuros. *Ensaio FEE*, Porto Alegre, v. 32, n. 2, p. 283-312, nov. 2011.

PAULA, Luiz Fernando. **Bancos e crédito:** a abordagem pós-keynesiana de preferência pela liquidez. *Revista de Economia*, Curitiba, v. 32, n. 2, p. 81-93, jul./dez. 2006.

PAULA, Luiz Fernando de. Sistema Financeiro da Inovação: Uma abordagem keynesiana-schumpeteriana. In: **Encontro Nacional de Economia da ANPEC**, 39. Anais. Foz de Iguaçu, 2011.

PAVITT, Keith. **Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory.** *Research Policy*, North-Holland, v. 13, p. 343-372, 1984.

PAVITT, Keith. Innovation Processes. In: FAGERBERG, Jan; MOWERY, David; NELSON, Richard R. **The Oxford Handbook of Innovation.** Oxford: *Oxford University*, 2005. Cap. 04. p. 86-114.

PERÉE, Eric; STEINHERR, Alfred. **Exchange Rate Uncertainty and Foreign Trade.** *European Economic Review*. v.33, n.6, p.1241-1264, Jul. 1989.

POSSAS, Mario Luiz. **Elementos para uma integração Micro-macrodinâmica na Teoria do Desenvolvimento Econômico.** *Revista Brasileira de Inovação*, Campinas, v. 1, n. 1, p 123-150, Jan/Jun, 2002.

POWELL, Walter W.; GRODAL, Stine. Networks of Innovators. **In:** FAGERBERG, Jan; MOWERY, David; NELSON, Richard R. **The Oxford Handbook of Innovation**. Oxford: *Oxford University*, 2005. Cap. 03. p. 56-85.

RAZIN, Ofair e Susan M. Collins. **Real Exchange Rate Misalignments and Growth**. National Bureau of Economic Research, Working Paper 6147, *Georgetown University*, Cambridge, 1997. **Disponível em:** <<http://www.nber.org/papers/w6174>>. **Acesso em:** 10 de Out. 2011.

RIBEIRO, Leonardo C.; RUIZ, Ricardo M.; BERNARDES, Américo T.; ALBUQUERQUE, Eduardo M. **Science in the developing world: running twice as fast?** *Computing in Science and Engineering*, v. 8, p. 81-87, Jul. 2006.

ROGERS, Everett M. **Difusion of Innovations**. 4th Ed. New York: Free Press 1995. Cap 01, p. 01-31.

RODRIK, Dani. **The real exchange rate and economic growth: Comments and Discussion**. Project MUSE – Today's Research, Tomorrow's Inspiration. *Brookings Papers on Economic Activity*, p. 365-412. 2007.

ROMERO, João Prates. **Desenvolvimento Econômico e Mudança Estrutural: Teoria e evidência a partir de um enfoque multisetorial**. 2011. 150 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

ROODMAN, David. **How to do xtabond2: An introduction to difference and system GMM in Stata**. *The Stata Journal*, v. 09, n. 01, p. 86-136. College Station, Texas, 2009.

ROSENBERG, N. **Perspective on Technology**. (s.l.), Cambridge University, 1976.

ROSENBERG, N. **Inside the Black Box: technology and economics**. Cambridge: Cambridge University, 1982.

SACHS, Jeffrey D. **External Debt and Macroeconomic Performance in Latin America and East Asia**. *Brookings Papers on Economic Activity*, v. 1985, n. 2, p. 523-573, 1985.

SAMPAIO, Danilo Macedo Santos; GALA, Paulo Sérgio de O. S. Desequilíbrio Cambial e Crescimento Econômico. **In: Encontro Nacional de Economia da ANPEC**, 36. Anais. Salvador, 2008.

SAMUELSON, Paul A. **Theoretical Notes on Trade Problems**. *The Review of Economics and Statistics*, v. 46, n. 02, p. 145-154. May 1964.

SCHNABL, Gunther. **Exchange Rate Volatility and Growth in Small Open Economies at the Emu Periphery**. Frankfurt: European Central Bank. *Working Paper Series n. 773*. July, 2007.

SERVÉN, Luis. **Real exchange rate uncertainty and private investment in developing countries**. *Review Of Economics and Statistics*. Washington: *The World Bank*. Apr., 2002.

SETTERFIELD, M. **Supply and Demand in the Theory of Long-run Growth: introduction to a symposium on demand-led growth**. *Review of Political Economy*, v. 15, n. 1, 2003.

SILVEIRA, Fabrício. **Taxa de Câmbio e Mudança Estrutural: teoria e evidência.** 2011. 196 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

SILVERBERG, Gerald. Adoption and Diffusion of Technology as a Collective Evolutionary Process. In: FREEMAN, C.; SOETE, L. (eds.). **New Explorations in the Economics of Technological Change.** London: Pinter Publishers, 1990.

SINAÏ, Yakov G. **L'aléatoire du non-aléatoire.** In: DALMEDICO, A. Dahan; CHABERT, J. L.; CHEMLA, K. (orgs.). Chaos et déterminisme. Paris: Edition Du Seuil, 1992.

SMITH, Adam [1776]. **A Riqueza das Nações: Investigação sobre sua natureza e suas causas.** 2ª ed. São Paulo: Nova Cultural, 1985. Volume I, caps 1, 2 e 3.

SMITH, Keith. Measuring Innovation. In: FAGERBERG, Jan; MOWERY, David; NELSON, Richard R. **The Oxford Handbook of Innovation.** Oxford: *Oxford University*, 2005. Cap. 06. p. 148-177.

STEINMUELLER, E. Basic Research and Industrial Innovation. In: **DODGSON, M.; ROTHWELL, R.** (eds.). **Handbook of Industrial Innovation.** Cheltenham: Elgar, 1994.

TEECE, David.; PISANO, Gary. **The dynamic capabilities of firms: an introduction.** *Industrial and Corporate Change*, v. 1, n. 3, 1994.

THIRLWALL, A. P. **The Balance of Payments Constraint as an Explanation of International Growth Rate Differences.** Banca Nazionale del Lavoro Quarterly Review, n. 128, March, 1979.

TORRES, Daniela Almeida Raposo. **Liquidez Internacional e Crescimento Econômico: Uma análise Pós-keynesiana da experiência mundial.** 2009. 191 f. Tese (Doutorado em Economia) - Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

WILLIAMSON, John. Exchange rate policy and development. In.: **Initiative for Policy Dialogue Task Force on Macroeconomics**, Columbia, New York. 2003.

WOO, Wing Thye. **Some fundamental inadequacies of the Washington consensus: Misunderstanding the poor by the brightest.** Earth Institute, Columbia University. 2004.

WOOLDRIDGE, Jeffrey M. **Econometrics Analysis of Cross-Section and Panel Data.** Cambridge: MIT Press, 2002. Caps. 04 e 10.

ZAGOTTIS, Alexandre. **Rendimentos crescentes e a distribuição internacional de renda.** Revista de Economia Política, São Paulo, v. 28, n. 3, p. 454-470, jul./set. 2008.

APÊNDICES

Apêndice A - Descrição das variáveis usadas, suas medidas e fontes

Variável	Medida	Fonte
<i>IN</i> - inovação	Número de patentes (<i>Utility Patents</i>) obtidas junto ao <i>United States Patent and Trade Office</i> .	USPTO
<i>Inv</i> - investimento em capital físico	Formação Bruta de Capital Fixo (FBKF) como proporção do PIB	Banco Mundial (<i>World Development Indicators</i>)
<i>Educ</i> - educação	Porcentagem da população com ensino superior	Banco Mundial (<i>World Development Indicators</i>)
<i>P&D</i>	Gastos com pesquisa e desenvolvimento medidos como proporção do PIB	Banco Mundial (<i>World Development Indicators</i>)
Indicador de DCR e VCR*		
<i>XRAT</i>	Taxa de câmbio nominal medida em unidades de moeda nacional por dólar americano.	PWT 8.0
<i>PPP</i>	Paridade do poder de compra expressos em unidades de moeda nacional por dólar americano.	PWT 8.0
<i>RGDPCH</i>	PIB real per capita em dólares	PWT 8.0

Fonte: Elaboração própria

*Na metodologia da PWT 8.0 a variável *XRAT* corresponde a *xr*; a variável *PPP* é construída pelo produto das variáveis (*pl_gdpe*) x (*xr*); e a variável *RGDPCH* é construída por (*rgdpe/pop*). Para maiores detalhes ver:

Feenstra, Robert C., Robert Inklaar and Marcel P. Timmer (2013), "**The Next Generation of the Penn World Table**". Disponível em: < www.ggd.net/pwt >.

Feenstra, Robert C.; Inklaar Robert; Timmer, Marcel. **PWT 8.0 a user guide**. June 2013. Disponível em: <http://www.rug.nl/research/ggdc/data/pwt/v80/pwt_80_user_guide.pdf>.

Zeileis, Achim. **Package 'pwt8'**. August 2013. Disponível em: <<http://cran.r-project.org/web/packages/pwt8/pwt8.pdf>>.

Apêndice B – Relação dos países que compõem a amostra*

Economias Emergentes e em Desenvolvimento (46)			
América Latina, Norte, Sul e Central (11)	Argentina, Bolivia Brazil Colombia El Salvador Mexico Panama Paraguay Peru Trinidad and Tobago Uruguay	Africa (9)	Burkina Faso Egypt Ethiopia Iran Madagascar Mauritius Morocco Tunisia Uganda
Asia (14)	Armenia Azerbaijan China Georgia India Kazakhstan Kuwait Kyrgyzstan Macao Malaysia Pakistan Saudi Arabia Thailand Turkey	Europa (12)	Belarus Bulgaria Croatia Hungary Latvia Lithuania Macedonia Moldova Poland Romania Russia Ukraine
Economias Avançadas (30)			
Asia (4)	Hong Kong Israel Japan South Korea	Europa (23)	Austria Belgium Cyprus Czech Rep. Denmark Estonia Finland France Greece Iceland Ireland Italy Luxembourg Malta Netherlands Norway Portugal Slovakia Slovenia Spain Sweden Switzerland Unit. Kingdom
Oceania (2)	Australia New Zealand	América do Norte (1)	United States

Fonte: Elaboração a partir de classificação do Banco Mundial.

*Países eliminados: Bosnia, Zambia, St Lucia, Serbia, Philippines, Jordan, Jamaica, Indonesia, Honduras, Germany, Canada e Brunei.

Apêndice C – Estatísticas descritivas das variáveis que compõem os modelos estimados.

Variáveis	Média	Desvio Padrão	Amplitude	
			Min	Max
<i>in</i>	1.829,892	10.075,830	0,00	89.225,000
<i>inv</i>	22,899	5,568	11,0778	48,579
<i>educ</i>	41,859	22,714	0,7939	103,514
<i>p&d</i>	1,043	1,005	0,0418	5,691
<i>dcr</i>	0,047	0,850	- 2,2024	1,996
<i>vps5</i>	1,677	0,403	1,0726	4,169
<i>vps3</i>	1,443	0,263	1,0390	3,913
<i>vdp5</i>	0,084	0,048	0,0033	0,454
<i>vdp3</i>	0,076	0,045	0,0025	0,375

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados do Stata.

Apêndice D- Testes de especificação para o modelo dinâmico de inovação**TESTE DE CHOW:****H₀:** Modelo restrito (Pooled)**H₁:** Modelo irrestrito (Efeitos Fixos)

F (70, 163) = 3.48 Prob > F = 0.0000

Rejeita a hipótese nula: modelo de dados em painel é mais adequado

TESTE BREUSCH-PAGAN (TESTE LM – MULTIPLICADOR DE LAGRANGE):**H₀:** Modelo Pooled**H_A:** Modelo de Efeitos Aleatórios

chibar2(01) = 3.77 Prob > chibar2 = 0.0261

Rejeita a hipótese nula: modelo de dados em painel é mais adequado.

TESTE DE HAUSMAN:**H₀:** Não há correlação entre α_i e os regressores X_{it} 's – ambos os modelos são consistentes mas o modelo de efeitos fixos é menos eficiente (efeito aleatório é mais adequado)**H_A:** Existe correlação – ambos são consistentes mas o de **efeito fixo é mais eficiente**

chi2(6) = 140.74 Prob > chi2 = 0.0000

Rejeita a hipótese nula: modelo dinâmico de efeitos fixos para inovação é o mais eficiente

Fonte: Elaboração própria a partir das regressões do *stata 12.0*.

Apêndice E – Resultado da estimação do Modelo Dinâmico de Efeitos Fixos para Inovação (Equação 5.6') usando como medida para volatilidade da taxa de câmbio real as variáveis VPS3, VDP5 e VDP3.

Tabela E.1: Modelo Dinâmico de Efeitos Fixos para Inovação sem *dummies* (Equação 5.6')

Variáveis Explicativas	GMM-SYS two step (VPS3)			GMM-SYS two step (VDP5)			GMM-SYS two step (VDP3)		
	β	DP Robustos	p-valor	β	DP Robustos	p-valor	β	DP Robustos	p-valor
	in_{t-1}	0,4620	0,2223	0,041**	0,4409	0,2295	0,059***	0,4978	0,2703
inv	0,3097	0,3264	0,346	0,2514	0,2436	0,063***	0,2654	0,2589	0,309
$educ$	0,5748	0,3498	0,105	0,4818	0,3583	0,183	0,3432	0,4255	0,423
$p\&d$	0,8820	0,4335	0,046***	0,9413	0,4092	0,024**	0,8738	0,4828	0,075***
dcr	0,3878	0,2099	0,069***	0,4657	0,2293	0,046**	0,2977	0,1645	0,075***
vcr	-0,6227	0,2802	0,029**	-3,4855	1,5210	0,025**	-0,3895	0,2116	0,070***
Testes de Validação dos Instrumentos (Nível de significância de 5%)									
Arellano-Bond	p-valor			p-valor			p-valor		
H_0^1 : Não correlação serial AR(1)	0,002			0,019			0,010		
H_0^2 : Não correlação serial AR(2)	0,095			0,486			0,216		
Sargan	p-valor			p-valor			p-valor		
H_0 : instrumentos adicionais não ortogonais	0,015			0,001			0,001		
Hansen	p-valor			p-valor			p-valor		
H_0 : instrumentos ortogonais	0,061			0,063			0,057		
Difference-Hansen	p-valor			p-valor			p-valor		
H_0 : todos os instrumentos são válidos	0,089			0,109			0,065		
H_0 : instrumentos adicionais são exógenos	0,087			0,072			0,277		
Número de países				76					
Número de observações				380					
Número de instrumentos				22					

Fonte: Elaboração própria a partir das regressões.

Notas: * significativo a 1%, ** significativo a 5%, *** significativo a 10%. A constante não foi apresentada porque foi insignificante.

Apêndice F: Classificação dos Países da Amostra Segundo Estágio de Desenvolvimento do Sistema de Inovação

(21) Regime III - SI= 1	(25) Regime II - SI=0	(14) Regime I - SI=0	(16) Não classificados - SI=0
Australia Austria Belgium Denmark Finland France Greece Hong Kong Ireland Israel Italy Japan Korea, Rep. New Zealand Norway Slovenia Spain Sweden Switzerland United Kingdom United States	Argentina Brazil Bulgaria China Croatia Czech Republic Egypt Estonia Hungary Latvia Lithuania Malaysia Mauritius Mexico Panama Poland Portugal Russia Saudi Arabia Slovakia Thailand Trinidad & Tobago Tunisia Turkey Uruguay	Bolivia Colombia El Salvador Georgia India Iran Kazakhstan Macedonia Moldova Morocco Pakistan Peru Romania Ukraine	Armenia Azerbaijan Belarus Burkina Cyprus Ethiopia Iceland Kuwait Kyrgyzstan Luxembourg Macau Madagascar Malta Netherlands Paraguay Uganda

Fonte: Elaboração própria a partir da classificação de Herskovic *et al* (2008).

Apêndice G: Estimativa da equação (5.6'') com duas *dummies* de interação

Estimando a equação (5.6'') com *dummies* para os países do regime III e regime II:

$$in_{it} = \gamma in_{it-1} + \beta_1 inv_{it} + \beta_2 educ_{it} + \beta_3 p\&d_{it} + \beta_4 dcr_{it} + \beta_5 vcr_{it} + \delta_1 (dcr_{it} \times SI)^{III} \\ + \delta_2 (vcr_{it} \times SI)^{III} + \theta_1 (dcr_{it} \times SI)^{II} + \theta_2 (vcr_{it} \times SI)^{II} \alpha_i + \varepsilon_{it}$$

Neste modelo, o grupo de referência foi o regime I e foram definidas $(dcr \times SI)^{III}$ e $(vcr \times SI)^{III}$ como as *dummies* para os países do regime III, SI maduro; e, $(dcr \times SI)^{II}$ e $(vcr \times SI)^{II}$ como as *dummies* para os países do regime II, SI com interação fraca. A interpretação dos resultados para a regressão da equação acima é feita da seguinte forma:

- i) Para analisar o efeito do câmbio sobre a inovação nos países que têm um SI maduro, ou seja, nos países que estão no Regime III, considera-se $SI=1$ para estes países e $SI=0$ para os demais países (Regime I e Regime II). Neste caso o efeito da desvalorização da taxa de câmbio sobre a inovação nos países com SI maduro é dado por $(\beta_4 + \delta_1)$ e o da volatilidade é dado por $(\beta_5 + \delta_2)$;
- ii) Para analisar o efeito do câmbio sobre a inovação nos países do Regime II, ou seja, nos países cujo SI não estão completos (os vínculos existem mas são fracos) considera-se $SI=1$ para estes países e $SI=0$ para os demais países (Regime I e Regime III). Neste caso o efeito da desvalorização da taxa de câmbio sobre a inovação nos países do Regime II é dado por $(\beta_4 + \theta_1)$ e o da volatilidade é dado por $(\beta_5 + \theta_2)$.

Os resultados para estimação do modelo acima (Tabela G1) são condizentes com aqueles encontrado na regressão da equação 5.6'': mostram que a desvalorização da taxa de câmbio real só tem efeito nos países com SI desenvolvido (Regime III); e, que a volatilidade afeta todos os países mas tem efeito menor (ou é suavizado) nos países com SI mais desenvolvido.

Nos países do regime III o efeito da volatilidade é $(-0,6131 + 0,2335 = -0,3796)$ e nos países do regime II $(-0,6131 + 0,1645 = -0,4486)$. Em termos de elasticidade um aumento na volatilidade de 10% leva a uma redução esperada na inovação de cerca de 6,4% no países do regime III, 7,4% no países do regime II e 10,3% nos demais países.

Tabela G1: Resultados da Regressão do Modelo Dinâmico para Inovação com *Dummies*

Variáveis Explicativas	GMM-SYS two step		
	Coefficientes	DP-robustos	p-valor
in_{t-1}	$\hat{\gamma} = 0,4629$	0,2154	0,035**
inv	$\hat{\beta}_1 = 0,2385$	0,1147	0,043**
$educ$	$\hat{\beta}_2 = 0,6016$	0,4898	0,213
$p\&d$	$\hat{\beta}_3 = 0,774$	0,3543	0,032**
dcr	$\hat{\beta}_4 = 0,1292$	0,1856	0,489
vcr^I	$\hat{\beta}_5 = -0,6131$	0,1408	0,000*
$(dcr \times SI)^{III}$	$\hat{\delta}_1 = 0,4804$	0,2111	0,026**
$(vcr \times SI)^{III}$	$\hat{\delta}_2 = 0,2335$	0,1235	0,063***
$(dcr \times SI)^{II}$	$\hat{\theta}_1 = 0,3087$	0,3625	0,397
$(vcr \times SI)^{II}$	$\hat{\theta}_2 = 0,1645$	0,0751	0,032**
Testes de Validação dos Instrumentos (Nível de significância de 5%)			
Teste de Arellano-Bond		p-valor	
H_0^1 : ausência de correlação serial AR(1)		0,003	
H_0^2 : ausência de correlação serial AR(2)		0,110	
Teste de Sargan			
H_0 : instrumentos adicionais não ortogonais		0,016	
Teste de Hansen			
H_0 : instrumentos ortogonais		0,243	
Difference-Hansen test			
H_0 : todos os instrumentos são válidos		0,378	
H_0 : instrumentos adicionais são exógenos		0,212	
Teste de eliminação do viés de painel dinâmico (comparação das estimativas para γ)			
<i>Within</i>	<i>GMM-SYS</i>	<i>OLS</i>	
0,1324	0,4629	0,9317	
(p-valor = 0,043)	(p-valor = 0,035)	(p-valor = 0,000)	
Número de países		76	
Número de observações		380	
Número de instrumentos		26	

Fonte: Elaboração própria a partir das regressões.

Notas: 1. $vcr = (vaps5)$; *significativo a 1%, ** significativo a 5%, *** significativo a 10%.

2. A constante não foi apresentada porque foi insignificante.