

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO SÓCIO-ECONÔMICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

APLICABILIDADE DO REGIME DE METAS DE INFLAÇÃO NOS PAÍSES EMERGENTES: UMA
ANÁLISE DE CONTROLE ÓTIMO EM SISTEMAS ECONÔMICOS DINÂMICOS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

THIAGO ROBERTO MAGALHÃES VELOSO

FLORIANÓPOLIS

2006

THIAGO ROBERTO MAGALHÃES VELOSO

APLICABILIDADE DO REGIME DE METAS DE INFLAÇÃO NOS PAÍSES EMERGENTES: UMA
ANÁLISE DE CONTROLE ÓTIMO EM SISTEMAS ECONÔMICOS DINÂMICOS

DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO PROGRAMA DE
PÓS -GRADUAÇÃO EM ECONOMIA DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA
CATARINA, COMO REQUISITO PARCIAL
PARA A OBTENÇÃO DE TÍTULO DE
MESTRE EM ECONOMIA.

ORIENTADOR: PROF. ROBERTO MEURER, DR.

RESUMO

Neste trabalho é construído um modelo de regra ótima para testar a aplicabilidade do regime de metas de inflação nos países emergentes. Apesar do curto período de experiência com o regime de metas de inflação, o regime se popularizou nos países emergentes. A questão que surge é se o regime de metas é compatível com as características dos países emergentes e se essas características significam restrições operacionais na condução da política monetária. O procedimento de análise foi a construção de um modelo de regra ótima que simula a escolha da taxa de juros pelo banco central. A metodologia utilizada na solução do modelo foi a análise de controle ótimo. Os resultados do modelo são coerentes com a teoria e consistentes para o estudo da aplicabilidade do regime de metas nos países emergentes.

Palavras-Chave: Economias Emergentes, Controle Ótimo, Metas de Inflação.

ABSTRACT

In this work a model of optimal rules is constructed to test the applicability of inflation targeting in emerging economies. Despite the short period of experience with inflation targeting, the regime popularized in emerging economies. This work asks if inflation targeting is compatible with the characteristics of emerging economies and whether these characteristics mean operational restrictions in conduction of monetary policy. The analysis procedure was the construction of a model of optimal rules that simulates the choice of interests rate by the central banking. The methodology used to solve the model was the analysis of optimal control. The results of the model are coherent with the theory and consistent with study of the applicability of inflation targeting in emerging economies.

Keyword: Emerging Economies, Optimal Control, Inflation Targeting.

SUMÁRIO

	LISTA DE TABELAS	vi
	LISTA DE FIGURAS	vii
1	INTRODUÇÃO	1
2	REGIME DE METAS DE INFLAÇÃO E PAÍSES EMERGENTES	4
2.1	APLICABILIDADE DO REGIME DE METAS NOS PAÍSES EMERGENTES.....	9
2.1.1	Características dos países emergentes	14
2.2	EXCESSO DE PASSIVOS EM MOEDA ESTRANGEIRA.....	17
2.3	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	18
2.2.1	Choque de Calvo	21
2.2.2	Choque de Prebisch	24
3	MODELO TEÓRICO-ANALÍTICO	28
3.1	MODELO DE REGRA DE TAYLOR.....	28
3.1.1	Derivação da regra de Taylor	29
3.2	MODELO DE REGRA ÓTIMA.....	33
3.3	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	38
4	ANÁLISE DE CONTROLE ÓTIMO	39
4.1	PARAMETRIZAÇÃO DO MODELO.....	39
4.2	ESTIMAÇÃO DO MODELO DE REGRA ÓTIMA.....	46
4.2.1	Função de Reação	50
4.2.2	Desvio da inflação e desvio do produto	55
4.2.3	Compensação entre o desvio da inflação e o desvio do produto	57
4.3	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	59
5	CONCLUSÃO	62
	BIBLIOGRAFIA	65
	APÊNDICES	
	A- Metodologia.....	68
	B-Trajetória ótima do produto e da inflação.....	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Data de adoção do regime de metas de inflação antes e depois da adoção do regime de metas.....	11
Tabela 2: Função de reação da taxa de juros ótima – cenário base.....	41
Tabela 3: Função de reação da taxa de juros ótima – elevada inércia inflacionária.....	42
Tabela 4: Função de reação da taxa de juros ótima – elevado <i>passthrough</i>	43
Tabela 5: Função de reação da taxa de juros ótima – excesso de passivos em moeda estrangeira	44
Tabela 6: Equação (7) – Comportamento do produto (Y_t).....	48
Tabela 7: Equação (8) – Comportamento da inflação (π_t)	49
Tabela 8: Equação (9) – Comportamento da variação da taxa de câmbio (Δe_t)	50
Tabela 9: Função de reação da taxa de juros ótima – países industrializados.....	52
Tabela 10: Função de reação da taxa de juros ótima – países emergentes.....	52
Tabela 11: Desvio do produto e desvio da inflação	56
Tabela 12: Compensação do desvio do produto e do desvio da inflação.....	58
Tabela 13: Equação na forma reduzida.....	69

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1:** Trajetória ótima do produto e da inflação: países industrializados.....76
- FIGURA 2:** Trajetória ótima do produto e da inflação: países emergentes.....77

1- INTRODUÇÃO

Na década de 90 diversos países industrializados passaram a anunciar metas de inflação como o principal componente da política monetária. O primeiro país a adotar explicitamente o regime de metas de inflação foi a Nova Zelândia e, em seguida, vieram (em ordem cronológica) Canadá, Reino Unido, Finlândia, Suécia, Austrália, Suíça, Noruega, Islândia e Espanha. A Espanha e a Finlândia abandonaram o regime de metas de inflação em janeiro de 1999 quando se uniram a União Monetária Européia.

Segundo Masson, Savastano e Sharma (1997), dificuldades em conduzir a política monetária via agregados monetários e via regime de câmbio fixo foram as principais causas para a adoção do regime de metas pelos países industrializados. No caso do Reino Unido, da Suécia e da Finlândia, o regime de metas foi adotado após o regime de câmbio fixo falhar como âncora da política monetária. Já no caso do Canadá, a adoção do regime de metas foi associada com a decisão da autoridade monetária em permitir uma maior flexibilização do câmbio. O caso da Espanha corresponde a uma exceção, uma vez que adotou o regime de metas sem, em contrapartida, flexibilizar o câmbio.

A adoção do regime de metas nesses países também está associada com a percepção de que o regime de metas, quando comparado com outros regimes, é capaz de melhorar o controle da inflação assim como aumentar a transparência e a credibilidade da política monetária. O artigo de Svensson (1997), por exemplo, defende que o regime de metas de inflação produz resultados mais eficientes quando comparado com o regime de metas monetárias. O artigo de Fraga, Goldfajn e Minella (2003) indica que os países que adotaram o regime de metas de inflação foram bem sucedidos na redução da inflação.

Entretanto essa percepção não é unanimidade na literatura econômica. Segundo Masson, Savastano e Sharma (1997), a década de 90 foi um período favorável para a redução da inflação, independente da adoção ou não do regime de metas. Também existe a questão se a redução da inflação ocorreu devido uma mudança de comportamento dos bancos centrais ou se o regime de metas favorece uma combinação de menor inflação e menor sacrifício do produto agregado (menor *trade-off* inflação-produto).

Outra questão discutida na literatura é se o regime de metas de inflação é aplicável nos países emergentes. Segundo parte da literatura, existem características dos países emergentes que, quando combinadas com as características do regime de metas, podem representar restrições na condução da política monetária. Segundo Eichengreen (2002) e Mishkin (2004), as principais características dos países emergentes que podem representar restrições são: instituições fiscais fracas, baixa credibilidade da política monetária, dificuldade do banco central prever a inflação futura, excesso de passivos em moeda estrangeira (*liability dollarization*), elevado *passthrough* e vulnerabilidade externa.

Este trabalho tem como objetivo principal examinar a aplicabilidade do regime de metas nos países emergentes, isto é, examinar a popularização do regime nos países emergentes. Apesar do regime de metas de inflação ter sido pouco testado analiticamente e operacionalmente, pois o período de experiência com o regime é curto, o regime de metas se popularizou nos países emergentes.

A dissertação procura responder as seguintes questões: Quais são as características dos países emergentes que, quando combinadas com o regime de metas de inflação, significam restrições na condução da política monetária (na escolha da taxa de juros ótima)? Em termos operacionais, quais são as diferenças observadas na condução da política monetária nos países emergentes?

Para tanto foi desenvolvido um modelo de “regra ótima” (*optimal rule*) com o objetivo de diferenciar o comportamento, na condução da política monetária, entre países industrializados e emergentes. Esse modelo simula a escolha da taxa de juros no regime de metas de inflação, onde a taxa de juros ótima é a solução da minimização de uma função de perda sujeita a um sistema econômico dinâmico. A função de perda representa as preferências do banco central no regime de metas, enquanto o sistema econômico representa o comportamento da economia. A metodologia utilizada na solução do modelo de regra ótima foi a análise de controle ótimo (*optimal control*). A principal vantagem da análise de controle ótimo é a possibilidade de utilizar a econometria para alimentar os parâmetros do modelo.

Com o objetivo de examinar a aplicabilidade do regime de metas nos países emergentes a dissertação está dividida, além desta introdução, em mais quatro capítulos. O capítulo 2 apresenta os fundamentos teóricos que relacionam o regime de metas com as

características dos países emergentes. Inicia definindo o regime de metas de inflação, suas vantagens e desvantagens, para depois examinar as singularidades do regime de metas nos países emergentes.

No capítulo 3 é desenvolvido o modelo de regra ótima. O objetivo do modelo é diferenciar o comportamento, na condução da política monetária, entre países industrializados e emergentes. O capítulo inicia com uma breve apresentação da regra de Taylor no contexto de países emergentes e, em seguida, o modelo de regra ótima é apresentado. A metodologia adotada na otimização dinâmica é apresentada no apêndice A.

No capítulo 4 é realizada uma parametrização do modelo para simular algumas características dos países emergentes. A parametrização permite comparar o comportamento do banco central previsto na teoria com o comportamento do banco central previsto pelos resultados da parametrização. Em seguida, o modelo é aplicado para uma amostra composta por países industrializados e emergentes. O critério de seleção dos países obedece ao maior tempo de experiência com o regime de metas e ao maior grau de desenvolvimento econômico. Esse critério procura evitar maiores distorções de resultados ao proporcionar uma amostra de países mais homogênea.

Utilizando dados trimestrais e para o período que compreende desde o primeiro trimestre de 1990 até o primeiro trimestre de 2005, os resultados mostraram-se satisfatórios para oito países, sendo quatro industrializados e quatro emergentes: Reino Unido, Canadá, Nova Zelândia, Suécia, Chile, Polônia, República Tcheca e Coreia. Finalmente, a conclusão retorna para a questão se o regime de metas é uma opção atrativa para os países emergentes.

2 - REGIME DE METAS DE INFLAÇÃO E PAÍSES EMERGENTES

No regime de metas de inflação o objetivo principal do banco central é a estabilidade de preços. Nesse regime a autoridade monetária anuncia publicamente uma meta de inflação e se compromete em atingi-la. Ao anunciar publicamente a meta, a autoridade monetária espera que os agentes econômicos passem a basear suas expectativas de inflação na meta anunciada. Se isso ocorrer e se a meta for atingida, teoricamente os preços nominais serão automaticamente definidos no nível de pleno emprego. Nesse caso a autoridade monetária consegue atingir a meta de inflação com uma menor perda de produção e emprego. Isto é, com um menor custo de desinflação.

Em resumo, quando a credibilidade da autoridade monetária é elevada, as expectativas de inflação dos agentes se baseiam na meta de inflação anunciada. Nesse contexto de comprometimento da autoridade monetária em atingir a meta anunciada, não faz sentido os agentes econômicos aumentarem os preços para se protegerem de uma inflação não esperada. Por outro lado, quando a credibilidade é baixa, as expectativas de inflação se baseiam mais na inflação passada.

Entretanto, a prática do regime de metas de inflação não norteia apenas o anúncio da meta de inflação e a, conseqüente, formação de expectativas. O artigo de Eichengreen (2002) define a adoção completa do regime de metas de inflação como uma política monetária composta necessariamente por quatro elementos: (a) um comprometimento institucional da autoridade monetária com a estabilidade de preços, sendo a estabilidade de preços o principal objetivo da política monetária; (b) a existência de instrumentos que permitam a perseguição da meta de inflação pelo banco central; (c) o anúncio público da meta de inflação; (d) uma política de comunicação ao público e ao mercado da racionalidade das decisões tomadas pelo banco central.

O comprometimento da instituição com a estabilidade de preços torna o banco central mais independente para perseguir a meta de inflação. A existência de instrumentos eficazes permite a operacionalização do regime. O anúncio público da meta de inflação e a comunicação ao público da racionalidade das decisões tomadas possibilitam um aumento da transparência e credibilidade, pois permitem a avaliação do desempenho da política monetária pelo público.

Tanto o desempenho da política monetária pode ser avaliado (pela comparação da inflação corrente com a meta de inflação) quanto a credibilidade da meta pelo público (pela comparação das pesquisas de expectativas de inflação com a meta anunciada). O aumento de transparência aumenta a aceitação política e social de ter a inflação como o principal objetivo da política monetária, ao mesmo tempo em que impõe custos aos bancos centrais que forem ineficazes e se comportarem oportunistamente (problema de inconsistência dinâmica e viés inflacionário).

A necessidade de ter que pôr em prática os outros elementos, e não apenas o mero anúncio da meta de inflação, explica porque inexistiu consenso do número de países emergentes que praticam o regime de metas de inflação na sua totalidade.

Segundo Eichengreen (2002), o número de países emergentes praticantes do regime de metas varia constantemente. Eichengreen cita o relatório do JP Morgan de 2001, onde a Hungria entrou “implicitamente” para o clube dos países sob o regime de metas em junho de 2001. Por outro lado, segundo o mesmo relatório, a Tailândia recuou da sua posição de *full-fledge* praticante do regime de metas quando passou a dar maior importância para a volatilidade da taxa de câmbio. Um exemplo de país emergente que adotou a totalidade dos elementos supracitados é o Brasil. O Brasil implementou o regime de metas logo após o colapso da âncora cambial em janeiro de 1999.

Além dos motivos citados na introdução, que levaram a popularização do regime de metas, – substituição da âncora cambial pela âncora da meta de inflação e percepção de maior eficácia do regime de metas no controle inflacionário - outro motivo que torna o regime de metas tão atrativo é o fato de sua fundamentação teórica ser consistente com os recentes avanços e publicações na área de política monetária. Isto inclui a literatura de “regras de política monetária” cujo expoente é John Taylor. Inclui a literatura de regras e discricionariedade, cujo trabalho de Kydland e Prescott (1977) introduziu o conceito de inconsistência dinâmica e viés inflacionário. Inclui a literatura de independência do banco central, onde Rogoff (1985) propôs a instituição de bancos centrais independentes como mecanismo para diminuir o problema de inconsistência dinâmica.

O trabalho de Masson, Savastano e Sharma (1997) apresenta cinco proposições, que caracterizam bem os fundamentos teóricos por trás do regime de metas de inflação. Segundo

os autores, a premissa básica do regime de metas de inflação é que o principal objetivo da política monetária deva ser a inflação, para qualquer que seja o país. Apesar dessa premissa básica ser motivo de grande controvérsia, ainda mais no caso dos países emergentes, o regime de metas se popularizou como teoria e política. A explicação para essa popularização é que existe consenso, entre os defensores do regime de metas, de cinco proposições que suportam a premissa básica.

A primeira proposição é que a moeda é neutra no médio e longo-prazo. Logo uma expansão da moeda reflete somente um aumento de preços e, não, um aumento de produto ou emprego. A explicação para essa neutralidade da moeda, no contexto das expectativas adaptativas e rigidez de preços, é conhecida como princípio aceleracionista. Já no contexto das expectativas racionais, os indivíduos não são surpreendidos por políticas sistemáticas. Neste caso uma política monetária expansionista e sistemática gera apenas inflação esperada e, por consequência, não gera inflação não esperada e aumento de produto.

A segunda proposição é que a inflação significa custos, tanto em termos de alocação de recursos como em termos de crescimento de longo-prazo do produto. Fischer (1996) afirma que a inflação é socialmente e economicamente custosa. Do ponto de vista dos custos econômicos, o autor enfatiza que a extensão do custo está diretamente ligada com o impacto da inflação no sistema tributário, em especial a tributação sobre o capital. A inflação também pode distorcer a alocação intertemporal do consumo.

Do ponto de vista social, hiperinflações são politicamente impopulares, como pôde ser confirmado pelos resultados eleitorais na Argentina em 1995, no Brasil em 1994, no Peru em 1995 e na Rússia em 1996. Também existem estudos que indicam que inflação está associada com o aumento da desigualdade da renda, como o artigo de Bulir e Gulde (1995).

Tanto a primeira proposição como a segunda proposição são consistentes com o regime de metas, pois a inflação significa custos e é neutra no médio e longo-prazo. Estas proposições justificam a adoção de um regime que tenha como objetivo principal a estabilidade de preços.

A terceira proposição é que a moeda não é neutra no curto-prazo. A moeda tem um efeito transitório sobre variáveis reais, como o produto e o desemprego. Entretanto esses efeitos não são facilmente previstos, tanto em relação à intensidade quanto ao horizonte de

tempo. A não neutralidade de curto-prazo da moeda pode ser explicada tanto pelo modelo de “custo de cardápio”¹ como pelo modelo de informação imperfeita de Lucas. Entretanto, como os efeitos de uma expansão monetária não são facilmente previstos, a prática de estimular a economia via emissão de moeda deve ser vista com cautela.

A quarta proposição é um corolário da terceira. Segundo a quarta proposição, a política monetária afeta a taxa de inflação com defasagens cuja duração é incerta, o que diminui a capacidade do banco central controlar a inflação *period-by-period*.

Tanto a terceira quanto a quarta proposição justificam a adoção de um regime que utiliza instrumentos olhando para o futuro (*forward-looking*). No regime de metas de inflação, o banco central utiliza todas as informações relevantes e disponíveis para traçar a trajetória futura da inflação. No caso de identificar possíveis distúrbios que podem alterar a trajetória futura da inflação, o banco central ajusta seus instrumentos de política monetária para anular antecipadamente estes distúrbios. O banco central age antes de os distúrbios serem observados.

O regime de metas é atrativo porque permite uma certa discricionariedade e flexibilidade na escolha dos instrumentos de política monetária diante de choques e distúrbios. Como bem salienta o trabalho de Fraga, Goldfajn e Minella (2003), essa flexibilidade é ainda mais importante nos países emergentes, pois são mais sujeitos a choques. Contudo essa discricionariedade e flexibilidade podem se tornar um problema caso a política monetária seja utilizada para estimular a economia, o que será discutido na quinta proposição.

A quinta proposição é a que melhor justifica o regime de metas de inflação. Parte do pressuposto de que existe uma tendência inflacionária na política monetária, o que é chamada de inconsistência dinâmica. Segundo Kydland e Prescott (1977), a incapacidade da autoridade monetária se comprometer com uma política de inflação baixa pode significar o surgimento de um viés inflacionário na economia. Quando as expectativas de inflação são

¹ No modelo de “custo de cardápio” de Mankiw, Akerlof e Yellen é possível a existência de agentes otimizadores que escolhem racionalmente rigidez nominal. Isso ocorre quando após uma expansão monetária as empresas não ajustam seus preços para os novos preços maximizadores de lucro, pois os custos de não ajustar seus preços é tão pequeno, que não vale a pena a firma arcar com os “custos de cardápio”. Neste caso, a expansão monetária que provoca um aumento da demanda agregada pode estimular a economia. Neste caso, moeda não neutra. (ver Ball, Mankiw e Homer (1998)).

baixas, a autoridade monetária sofre a tentação de aumentar o produto agregado. Uma vez que as expectativas estão baixas, o custo marginal de mais inflação é pequeno. Neste caso a autoridade monetária tem a tendência de realizar políticas monetárias expansionistas para colocar o produto agregado corrente acima do seu produto potencial. Por outro lado, os agentes econômicos sabendo dessa tendência não mais formarão expectativas de inflação baixas, ou melhor, a autoridade monetária perderá credibilidade. O resultado final é que nos regimes onde a autoridade monetária pode exercer total discricionariedade passa a existir um viés inflacionário.

Também existe o caso inverso, isto é, quando o banco central sofre pressões dos agentes econômicos para expandir a política monetária. Neste caso, o banco central sofre maior crítica quando aumenta a taxa de juros do que quando diminui a taxa de juros. Também pode ser compelido pelos agentes econômicos a estimular a economia e a perseguir outros objetivos que podem ser conflitantes com a estabilidade de preço.

Também no caso da quinta proposição, o regime de metas é uma opção atrativa. Pois ao se comprometer publicamente em atingir a meta de inflação, o regime de metas acaba impondo custos aos bancos centrais que forem ineficazes e que se comportaram de forma oportunista. Ao mesmo tempo em que o aumento da transparência aumenta a aceitação política e social de ter a inflação como principal objetivo da política monetária.

Baseado nessas cinco proposições, o regime de metas de inflação é visto por muitos como um regime capaz de melhorar o desempenho da política monetária quando comparado com outros regimes. As principais vantagens enumeradas na literatura são: a meta de inflação constitui uma âncora nominal da política monetária e das expectativas de inflação, o regime de metas aumenta a transparência e a credibilidade da política monetária, o regime de metas adota instrumentos olhando para o futuro (grande importância para os efeitos das defasagens no ajuste dos instrumentos de política monetária) e o regime de metas é compatível com o câmbio flutuante.

Sem deixar de levar em consideração os méritos desta consistência teórica do regime de metas, Masson, Savastano e Sharma (1997) argumentam que essa aparente consistência vem postergando uma avaliação mais profunda da aplicabilidade do regime de metas, em especial a questão operacional do regime. Isso aliado com o reduzido período de experiência

do regime tem complicado a tarefa de testar as propriedades do regime de metas sistematicamente. A questão que surge é se o regime de metas pode ser aplicado em qualquer país, ou melhor, se as vantagens do regime de metas podem ser usufruídas por qualquer país que venha a adotar o regime.

2.1 APLICABILIDADE DO REGIME DE METAS NOS PAÍSES EMERGENTES

Até 2003 eram doze os países emergentes praticantes do regime de metas de inflação, o que pode ser observado na Tabela 1. Entretanto, como foi dito na introdução do capítulo, não existe consenso do número de países emergentes que realmente praticam o regime de metas na sua totalidade. Como foi dito na seção anterior, não basta o país anunciar uma meta de inflação para estar praticando o regime de metas de inflação. São necessárias outras reformas institucionais na política monetária.

A Tabela 1, baseada no artigo de Fraga, Goldfajn e Minella (2003), mostra a data de adoção do regime de metas para os países emergentes e para os países industrializados, assim como a inflação acumulada em 12 meses para o período antes da adoção e para o período depois da adoção. A maioria dos países industrializados adotou o regime de metas entre 1990 e 1993, enquanto a maioria dos países emergentes adotou o regime a partir de 1998.

Os autores chamam atenção para a dificuldade existente em definir diferenças entre o grupo de países industrializados e o grupo dos países emergentes. O grupo de países emergentes é muito heterogêneo, estes países apresentam características muito distintas, o que dificulta generalizações. A segunda dificuldade é que na maioria dos países emergentes a adoção do regime de metas foi recente, o que dificulta a formulação de conclusões e, dado o pequeno tamanho da amostra de dados, a aplicação de métodos econométricos.

Como pode ser observada na Tabela 1, a inflação diminuiu com o regime de metas tanto para o grupo de países emergentes como industrializados. Entretanto, como os próprios autores salientam, não podemos concluir que o regime de metas seja capaz de melhorar o controle de inflação, pois devemos levar em consideração o contexto macroeconômico de cada período. O qual tem influência direta nos resultados das políticas de desinflação, até mesmo maior que a opção de regime monetário adotado em cada país.

Outra análise do trabalho de Fraga, Goldfajn e Minella (2003) indicou que, no período entre primeiro trimestre de 1997 e segundo trimestre de 2002, o grupo de países emergentes apresentou maior volatilidade de câmbio, inflação, produto agregado e taxa de juros quando comparado com o grupo de países industrializados. Vale ressaltar que estes resultados são parciais devido à grande heterogeneidade do grupo dos países emergentes. O que impede de concluir que os países emergentes apresentam maior volatilidade de câmbio, inflação, produto agregado e taxa de juros.

Segundo Eichengreen (2002), assim como nos países industrializados, o regime de metas de inflação nos países emergentes também surgiu como alternativa à taxa de câmbio fixa usada como âncora nominal da política monetária. A crise asiática e o contágio na América Latina e Leste Europeu convenceram muitos economistas de que a taxa de câmbio fixa é muito suscetível à crise e que os países emergentes deveriam caminhar para uma maior flexibilização do câmbio. Segundo o autor a crise turca reforçou essa posição. Diante deste contexto, o regime de metas de inflação surgiu com alternativa à âncora nominal da taxa de câmbio, pois permite, em tese, tanto uma substituição da âncora cambial pela âncora na meta de inflação como uma maior flexibilização do câmbio.

Por outro lado, alguns economistas passaram a defender a dolarização, por entender que uma maior flexibilização do câmbio significaria ainda maior suscetibilidade a crise e inibiria o acesso ao mercado internacional de capital. Enquanto o Brasil caminhou no sentido de flexibilizar o câmbio, Equador e El Salvador dolarizaram suas economias. Segundo Calvo e Reinhart (2000), a grande maioria dos países emergentes adotou uma posição intermediária, no sentido de oficializar um câmbio flexível, mas continuar a fazer uso extensivo de suas reservas para limitar a variação do câmbio.

Outro fator para a popularização nos países emergentes, também presente no caso dos países industrializados, foi a percepção de que o regime de metas é eficaz no controle da inflação. Segundo Clifton e Wong (2001), a popularização do regime de metas se deve à percepção de que os países sob o regime foram bem sucedidos na redução da inflação e na condução da política monetária.

Tabela 1 - Data de adoção do regime de metas e inflação antes e depois da adoção do regime de metas - Inflação acumulada em 12 meses

	Data da adoção do regime de metas	Primeira Meta	Inflação 12 meses antes da adoção do regime de metas	Inflação 12 meses depois da adoção do regime de metas
Países Desenvolvidos				
Austrália	Abr-93	2%-3%	1.22	1.74
Canadá	Fev-91	3%-5%	6.83	1.68
Islândia	Mar-01	(-1.5%+3.5%)	4.05	8.72
Nova Zelândia	Mar-90	3%-5%	4.05	4.52
Noruega	Mar-01	2.5	3.64	1.10
Suécia	jan-93	(+-1%)	1.76	1.70
Suíça	jan-00	<=2%	1.63	0.90
Reino Unido	Out-92	1%-4%	3.57	1.35
Média		2.8	3.72	2.71
Países Emergentes				
Brasil	Jun-99	8%(+-2%)	3.15	6.51
Chile	Jan-91	15%-20%	27.31	19.47
Colômbia	Set-99	15%	9.22	9.35
República Checa	Jan-98	5.5%-6.5%	9.98	3.5
Hungria	Jun-01	7%(+-1%)	10.78	4.87
Israel	Jan-92	14%-15%	18.03	10.74
Mexico	Jan-99	<=13%	18.61	11.03
Peru	Jan-94	15%-20%	39.49	13.71
Polônia	Out-98	<=9.5	10.44	8.82
Africa do Sul	Fev-00	3%-6%	2.65	7.77
Coréia	Jan-98	9%(+-1%)	6.57	1.46
Tailândia	Abr-00	0%-3.5%	1.04	2.47
Média		10.3	13.11	8.31

Fonte: Baseado em Fraga, Goldfajn, Minella (2003)

Entretanto, esta percepção de que o regime de metas permite maior flexibilização no câmbio e maior eficácia no controle inflacionário, independentemente de ser adotado por países emergentes ou países industrializados, não é unanimidade na literatura econômica. Quanto à maior flexibilização do câmbio, a questão que surge é se a combinação do regime de metas com o câmbio flexível é viável nos países emergentes.

Segundo Calvo e Reinhart (2000), essa combinação está longe de ser uma panacéia para os países emergentes, pois não leva em consideração importantes características do mundo real. Em momentos favoráveis, os países emergentes possuem acesso precário ao mercado internacional de capital e, em momentos desfavoráveis, possuem nenhum acesso ao mercado internacional de capital (*sudden stop*), o que dificulta ainda mais a estabilização do câmbio. Neste caso, mesmo após adoção do regime de metas, os países emergentes apresentariam “um medo de deixar o câmbio flutuar” (*fear of floating*), pois uma elevada desvalorização da taxa de câmbio significaria uma forte recessão da economia.

Quanto à maior eficácia do controle inflacionário pelo regime de metas, o artigo de Masson, Savastano e Sharma (1997) chama atenção para o fato de a década de 90 ter sido um período favorável para o declínio da inflação, independente da adoção ou não do regime. Esse fato dificulta a avaliação do regime de metas em relação ao controle de inflação.

Outro argumento existente é se a redução da inflação, como indicada na Tabela 1, ocorreu devido a uma mudança de comportamento dos bancos centrais, que passaram a sacrificar mais o produto e o emprego para atingir a meta, ou se o regime de metas favorece uma combinação de menor inflação e de menor sacrifício do produto agregado, isto é, uma menor “*trade-off*” inflação-produto (*output-inflation trade-off*).

Existe tanto uma corrente teórica que sugere que o regime de metas é capaz de diminuir o *trade-off* inflação-produto de curto prazo, ou seja, diminuir custo de desinflação. Como também existe uma corrente teórica que sugere que o regime é capaz de aumentar o *trade-off* inflação-produto de curto-prazo.

Segundo os defensores do regime de metas, o regime de metas diminui o *trade-off* inflação-produto porque as expectativas de inflação do público passam a se basear na meta anunciada, isto é, a meta de inflação como âncora da política monetária. Nesta literatura o regime de metas gera um aumento de credibilidade na política monetária e, conseqüentemente, melhora o *trade-off* entre inflação e produto. Isto ocorre porque com o aumento da credibilidade, os agentes econômicos passam a basear suas expectativas de inflação na meta anunciada. Em outras palavras, a curva de Phillips fica mais inclinada.

O trabalho de Clifton e Wong (2001) sumariza bem o papel do regime na formação das expectativas de inflação. Neste trabalho, os autores estimam o *trade-off* entre inflação e

desemprego para dois grupos distintos de países. O primeiro grupo é formado por sete países da OCDE que adotaram o regime de metas e o segundo grupo é formado por outros sete países da OCDE que não adotaram o regime. Os autores mostram que quando a credibilidade aumenta, o *trade-off* inflação-desemprego melhora para os países do primeiro grupo. Eles também demonstram que, para o mesmo período analisado, o *trade-off* inflação-emprego do primeiro grupo é menor que o do segundo grupo. Outro trabalho que apresenta a mesma conclusão é o trabalho de Clarida, Galí e Gertler (1999). Estes autores demonstram que, se as expectativas de inflação são formuladas pelo mecanismo de expectativas racionais, o regime de metas gera um aumento de credibilidade e um menor custo de desinflação.

Entretanto, existem argumentos teóricos que sugerem que o regime de metas piora o *trade-off* inflação-produto. Basicamente esta literatura defende que o regime de metas aumenta a rigidez nominal dos preços ao servir como base de salários e preços. Quanto maior a rigidez, pior será o *trade-off* inflação-produto e maior o custo de desinflação. Em outras palavras, a curva de Phillips fica mais plana.

Segundo Posen (1998), se assumirmos que os agentes, num contexto de baixa inflação e baixa incerteza inflacionária, preferem contratos mais longos, podemos concluir que um regime que oferece grande credibilidade em relação à estabilidade de preços implica numa maior rigidez nominal.

De acordo com Clifton e Wong (2001), quando a autoridade monetária se compromete publicamente em atingir a meta anunciada, os agentes passam a reajustar seus preços menos freqüentemente porque possuem menos aversão ao aumento não esperado da inflação. Da mesma forma, a escolha de contratos longos significa economia com os custos de renegociação, coleta de informações e outros custos.

Hutchison e Wash (1998) ilustram o papel da rigidez nominal através de uma curva de Phillips com acréscimo de expectativas para a Nova Zelândia. Eles demonstram que a adoção do regime de metas inflacionárias piorou o *trade-off* inflação-desemprego na Nova Zelândia e que a rigidez nominal teve papel significativo nesta piora. Como pode ser observado, mesmo a questão da eficácia do regime de metas no controle da inflação é uma questão aberta na literatura econômica.

Outra questão, mais diretamente ligada ao tema deste trabalho e que começou a ser discutida recentemente na literatura, é se o regime de metas é aplicável nos países emergentes. Segundo parte da literatura, existem características dos países emergentes que quando combinadas com as características do regime de metas podem representar restrições na condução da política monetária.

2.1.1 CARACTERÍSTICAS DOS PAÍSES EMERGENTES

Como se pode observar, existem tanto argumentos que indicam que o regime de metas é capaz de melhorar o controle da inflação, argumentos estes ligados com a questão do custo de desinflação, como argumentos que contrariam esta posição. Da mesma forma, quanto à aplicabilidade do regime de metas nos países emergentes não existe unanimidade na literatura econômica.

Existe tanto uma corrente teórica que defende a aplicabilidade do regime, como também uma corrente teórica contrária, que tem como expoente a visão do trabalho pioneiro de Calvo e Reinhart (2000). Esta última corrente defende que existem “complicadores” na condução do regime de metas nos países emergentes.

Segundo Eichengreen (2002) e Mishkin (2004), algumas características dos países emergentes quando combinadas com o regime de metas podem representar complicadores na condução da política monetária. As principais características são:

- (1) Instituições fiscais fracas;
- (2) Baixa credibilidade da política monetária;
- (3) Dificuldade de o banco central prever a inflação futura;
- (4) Vulnerabilidade externa. (*sudden stop*);
- (5) Elevado *passthrough*;
- (6) Excesso de passivos em moeda estrangeira (*liability dollarization*).

A primeira característica são instituições fiscais fracas. Segundo Mishkin (2004), fortes desequilíbrios fiscais aumentam a pressão para a autoridade monetária monetizar os déficits. Ao monetizar os déficits temos uma rápida expansão monetária e, conseqüentemente, aumento da inflação, o que é conhecido na literatura como dominância fiscal (*fiscal dominance*). Neste caso, a política monetária se torna subordinada aos aspectos fiscais e o regime de metas de inflação precisa ser modificado.

A baixa credibilidade do público em relação à política monetária também pode representar um complicador da política monetária. Como um dos objetivos do regime de metas é criar uma âncora nominal da política monetária e das expectativas de inflação, a credibilidade tem papel fundamental no regime de metas. Entretanto, dado o histórico de inflação e a questão da inconsistência dinâmica, os agentes econômicos dos países emergentes tendem a ter pouca credibilidade na política monetária. Conseqüentemente, a meta pode não ser crível pelos agentes econômicos e as expectativas de inflação não serão baseadas na meta.

Eichengreen (2002) também chama atenção para a dificuldade que os bancos centrais podem ter de prever a inflação futura e, assim, atingir a meta de inflação. Segundo o autor, a adoção do regime de metas transforma as relações econômicas e, dessa forma, fica difícil prever a inflação baseando-se nas relações econômicas até então conhecidas.

Ainda em relação à dificuldade de prever a inflação, os países emergentes possuem um agravante, pois são mais sensíveis aos preços de commodities. Como as commodities possuem um peso elevado no índice de preço ao consumidor, flutuações nos seus preços dificultam a previsão da inflação futura. Outra agravante é que os países emergentes são mais vulneráveis a choques externos quando comparado com os países industrializados, o que dificulta ainda mais a tarefa de prever a inflação.

O artigo de Calvo e Reinhart (2000) chama atenção para outra característica que é o elevado *passthrough*. Os autores argumentam que, nos países emergentes, o aumento dos preços dos produtos importados, dada uma desvalorização cambial, passa para os preços domésticos com maior velocidade. A justificativa para o elevado *passthrough* seria o histórico de inflação elevada e a baixa credibilidade do público em relação à política monetária.

Por último, outra característica discutida na literatura econômica é o excesso de passivos em moeda estrangeira. Segundo Eichengreen (2002), os bancos, firmas e governos dos países emergentes são fortemente endividados em moeda estrangeira quando comparado com os países desenvolvidos. Uma parcela das obrigações dos bancos, firmas e governos é cotada em dólar, enquanto as receitas são em moeda nacional. Neste caso, uma desvalorização representaria uma piora na situação financeira de bancos, firmas e governos, que via canal de crédito diminuiria a demanda agregada.

As seis características citadas não são privilégios dos países emergentes. Os países industrializados não são imunes a essas características, entretanto, existe uma fundamental diferença no grau desses complicadores nos países emergentes. Os países emergentes são, claramente, mais sujeitos a essas características do que os países industrializados.

Por outro lado, muitos desses complicadores podem ser superados pelos países emergentes via amadurecimento da política monetária. A existência de instituições fracas, a dificuldade de prever a inflação futura, a baixa credibilidade da política monetária e a vulnerabilidade externa podem ser superadas com o amadurecimento da política monetária. Neste caso, a própria adoção do regime de metas tem papel fundamental na superação desses complicadores. Da mesma forma, a consolidação de um histórico de inflação baixa e o aumento da credibilidade da política monetária também são fatores que diminuem o *passthrough*.

Já em relação ao excesso de passivos em moeda estrangeira, esta característica é mais estrutural do que falta de amadurecimento. Países emergentes são tipicamente absorvedores de poupança externa e destinos tradicionais de investimento externo, ou melhor, o investimento externo tem um peso elevado do total de investimento. Nesses países existem muitas multinacionais e firmas que captam recursos no exterior, cuja cotação é em moeda forte estrangeira.

Como o excesso de passivos em moeda estrangeira constitui um problema dificilmente superado, será dada maior ênfase a esta característica. Outra justificativa para essa maior ênfase é que a análise do excesso de passivos em moeda estrangeira acaba englobando o elevado *passthrough* e a vulnerabilidade externa. Além disso, o excesso de

passivos em moeda estrangeira é questão relevante na identificação das dificuldades operacionais que os países emergentes sofrem com a adoção do regime de metas.

2.2 EXCESSO DE PASSIVOS EM MOEDA ESTRANGEIRA.

Como foi dito na introdução do capítulo, o regime de metas quando comparado com outros regimes tem a vantagem de permitir uma maior volatilidade da taxa de câmbio. Isso seria uma das principais vantagens do regime de metas de inflação. Entretanto essa vantagem pode se tornar uma desvantagem nos países emergentes. Quando existe na economia excesso de passivos em moeda estrangeira, isto é, bancos, firmas e governo estão fortemente endividados em moeda estrangeira, uma desvalorização do câmbio pode encadear uma crise financeira. Diante deste quadro, os bancos centrais apresentariam um medo de deixar flutuar o câmbio (*fear of floating*).

Em muitos países emergentes, os passivos dos bancos, firmas e governo – em particular os passivos contraídos com o resto do mundo – são cotados em moeda estrangeira, enquanto os ativos são cotados em moeda nacional. Neste caso, uma desvalorização cambial aumenta o valor, em moeda nacional, dos passivos contraídos com o resto do mundo. Uma vez que o valor dos ativos não altera, a desvalorização significa uma piora na situação financeira de firmas, bancos e governo.

No caso dos bancos, a desvalorização pode significar um descasamento entre seus ativos (empréstimos concedidos) e seus passivos (empréstimos tomados pelo próprio banco). No caso das firmas, a desvalorização significa uma piora no balanço patrimonial, que pode tanto refletir em uma piora no fluxo de caixa como em uma perda de valor de mercado. No governo temos um aumento das suas obrigações externas sem o aumento das receitas provenientes da cobrança de tributos. Em ambos os casos a piora da situação financeira agrava o problema de informação assimétrica.

O agravamento da informação assimétrica, via aumento de seleção adversa e risco moral, diminui o número de negociações financeiras, o que pode desencadear uma crise financeira. Enfim, a desvalorização pode causar diminuição de investimentos e demanda agregada. Daí o medo de deixar flutuar o câmbio, pois a desvalorização pode significar uma

recessão. Segundo Mishkin (2004) esta análise explica porque as crises cambiais no Chile em 1982, México em 1994-1995, Leste Asiático em 1997, Equador em 1999, Turquia em 2000-2001 e Argentina em 2001-2002 levaram a tão fortes instabilidades financeiras e, conseqüente, diminuição do investimento.

Outra característica que contribui para o medo de deixar flutuar o câmbio é o elevado *passthrough* nos países emergentes. Devido ao histórico de inflação elevada e baixa credibilidade, uma desvalorização tem um impacto maior na elevação dos preços internos (via aumento dos preços dos produtos importados), quando comparado com o impacto da desvalorização nos preços dos produtos internos dos países industrializados. Daí o medo de deixar flutuar o câmbio, pois a desvalorização pode significar um aumento da pressão inflacionária acima da média nos países emergentes.

O histórico de inflação elevada aumenta a aversão dos agentes em relação ao aumento de preços dos produtos importados. Uma vez que a aversão é elevada e diante de uma desvalorização do câmbio, faz sentido os agentes aumentarem seus preços para se protegerem de uma inflação. Essa indexação aumenta a velocidade com que os preços dos produtos importados passam para os preços internos. A baixa credibilidade da política monetária em relação à estabilidade de preços também significa um aumento de *passthrough*. Uma vez que a credibilidade é baixa, os agentes acreditam que o banco central não será capaz de impedir que a desvalorização cause inflação. Diante de uma desvalorização do câmbio, faz sentido os agentes aumentarem seus preços para se protegerem de uma inflação.

A existência de excesso de passivos em moeda estrangeira e a existência de elevado *passthrough* representam não só uma “mudança” na análise tradicional do impacto da desvalorização do câmbio, como também o surgimento de uma dificuldade operacional na condução do regime de metas. Dificuldade operacional no sentido que um erro na condução da política monetária significa grandes custos em termos de desvio de produto e inflação.

Na análise tradicional, a desvalorização aumenta a competitividade dos produtos comercializados com o exterior e, conseqüentemente, temos um aumento de demanda agregada. Segundo Eichengreen (2002), quando a economia apresenta excesso de passivos em moeda estrangeira, o aumento de demanda agregada devido o aumento de competitividade é parcialmente anulado. Enquanto a desvalorização torna os produtos comercializados mais

competitivos, como ocorria antes, agora também piora a situação financeira de firmas, bancos e governo.

O impacto adverso da desvalorização do câmbio na diminuição da demanda agregada e no aumento de preços, via piora da situação financeira e via elevado *passthrough*, é uma explicação para o aparente medo de deixar flutuar o câmbio. Dada a possibilidade de um quadro de crise financeira com inflação, os bancos centrais dos países emergentes trabalhariam no sentido de suavizar as flutuações da taxa de câmbio, mesmo quando sob o regime de metas.

Entretanto, não existe unanimidade quanto ao medo de deixar flutuar o câmbio. Por um lado, alguns economistas defendem que o excesso de passivos em moeda estrangeira aumenta o medo de deixar flutuar o câmbio. Por outro lado, alguns economistas defendem que o excesso de passivos em moeda estrangeira diminui o medo de deixar flutuar o câmbio. Em alguns casos até apresentaria “um medo de deixar fixo o câmbio” (*fear of fixing*).

Mishkin (2004) chama atenção para dois problemas que surgem quando a autoridade monetária apresenta medo de deixar flutuar o câmbio sob o regime de metas. O primeiro problema pode ser exemplificado pelo que ocorreu na Hungria, que definiu tanto uma banda para a taxa de câmbio quanto uma meta para a inflação ao adotar o regime de metas em julho de 2001. Em janeiro de 2003, cresceu a expectativa de que a moeda nacional se valorizaria, o que resultou em grande entrada de moeda estrangeira.

O Banco Nacional da Hungria reagiu diminuindo em 2 pontos percentuais a taxa de juros e interveio no câmbio. Segundo o Banco Nacional da Hungria, com a intervenção no câmbio as reservas internacionais aumentaram em 50 % e a base monetária aumentou em 70%. Apesar do Banco Nacional da Hungria esterilizar esse aumento de liquidez, as expectativas de inflação entre os agentes econômicos aumentaram. O resultado é que a autoridade monetária não conseguiu atingir a meta de inflação em 2003.

Neste caso a autoridade teve que dar preferência a um dos objetivos em detrimento do outro, o que pode resultar na perda de credibilidade quanto a capacidade do banco central estabilizar os preços. A reação do Banco Nacional da Hungria sinalizou aos agentes econômicos a possibilidade de aceitar maior inflação em troca de maior estabilidade do câmbio.

O segundo problema surge quando combinamos o medo de flutuar com choques externos, que alteram a taxa de câmbio. O problema surge porque dependendo da natureza do choque externo o impacto sobre o produto e sobre a inflação é diferente. Logo a resposta ótima do banco central também deve ser diferente. Para cada tipo de choque externo, a autoridade monetária tem de responder de forma diferente. Se a taxa de câmbio se desvaloriza devido a um choque de mercado financeiro, a melhor resposta do banco central é aumentar a taxa de juros para diminuir a intensidade da desvalorização do câmbio.

Um choque de mercado financeiro pode ser entendido como uma mudança na direção do fluxo internacional de capital. Causada tanto por um aumento de juros internacionais como por uma deterioração dos sentimentos dos investidores em relação ao país. O choque de mercado financeiro é conhecido na literatura como “choque de Calvo” e será analisado mais detalhadamente adiante.

Diante de um choque de Calvo, o aumento de juros é a resposta ótima do banco central, especialmente no caso dos países emergentes, pois o aumento dos juros diminui a intensidade da desvalorização, o que evita instabilidades financeiras (excesso de passivos em moeda forte), e diminui o aumento excessivo dos preços importados (elevado *passthrough*). Note-se que o banco central aumenta a taxa de juros não porque se preocupa com o câmbio e, sim, porque se preocupa com o impacto do câmbio sobre o produto e sobre a inflação.

Contudo, se a desvalorização cambial é resultado de um choque negativo nos termos de troca, chamado na literatura de “choque de Prebisch”, a resposta ótima do banco central é mais complexa. Um choque negativo nos termos de troca significa uma diminuição das receitas de exportação e, conseqüentemente, uma desvalorização cambial. Assim como no choque de Calvo, a desvalorização pressiona a inflação e a demanda agregada (com o aumento de competitividade) para acima. Assim como no choque de Calvo, o aumento de demanda agregada é parcialmente anulado pelo excesso de passivos em moeda estrangeira. Mas diante do choque de Prebisch, a demanda agregada também é pressionada para baixo com a diminuição das receitas de exportações.

Ao comparar o choque de Prebisch com o de Calvo, o choque de Prebisch é muito mais recessivo e menos inflacionário. Mesmo sendo menos inflacionário, os países emergentes podem não identificar a causa da desvalorização como sendo um choque de

Prebisch e erroneamente aumentar a taxa de juros. Aumentam a taxa de juros com a intenção de limitar a desvalorização, pois uma elevada desvalorização pode causar uma crise financeira, dado o excesso de passivos em moeda estrangeira. No caso do choque de Prebisch, o medo de deixar flutuar o câmbio pode levar a uma resposta errada do banco central.

Segundo Mishkin (2004), diante de um choque de Prebisch a resposta ótima do banco central não deve ser o aumento da taxa de juros, o que debilitaria ainda mais a demanda agregada. O autor cita o caso do Chile em 1998. O regime de metas do Chile, assim como no caso da Hungria, tinha duas metas: a meta de inflação e uma banda da taxa de câmbio. Ao invés de realizar uma expansão monetária diante de um choque negativo dos termos de troca, o banco central do Chile aumentou a taxa de juros e diminuiu a banda de flutuação da taxa de câmbio. O resultado foi que a economia entrou em recessão, sendo o primeiro ano de recessão desde o início da década de 90. Pela primeira vez desde a adoção do regime de metas, o banco central do Chile sofreu críticas. Em 1999, o banco central diminuiu as taxas de juros. Em 2001, foi feita uma revisão no regime de metas, que diminuiu o foco sobre a taxa de câmbio. O autor também cita o caso da Austrália, que respondeu corretamente a um choque negativo dos termos de troca via diminuição da taxa de juros.

A análise do choque de Prebisch e do choque de Calvo dá indícios de que operacionalmente o regime de metas é diferente nos países com excesso de passivos em moeda estrangeira e elevado *passthrough*. Outro ponto importante é que o medo de deixar flutuar o câmbio pode levar a uma resposta errada do banco central diante de um choque de Prebisch.

Em seguida será analisada a questão se o excesso de passivos em moeda estrangeira significa um aumento do medo de deixar flutuar o câmbio ou uma diminuição do medo de deixar o câmbio flutuar. Também será comparada a resposta ótima do banco central num contexto de país industrializado e num contexto de país emergente.

2.2.1 CHOQUE DE CALVO

A análise do Choque de Calvo será iniciada para o caso de um país industrializado. Neste caso considera-se que não existe excesso de passivo em moeda estrangeira e elevado

passthrough. O choque de Calvo corresponde a um choque de mercado financeiro, como por exemplo, um aumento dos juros internacionais. O aumento dos juros internacionais significa uma saída de capitais e desvalorização do câmbio.

Dada a existência de *passthrough*, a desvalorização aumenta os preços dos produtos importados e temos um aumento da pressão de inflação. A desvalorização também aumenta a competitividade dos bens exportados que se refletem em um aumento das exportações e demanda agregada.

Como o banco central persegue a meta de inflação, segundo Eichengreen (2002), a melhor resposta do banco central é aumentar a taxa de juros para conter uma excessiva desvalorização e ao mesmo tempo permitir que o câmbio desvalorize suavemente para o seu equilíbrio de longo-prazo. Neste caso, o aumento dos juros diminui a pressão da inflação e, no longo-prazo, a desvalorização do câmbio aumenta a demanda agregada.

No caso do Choque de Calvo para os países emergentes considera-se que existe elevado *passthrough* e excesso de passivos em moeda estrangeira. O aumento dos juros internacionais significa uma saída de capitais e desvalorização do câmbio. Dada a existência de um *passthrough* elevado, a desvalorização aumenta os preços dos produtos importados e temos um forte aumento da pressão de inflação. Assim como nos países industrializados, a desvalorização também aumenta a competitividade dos bens exportados que se reflete em um aumento das exportações e demanda agregada.

No caso dos países emergentes, contudo, a desvalorização também significa uma piora na situação financeira de bancos, firmas e governo, pois existe excesso de passivos em moeda estrangeira. Enquanto a desvalorização torna os produtos comercializados mais competitivos, o que aumenta a demanda agregada, a desvalorização também piora a situação financeira de bancos, firmas e governo, o que diminui a demanda agregada. O aumento de demanda agregada através do aumento de competitividade é parcialmente anulado pela piora da situação financeira.

Como a demanda agregada é parcialmente anulada, o choque de Calvo nos países emergentes é menos inflacionário que nos países industrializados. Isso é claro, se não levarmos em consideração o elevado *pass-through* dos países emergentes. Segundo Eichengreen (2002), o excesso de passivos em moeda estrangeira implica em menos inflação

de demanda. Neste caso, um banco central que persegue a meta de inflação estará menos compelido a aumentar a taxa de juros para conter uma excessiva desvalorização. Um comportamento típico de quem “não” apresenta medo de deixar flutuar o câmbio. Cabe ressaltar que a posição de Eichengreen é contrária à posição de que o excesso de passivos em moeda estrangeira aumenta o medo de deixar flutuar o câmbio. Segundo Eichengreen, a existência de passivos em moeda estrangeira diminui o medo de deixar flutuar o câmbio, pois a inflação de demanda é menor.

Por outro lado, Calvo e Reinhart (2002) e Mishkin (2004) defendem que a existência de passivos em moeda estrangeira aumenta o medo de deixar flutuar o câmbio. Esses autores acreditam que diante de uma desvalorização a “possibilidade” de uma crise financeira influencia muito o comportamento do banco central, o que pôde ser observado na Hungria e no Chile. Dada a possibilidade de um quadro de crise financeira com inflação, os bancos centrais dos países emergentes trabalhariam no sentido de suavizar as flutuações da taxa de câmbio. Um comportamento típico de quem apresenta medo de deixar flutuar o câmbio.

Pode-se dizer que a posição de Eichengreen pressupõe um banco central pouco averso ao impacto da desvalorização e que consegue prever a intensidade do impacto do choque de Calvo na demanda agregada. Neste caso, a existência de passivos em moeda estrangeira diminui o medo de deixar flutuar o câmbio, ou seja, os países emergentes deveriam apresentar um menor medo de deixar flutuar o câmbio.

Por outro lado, pode-se dizer que a posição de Calvo e Reinhart (2002) e Mishkin (2004) pressupõe um banco central averso ao impacto da desvalorização e que não consegue prever a intensidade do impacto do choque de Calvo na demanda agregada. Neste caso, a possibilidade de uma crise financeira justificaria o medo de deixar flutuar o câmbio.

Uma possível reconciliação de posições, sugerida por Eichengreen (2002), é que quando a desvalorização é grande a piora na situação financeira domina, mas quando a desvalorização é pequena os efeitos do aumento da competitividade dominam. O que nós teríamos é uma não-linearidade dos efeitos da desvalorização no produto. Segundo Eichengreen, esta não-linearidade está de acordo com as modelagens adotadas nos artigos de Aghion, Bacchetta e Banerjee (1999) e Krugman (2001).

Assim, a resposta ótima do banco central diante do choque de Calvo vai depender de se o choque causa uma moderada desvalorização ou uma grande desvalorização. Se o choque causar uma moderada desvalorização, teremos um contexto de pressão inflacionária e a aumento da demanda agregada (parcialmente anulado pela piora da situação financeira). Como o banco central persegue a meta de inflação, a melhor resposta do banco central é aumentar a taxa de juros moderadamente para conter uma excessiva desvalorização e ao mesmo tempo permitir que o câmbio desvalorize suavemente para o seu equilíbrio de longo-prazo.

Entretanto se o choque causar uma grande desvalorização, o banco central não pode deixar que o câmbio se desvalorize para seu equilíbrio de longo-prazo. Pois se deixar que ocorra a desvalorização, teremos um contexto de forte aumento da inflação e uma diminuição da demanda agregada. A melhor resposta do banco central é aumentar a taxa de juros para parar a desvalorização do câmbio. Neste caso teríamos a contraditória situação na qual o Banco Central aumenta a taxa de juros para evitar uma diminuição da demanda agregada e aumento da inflação.

2.2.2 CHOQUE DE PREBISCH

A análise do Choque de Prebisch será iniciada para o caso de um país industrializado, isto é, sem excesso de passivo em moeda estrangeira e sem elevado *passthrough*. O choque de Prebisch corresponde a um choque negativo nos termos de troca, que pode ser causada por uma diminuição da demanda externa. Um choque negativo nos termos de troca significa uma diminuição das receitas de exportação e, conseqüentemente, uma desvalorização cambial.

Dada a existência de *passthrough*, a desvalorização aumenta os preços dos produtos importados e temos um aumento da pressão de inflação. A desvalorização também aumenta a competitividade dos bens exportados que se reflete em um aumento das exportações e demanda agregada. Contudo, o choque de Prebisch também diminui a demanda agregada através da diminuição das receitas de exportação.

A resposta ótima do banco central vai depender da importância dada à meta de inflação e ao produto agregado. Se o banco central dá maior importância ao produto agregado, ele poderá hesitar em aumentar a taxa de juros. No caso de dar maior importância à inflação, o que é mais provável no regime de metas, o banco central aumentará a taxa de juros para limitar a desvalorização e ao mesmo tempo permitirá que o câmbio desvalorize suavemente para o seu equilíbrio de longo-prazo.

No caso do Choque de Prebisch para países emergentes considera-se que existe elevado *passthrough* e excesso de passivos em moeda estrangeira. Um choque negativo nos termos de troca significa uma diminuição das receitas de exportação e uma desvalorização do câmbio. Dada a existência de um *passthrough* elevado, a desvalorização aumenta os preços dos produtos importados e tem-se um aumento da pressão de inflação. Assim como nos países industrializados, a desvalorização também aumenta a competitividade dos bens exportados, que se reflete em um aumento das exportações e demanda agregada. O choque de Prebisch também diminui a demanda agregada através da diminuição das receitas de exportação.

No caso dos países emergentes, contudo, a desvalorização também significa uma piora na situação financeira de bancos, firmas e governo, pois existe excesso de passivos em moeda estrangeira. Enquanto a desvalorização torna os produtos comercializados mais competitivos, o que aumenta a demanda agregada, a desvalorização também diminui a demanda agregada através de dois fatores: pela diminuição das receitas de exportação e pelo excesso de passivos em moeda estrangeira. A existência de dois fatores mostra porque o choque de Prebisch é menos inflacionário que o choque de Calvo.

A falta de consenso entre a visão de Eichengreen (2002) e as visões de Calvo e Reinhart (2002) e Mishkin (2004) também continua válida no caso de choque do Prebisch. Pelo fato da desvalorização significar menor aumento de demanda agregada nos países emergentes, o que traduz em menor pressão inflacionária, segundo Eichengreen (2002) os bancos centrais são menos compelidos a aumentar a taxa de juros. Já na visão de Reinhart (2002) e Mishkin (2004), o fato de ocorrer uma diminuição de receitas de exportação aumenta ainda mais a aversão dos bancos centrais com a desvalorização. O que torna os bancos centrais mais compelidos a aumentar a taxa de juros.

A possível reconciliação entre as visões - de diferenciar a resposta ótima do banco central quando a desvalorização é grande e quando a desvalorização é pequena - também é válida para o caso de Prebisch. Se o choque de Prebisch causar uma grande desvalorização do câmbio, a melhor resposta do banco central é aumentar a taxa de juros, pois o efeito da piora financeira somada à diminuição das receitas de exportação domina o efeito do aumento de competitividade. Neste caso temos um cenário de pressão nos preços e diminuição da demanda agregada.

O banco central não pode permitir que o câmbio se desvalorize suavemente para o equilíbrio de longo-prazo, pois teríamos uma forte instabilidade financeira. Neste caso, o banco central aumenta a taxa de juros para limitar a desvalorização cambial. Temos mais uma vez, a contraditória situação na qual o Banco Central aumenta a taxa de juros para evitar uma diminuição da demanda agregada e aumento de inflação.

Entretanto, se o choque de Prebisch causar uma desvalorização moderada, segundo Mishkin (2004), a melhor resposta do banco central não é o aumento dos juros. Neste caso, a resposta ótima do banco central é mais complexa, pois no curto-prazo, a diminuição das receitas de exportação não pode ser revertida.

Para uma desvalorização moderada, o aumento da pressão inflacionária é menor. Um aumento dos juros teria apenas o efeito de debilitar ainda mais a demanda agregada via canal dos juros. A resposta ótima do banco central é não aumentar a taxa de juros e permitir que a taxa de câmbio desvalorize suavemente para o seu equilíbrio de longo-prazo. Neste caso, apesar da desvalorização, o banco central espera que a pressão de inflação diminua após o declínio da demanda agregada via diminuição das receitas.

A análise detalhada do choque de Calvo e de Prebisch reforça a hipótese que, do ponto de vista operacional, o regime de metas tem que ser diferente nos países emergentes, isto é, no caso de se considerar os países emergentes mais sujeitos ao excesso de passivos em moeda estrangeira e elevado *passthrough*.

A análise demonstrou que os efeitos recessivos do choque de Calvo e do choque de Prebisch são maiores nos países com excesso de passivos em moeda estrangeira e elevado *passthrough*. Independente de apresentarem ou não medo de deixar flutuar o câmbio, os efeitos recessivos maiores têm que ser levados em consideração na definição da resposta

ótima pelo banco central. Mesmo no regime de metas de inflação, onde o principal objetivo é a inflação, o comportamento da demanda agregada tem de ser levado em consideração na escolha da taxa de juros ótima.

2.3 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar do curto período de experiência com o regime de metas de inflação, o regime se popularizou nos países emergentes. Assim como nos países industrializados, o regime de metas de inflação surgiu como uma alternativa ao regime de câmbio fixo ao permitir uma substituição da âncora cambial pela âncora nominal da meta de inflação. Outro fator que contribuiu para a popularização do regime de metas foi a percepção que o regime é eficaz no controle da inflação.

Entretanto não existe unanimidade se, independentemente de ser adotado por países emergentes ou industrializados, o regime de metas permite uma maior flexibilização do câmbio e uma maior eficácia no controle da inflação. Em relação à eficácia existe a questão se o regime de metas é capaz de favorecer um menor *trade-off* entre inflação e produto agregado. Quanto a maior flexibilização do câmbio, a questão que surge é se a combinação do regime de metas com a flexibilização do câmbio é viável nos países emergentes.

Outra questão discutida é se o regime de metas é compatível com as características dos países emergentes. Segundo parte da literatura, existem características que quando combinadas com o regime de metas podem significar restrições na condução da política monetária.

3 MODELO TEÓRICO-ANALÍTICO

Neste capítulo é desenvolvido um modelo de “regra ótima” (*optimal rule*), que simula a escolha da taxa de juros ótima no regime de metas de inflação. No modelo de regra ótima, a taxa de juros é a solução da minimização de uma função de perda sujeita a um sistema econômico dinâmico. A função de perda representa as preferências do banco central no regime de metas, enquanto o sistema econômico representa o comportamento da economia.

A metodologia utilizada na solução do modelo de regra ótima foi a análise de controle ótimo (*optimal control*). O principal benefício de ter sido utilizada a análise de controle ótimo é que foi possível comparar o comportamento do banco central previsto pela teoria com o comportamento do banco central previsto pelos resultados da modelagem matemática. A análise de controle ótimo também possibilita o uso da econometria para alimentar os parâmetros do modelo.

Na seção 3.1 é realizada uma breve apresentação da regra de Taylor no contexto dos países emergentes. Na seção 3.2 o modelo de regra ótima é desenvolvido. Na mesma seção é apresentada, em linhas gerais, a metodologia de controle ótimo adotada. A apresentação completa da metodologia é apresentada no apêndice A.

3.1 MODELO DE REGRA DE TAYLOR

Segundo Freitas e Muinhos (2001), os modelos de regra de Taylor e de regra ótima são os mais populares modelos de funcionamento do regime de metas. No modelo de regra de Taylor, a taxa de juros ótima é uma função de reação de duas variáveis: a diferença entre a inflação corrente e a meta de inflação, a diferença entre o produto agregado corrente e o produto agregado potencial.

Mesmo quando o banco central adota um regime de metas “estrito” (*strict inflation targeting*), onde a única variável que importa é a inflação, ainda assim a função de reação da taxa de juros apresenta uma sensibilidade positiva em relação ao produto. Este resultado indica que o banco central não pode deixar de monitorar o comportamento do produto mesmo quando não dá importância explícita para o produto.

Segundo Eichengreen (2002), existe outra implicação quando estamos no regime de metas estrito. Sob o regime de metas estrito, o banco central procura atingir a meta de inflação o mais rápido possível. O que não acontece quando o banco central está sob o regime de metas flexível (*flexive inflation targeting*), onde outras variáveis importam além da inflação. No regime de metas flexível, o banco central constantemente balanceia os benefícios de se aproximar da meta de inflação contra os custos de distanciar o produto do produto potencial. No regime de metas flexível o banco central procura atingir a meta de inflação gradativamente. Uma vez que a maioria dos bancos centrais adota o regime de metas flexível, o caso do regime de metas estrito é uma exceção.

3.1.1 DERIVAÇÃO DA REGRA DE TAYLOR

A derivação da regra de Taylor apresentada a seguir baseia no modelo apresentado por Eichengreen (2002). Esta derivação é interessante, pois enfatiza as características dos países emergentes. Iniciaremos para o caso mais simples, onde a economia é fechada e está sob o regime de metas estrito. O sistema de equações abaixo representa este caso simples:

$$\pi_{t+1} = \pi_t + \beta_1(Y_t - Y^*) + \varepsilon_{t+1} \quad (1)$$

$$Y_{t+1} - Y^* = \alpha_1(Y_t - Y^*) - \alpha_2(i_t - i_t^*) + \eta_{t+1} \quad (2)$$

A equação (1) corresponde à Curva de Phillips acrescida de expectativas e a equação (2) corresponde à curva de demanda agregada (curva IS), onde π e π^* correspondem, respectivamente, à inflação e à meta de inflação. O termo $Y - Y^*$ corresponde ao desvio do produto do produto potencial. Enquanto i e i^* são, respectivamente, a taxa de juros e a taxa de juros normal e ε e η são distúrbios. Por construção, a taxa de juros em t influencia a inflação apenas em $t+2$. As equações também assumem que o produto potencial é constante no tempo.

Segundo Eichengreen, sob o regime de metas estrito, a melhor opção do banco central é definir a inflação para $t+2$ igual a meta, ajustando $\pi_{t+2} = \pi_{t+2}^*$, onde π_{t+2}^* é a meta de inflação. Para derivar a função de reação ótima para uma economia fechada, basta adiantar

a equação (1) em um período e substituí-la na equação (2). Após algumas manipulações, e considerando $\pi_{t+2} = \pi_{t+2}^*$, tem-se a regra de Taylor ótima:

$$i_t = i_t^* + \phi_1(\pi_t - \pi_t^*) + \phi_2(Y_t - Y_t^*) \quad (3)$$

Onde $\phi_1 = 1/(\beta_1\alpha_2)$ e $\phi_2 = (1+\alpha_1)/\alpha_2$. Como se pode observar, mesmo quando o banco central não se importa com o produto, a taxa de juros ótima é sensível ao aumento do produto. É sensível tanto via coeficiente α_1 quanto via coeficiente β_1 .

No caso do banco central estar sob regime de metas flexível, em vez de ajustar a inflação em $t+2$ sendo igual a meta de inflação, o banco central define a sua expectativa de inflação ($E(\pi)$) para $t+2$ como sendo uma média ponderada entre a meta de inflação e sua expectativa de inflação para $t+1$.

$$E(\pi_{t+2}) = k\pi^* + (1-k)E(\pi_{t+1}) \quad (4)$$

Onde k é uma constante entre zero e um. Quanto maior o valor de k menor será a importância dada à estabilidade do produto. Para k igual a um, o banco central está sob o regime de metas estrito. Pela equação (4), o banco central define a sua expectativa de inflação para $t+2$ levando em consideração não só a meta de inflação como também a expectativa de comportamento da inflação em $t+1$.

A derivação da regra de Taylor fica mais interessante para o tema deste trabalho quando abrimos a economia. Com a abertura, a economia fica sujeita a choques externos do tipo de Calvo e do tipo de Prebisch. Também surge um novo mecanismo de transmissão da política monetária: o canal da taxa de câmbio. O artigo de Eichengreen modela a abertura da economia através de algumas modificações no sistema de equações original.

Uma das modificações é a inclusão de uma nova equação no sistema de equações original, baseada na condição de paridade da taxa de juros:

$$e_t = i' - i_t + v_t \quad (5)$$

Onde: v corresponde a um distúrbio de mercado financeiro (Choque de Calvo); e_t a taxa de câmbio (moeda nacional por moeda estrangeira); e i' a taxa de juros externa.

A inclusão da equação (5) significa que a taxa de juros passa a afetar o produto diretamente e indiretamente. Diretamente via canal da taxa de juros, o que pode ser observado na equação (2') e indiretamente via canal da taxa de câmbio, o que pode ser observado na equação (5).

A abertura da economia também modifica a equação (2). O impacto adicional da taxa de juros no produto, através do canal da taxa de câmbio, implica um aumento do parâmetro α_1 na equação (2). Outra modificação é a inclusão do termo $\alpha_3 e_t$ em (2):

$$Y_{t+1} - Y^* = \alpha_1(Y_t - Y^*) - \alpha_2(i_t - i_t^*) + \alpha_3 e_t + \eta_{t+1} \quad (2')$$

Por construção, assume-se na equação (2') que a taxa de câmbio em t afeta o produto apenas em $t+1$. Também, por construção, assume-se que a variação do câmbio em t afeta a inflação apenas em $t+1$, o que pode ser observado na equação (1) modificada:

$$\pi_{t+1} = \pi_t + \beta_1(Y_t - Y^*) + \beta_2(e_t - e_{t-1}) + \varepsilon_{t+1} \quad (1')$$

O novo sistema de equações, composto pelas equações (1'), (2') e (5), permite analisar se existe diferença entre os países emergentes e industrializados na escolha da taxa de juros ótima. Um *passthrough* elevado, característico nos países emergentes, pode ser modelado pelo aumento de β_2 na equação (1') e pela diminuição de α_3 na equação (2'). Na presença de *passthrough* elevado, a desvalorização do câmbio significa uma rápida elevação

dos preços internos, o que pode ser representado por um elevado β_2 . O aumento dos preços internos também significa um aumento dos preços dos produtos comercializados com o exterior, o que diminui a competitividade. Conseqüentemente, o efeito da desvalorização no aumento do produto é menor, o que pode ser representado por um baixo α_3 .

Segundo Eichengreen, a forma mais simples de modelar o excesso de passivos em moeda estrangeira é reduzir o valor de α_3 na equação (2'). Enquanto a desvalorização significa um aumento de competitividade, o que aumenta a demanda agregada, por outro lado a situação financeira de bancos, firmas e governo piora, o que diminui a demanda agregada.

Num contexto de um α_3 menor, porém positivo, e um β_2 maior, Eichengreen defende que os bancos centrais apresentariam um “menor” medo de deixar flutuar o câmbio. Diante de um choque de Calvo ou de Prebisch, a pressão inflacionária é muito menor nos países emergentes. Os bancos centrais dos países emergentes estariam menos compelidos a aumentar a taxa de juros. Um menor medo de deixar flutuar o câmbio.

Como foi dito no capítulo 2, essa visão de Eichengreen não é unanimidade. Calvo e Reinhart (2002) e Mishkin (2004) defendem que o excesso de passivos em moeda estrangeira e o elevado *passthrough* aumentam o medo de deixar flutuar o câmbio. Uma possível reconciliação entre as visões ocorre se a desvalorização for tão grande que torna α_3 negativo. Quando α_3 é negativo, é racional por parte dos bancos centrais apresentarem medo de deixar flutuar o câmbio diante de uma grande desvalorização. Uma grande desvalorização significa um quadro de recessão combinada com aumento de preços, o que torna os bancos centrais mais compelidos a aumentar a taxa de juros.

Eichengreen salienta que essa não-linearidade do efeito do câmbio no produto pode parecer arbitrária, mas é exatamente a maneira que autores como Aghion, Bacchetta e Banerjee (1999) e Krugman (2001) modelam. Quando a desvalorização é grande, o efeito do aumento de competitividade é dominado pelo efeito da piora da situação financeira (α_3 negativo). Quando a desvalorização é pequena, o efeito do aumento de competitividade domina o efeito da piora da situação financeira (α_3 positivo).

3.2 MODELO DE REGRA ÓTIMA

No modelo de regra ótima, a taxa de juros ótima é a solução da minimização de uma função de perda sujeita a restrições. A função de perda representa o comportamento do banco central no regime de metas, enquanto as restrições representam a dinâmica da economia. Assim como na regra de Taylor, a solução do modelo de regra ótima é uma função de reação da taxa de juros.

A metodologia utilizada na solução do modelo de regra ótima foi a análise de controle ótimo. A análise de controle ótimo adotada é baseada no livro de Chow (1974) e é aplicada para sistemas de equações lineares estocásticas (modelo econométrico) com parâmetros conhecidos. No algoritmo da otimização dinâmica é aplicado o método de Multiplicador de Lagrange. Os resultados do método de Multiplicador de Lagrange são semelhantes ao método de Bellman (1957) de programação dinâmica.

A análise de controle ótimo constitui basicamente em ajustar as variáveis de controle (instrumentos da política econômica) para minimizar a função de perda sujeita a um sistema de equações lineares estocásticas. São chamadas de variáveis de controle porque podem ser manipuladas e controladas pela autoridade econômica. Na maioria das aplicações, a variável de controle é uma variável exógena do modelo econométrico. Isto é, o modelo econométrico não explica como essa variável é determinada. Se fosse especificada uma equação para a variável de controle, esta se tornaria endógena.

No modelo de regra ótima desenvolvido para simular o comportamento do banco central no regime de metas, a variável de controle é a taxa de juros (i_t). E a função de perda (E_0W) é minimizada para dez períodos ($t=1...10$) sujeita a um sistema de equações estocásticas, que representam o comportamento do produto (Y_t), da inflação (π_t) e da variação da taxa de câmbio (Δe_t):

$$E_0W = E_0 \sum_{t=1}^{10} \mu_{1,t} (Y_t - Y_t^*)^2 + \mu_{2,t} (\pi_t - \pi_t^*)^2 \quad (6)$$

$$s.a. \quad Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 Y_{t-1} + \alpha_2 i_t + \alpha_3 \Delta e_{t-1} + \varepsilon_t \quad (7)$$

$$\pi_t = \beta_0 + \beta_1 \pi_{t-1} + \beta_2 \Delta e_t + \beta_3 Y_t + \eta_t \quad (8)$$

$$\Delta e_t = \gamma_0 + \gamma_1 \Delta e_{t-1} + v_t \quad (9)$$

Onde: $\mu_{1,t}$ e $\mu_{2,t}$ são os pesos ou “penalidades” de desviar da meta de inflação (Y_t^*) e da meta de produto (π_t^*), E_0 indica que a função de perda está condicionada aos valores de Y_t , π_t e Δe_t em $t = 0$.

Como pode ser observado, no sistema de equações existe três variáveis endógenas (Y_t , π_t , Δe_t), uma variável de controle (i_t) e nenhuma variável exógena. A equação (7) representa o comportamento do produto e é baseada em Svensson (1997), Ball (1999) e Romer (2001). O produto (Y) em t depende da sua própria defasagem (Y_{t-1}), da taxa de juros (i) em t , da variação do câmbio (Δe) em $t-1$ e do distúrbio ε_t . Por construção, a taxa de juros afeta o produto no mesmo período. Os testes econométricos utilizando dados trimestrais apóiam essa construção, o que será discutido no capítulo 4.

A equação (8) representa o comportamento da inflação e é baseada em Svensson (1997), Ball (1999) e Romer (2001). A inflação (π) em t depende da sua própria defasagem (π_{t-1}), da variação do câmbio (Δe) em t , do produto (Y) em t e do distúrbio η_t . A variação do câmbio afeta a inflação diretamente via *passthrough* e indiretamente através do efeito da variação do câmbio no produto (via aumento de competitividade e excesso de passivos em moeda estrangeira).

Da mesma forma que foi construído no modelo de Freitas e Muinhos (2001), o câmbio afeta mais rapidamente a inflação do que o produto. O que é bastante adequado, pois o aumento de competitividade não significa um aumento instantâneo de exportações. O que se observa na prática é que o aumento de exportações é mais demorado que o aumento de preços internos via *passthrough*.

A equação (9) representa o comportamento da variação do câmbio e constitui um modelo auto-regressivo de primeira ordem. Como pode ser observado, o mecanismo de transmissão da política monetária via câmbio está ausente no modelo. O que significa que a taxa de juros ótima é ajustada apenas para aproximar o produto e a inflação das suas metas. A taxa de juros não tem nenhum efeito sobre o câmbio.

A justificativa para a especificação da equação (9) foram os resultados dos testes econométricos do capítulo 4. De acordo com os resultados não foi possível observar uma relação entre variação do câmbio e a taxa de juros. Uma alternativa de especificação seria a troca da equação estocástica (9) por uma identidade baseada na condição de paridade da taxa de juros. Entretanto a inclusão desta identidade tornou a otimização excessivamente complicada.

A mesma dificuldade ocorreu no modelo de regra ótima de Freitas e Muinhos (2001). Neste trabalho a equação da taxa de câmbio foi especificada como um modelo de caminho aleatório (*random walk*). No modelo de Freitas e Muinhos (2001) o mecanismo de transmissão via câmbio também está ausente.

A ausência do mecanismo de transmissão da política monetária via câmbio não significa, por outro lado, que não podemos simular o efeito de uma desvalorização na escolha da taxa de juros ótima pelo banco central. O banco central continua reagindo a uma desvalorização para aproximar o produto e a inflação das suas metas, porém o banco central não tem nenhuma influência sobre o câmbio.

Observa-se que as equações (7) e (8) não utilizam o desvio do produto do produto potencial como variável. Essa modelagem segue a mesma modelagem apresentada nos trabalhos de Neto, Araújo e Baltar (2001), Svensson (1997) e Ball (1999). A principal vantagem da modelagem adotada é a não necessidade de estimar o produto potencial. Segundo Freitas e Muinhos (2001), a estimativa do produto potencial é uma tarefa difícil e controversa mesmo quando utilizado o filtro de Hodrick-Prescott. Os resultados econométricos das equações (7) e (8) utilizando o produto potencial (estimado pelo filtro de Hodrick-Prescott) não foram satisfatórios.

A função de perda (6) é uma função quadrática que representa o objetivo do banco central em aproximar o produto e a inflação das suas metas. Cabe ressaltar que o fato de

$\mu_{1,t}$ ser igual a $\mu_{2,t}$ não significa que o banco central se importa igualmente com o produto e com a inflação. Significa apenas que o banco central penaliza igualmente o desvio do produto e o desvio da inflação quando estes desvios são de mesmo “valor”.

Segundo Chow (1974), uma imperfeição da função quadrática é que um desvio positivo da meta representa o mesmo custo de um desvio negativo da meta. Se a meta da inflação é 0.5 por cento, uma inflação de 0.2 por cento será tratada da mesma forma que uma inflação de 0.8 por cento.

Cabe ressaltar que a função de perda é apenas uma aproximação das preferências do banco central, assim como o modelo econométrico é apenas uma aproximação do comportamento da economia. Segundo Chow (1974), se a função de perda e o sistema de equações estocásticas são considerados imperfeitos, uma alternativa é tornar a função de perda e o sistema de equações mais complicados matematicamente. Entretanto, o cálculo da solução ótima pode se tornar mais difícil e até mesmo impossível. Fica claro que existe uma escolha entre uma solução exata a partir de uma especificação aproximada (complicada matematicamente) ou uma solução aproximada a partir de uma especificação exata do problema.

Uma vantagem da análise de controle ótimo é que, após a otimização, a função de reação é uma função linear das variáveis endógenas (tanto corrente como defasada) defasadas em um período. Logo, o comportamento corrente e passado das variáveis endógenas determina o futuro comportamento da variável de controle. Em notação matricial temos a seguinte expressão genérica da função de reação:

$$x_t = G_t y_{t-1} + g_t \quad (9)$$

onde: x_t = vetor das variáveis de controle de dimensão $q \times 1$

G_t = matriz de coeficientes de dimensão $q \times p$

g_t = vetor de interceptos de dimensão $q \times 1$

y_t = vetor que inclui as variáveis endógenas correntes e defasadas e as variáveis de controle correntes e defasadas de dimensão $p \times 1$

Como não é de interesse calcular os valores dos vetores x_t e y_{t-1} , para calcular a função de reação de cada período basta calcular as matrizes G_t e g_t . A matriz G_t representa a sensibilidade de x_t em relação à y_{t-1} . Enquanto o vetor g_t corresponde o intercepto da função de reação.

Para o caso específico da função de perda (6) sujeita às equações (7), (8) e (9) e após otimização, a função de reação da taxa de juros apresenta a seguinte notação matricial:

$$[i_t] = [\theta_{1,t} \ \theta_{2,t} \ \theta_{3,t} \ \theta_{4,t}] \begin{bmatrix} Y_{t-1} \\ \pi_{t-1} \\ \Delta e_{t-1} \\ i_{t-1} \end{bmatrix} + [g_t] \quad (10)$$

Onde: $x_t = [i_t]$, $G_t = [\theta_{1,t} \ \theta_{2,t} \ \theta_{3,t} \ \theta_{4,t}]$, $y_{t-1} = [Y_{t-1} \ \pi_{t-1} \ \Delta e_{t-1} \ i_{t-1}]^T$

Um vez calculadas as matrizes $G_{10}, G_9 \dots G_1$ e as matrizes $g_{10}, g_9 \dots g_1$, temos as funções de reação da taxa de juros para cada um dos dez períodos de análise. O apêndice A demonstra passo a passo o cálculo das matrizes $G_{10}, G_9 \dots G_1$ e das matrizes $g_{10}, g_9 \dots g_1$ via Multiplicado de Lagrange.

Uma observação importante é que para o caso particular deste trabalho não é de interesse calcular a taxa de juros ótima de cada período, isso ocorre porque o cálculo da taxa de juros está muito sujeito à condição inicial do problema e às metas de produto e inflação arbitrariamente escolhidas. O que não acontece no cálculo da matriz G_t . As matrizes $G_{10}, G_9 \dots G_1$ não sofrem influência da condição inicial e das metas. Logo a sensibilidade da taxa de juros em relação às defasagens do produto, inflação e variação do câmbio é independente da

condição inicial e das metas. As metas influenciam apenas o intercepto da função de reação representado pelas matrizes g_{10}, g_9, \dots, g_1 .

Outra observação importante é que o elemento $\theta_{4,t}$ da matriz G_t é sempre igual a zero na equação (10). Isto é, a taxa de juros corrente não é sensível à taxa de juros anterior. No modelo, o banco central tem liberdade para escolher a melhor taxa de juros em t levando em consideração o efeito da taxa de juros tanto no período t como nos demais períodos.

3.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A apresentação neste capítulo da regra de Taylor e do modelo de regra ótima demonstra que esses modelos de funcionamento do regime de metas podem ser utilizados para analisar a aplicabilidade do regime de metas nos países emergentes. Tanto o modelo de Taylor como o modelo de regra ótima permite que algumas características dos países emergentes sejam modeladas.

Como demonstra Eichengreen (2002) no seu modelo de regra de Taylor, um *passthrough* elevado contribui para elevar o parâmetro β_2 na equação de Phillips (1') e para reduzir o parâmetro α_3 na equação IS (2'). Eichengreen (2002) também demonstra que o excesso de passivos em moeda estrangeira contribui para reduzir o parâmetro α_3 na equação IS (2'). Isso significa que, ao estimar a curva de Phillips e a curva IS, os valores de cada parâmetro estimado refletem a presença do *passthrough* e do excesso de passivos em moeda estrangeira.

4 ANÁLISE DE CONTROLE ÓTIMO

Este capítulo utiliza a análise de controle ótimo para solucionar e testar o modelo de regra ótima apresentado na seção 3.2. A análise de controle ótimo mostrou-se bastante útil na questão relativa ao medo de deixar flutuar o câmbio nos países emergentes. Os resultados da seção 4.1 indicaram que, quando o banco central escolhe a taxa de juros ótima para cada período, existe racionalidade em não apresentar medo de deixar flutuar o câmbio na presença de excesso de passivos em moeda estrangeira. Esse resultado fica claro quando simulamos a existência de excesso de passivos em moeda estrangeira através da parametrização do modelo de regra ótima.

Outro benefício da análise de controle ótimo adotada foi a possibilidade de utilizar a econometria para alimentar os parâmetros do modelo. Assim sendo, foi possível testar a existência de diferença de comportamento, na escolha da taxa de juros ótima, entre países emergentes e industrializados. A seção 4.2 trata desta questão ao simular a função de reação da taxa de juros para oito países.

4.1 PARAMETRIZAÇÃO DO MODELO

Nesta seção são ajustados os parâmetros da função de perda (6) e os parâmetros das equações (7), (8) e (9) para simular cenários de elevado *passthrough*, de excesso de passivos em moeda estrangeira e de elevada inércia inflacionária. Também são feitas simulações para testar a coerência do modelo com a teoria econômica.

Ao ajustar os parâmetros do modelo, a função de perda fica sujeita a um sistema de equações determinísticas. Assim como nos artigos de Céspedes e Chang (2000) e Céspedes, Chang e Velasco (2000), a parametrização foi utilizada para permitir uma maior liberdade na definição dos parâmetros, o que não aconteceria caso fosse utilizado um modelo econométrico. Como o objetivo desta seção é muito mais uma análise qualitativa do que quantitativa, a parametrização mostrou-se adequada.

Ao simular cenários de elevado *passthrough*, de excessos de passivos em moeda estrangeira e de elevada inércia inflacionária, está sendo testado se essas características significam restrições na condução da política monetária. Isto é, qual o impacto dessas

características na função de reação da taxa de juros. Também pode ser testado se existe racionalidade matemática em não ter medo de deixar flutuar o câmbio quando o país possui excesso de passivos em moeda estrangeira.

O procedimento adotado foi comparar um cenário base com cenários alternativos. O cenário base foi ajustado para assegurar uma certa plausibilidade com o mundo real. Para tanto, os parâmetros foram ajustados para serem condizentes com dados trimestrais da inflação (π_t), da variação do câmbio (Δe_t) e do produto real (Y_t) (em unidades monetárias e ano base = 1). Os parâmetros foram ajustados da seguinte maneira: $\alpha_0=0.20$; $\alpha_1=0.85$; $\alpha_2=-0.57$; $\alpha_3=0.02$; $\beta_0=0$; $\beta_1=0.31$; $\beta_2=0.18$; $\beta_3=0.38$; $\gamma_0=0$; $\gamma_1=0.27$; $\mu_{1,t}=1$; e $\mu_{2,t}=1$.

Para um horizonte de tempo de 10 trimestres e parâmetros acima definidos, o problema de regra ótima consiste em minimizar a função de perda (11) sujeita ao sistema de equações determinísticas (12), (13) e (14):

$$E_0W = E_0 \sum_{t=1}^{10} 1(Y_t - Y_t^*)^2 + 1(\pi_t - \pi_t^*)^2 \quad (11)$$

$$s.a. \quad Y_t = 0.20 + 0.85Y_{t-1} - 0.57i_t + 0.02\Delta e_{t-1} \quad (12)$$

$$\pi_t = 0.31\pi_{t-1} + 0.18\Delta e_t + 0.38Y_t \quad (13)$$

$$\Delta e_t = 0.27\Delta e_{t-1} \quad (14)$$

Após utilizar a metodologia apresentada no apêndice A para minimizar a função de perda (11) sujeita às equações (12), (13) e (14), a Tabela 2 apresenta as funções de reação da taxa de juros para cada um dos dez períodos. Para calcular as matrizes g_{10}, g_9, \dots, g_1 , a meta de crescimento do produto (Y_t^*) foi definida em 0.5 por cento ao trimestre (aproximadamente 2 por cento ao ano) e a meta de inflação foi definida em 0.5 por cento ao trimestre (aproximadamente 2 por cento ao ano). Os cálculos foram feitos com o auxílio do programa Maple.

A notação apresentada na Tabela 2 é a mesma notação da equação (10) após multiplicação das matrizes:

$$[i_t] = [\theta_{1,t}Y_{t-1} + \theta_{2,t}\pi_{t-1} + \theta_{3,t}\Delta e_{t-1} + \theta_{4,t}i_{t-1}] + [g_t] \quad (15)$$

Tabela 2 - Função de reação da taxa de juros ótima - cenário base

Período	Variável de Controle	Coeficientes das matrizes G_t						Coeficientes da matrizes g_t		
(10)	$i10=$	1,491228	$Y9$	+	0,180590	$\pi9$	+	0,06340	$\Delta e9$	-1,906271
(9)	$i9=$	1,491228	$Y8$	+	0,193702	$\pi8$	+	0,06753	$\Delta e8$	-1,874222
(8)	$i8=$	1,491228	$Y7$	+	0,194643	$\pi7$	+	0,06797	$\Delta e7$	-1,857313
(7)	$i7=$	1,491228	$Y6$	+	0,194711	$\pi6$	+	0,06802	$\Delta e6$	-1,846065
(6)	$i6=$	1,491228	$Y5$	+	0,194716	$\pi5$	+	0,06802	$\Delta e5$	-1,836478
(5)	$i5=$	1,491228	$Y4$	+	0,194716	$\pi4$	+	0,06802	$\Delta e4$	-1,827377
(4)	$i4=$	1,491228	$Y3$	+	0,194716	$\pi3$	+	0,06802	$\Delta e3$	-1,818438
(3)	$i3=$	1,491228	$Y2$	+	0,194716	$\pi2$	+	0,06802	$\Delta e2$	-1,809576
(2)	$i2=$	1,491228	$Y1$	+	0,194716	$\pi1$	+	0,06802	$\Delta e1$	-1,800766
(1)	$i1=$	1,491228	$Y0$	+	0,194716	$\pi0$	+	0,06802	$\Delta e0$	-1,792003

Na Tabela 2 os coeficientes da matriz G_t são praticamente os mesmos para $t=1,2,3,4,5,6$. Os coeficientes da matriz G_t convergem do período 6 até o período 1. Os resultados também indicam que a taxa de juros apresenta uma maior sensibilidade com a variável produto. Para $t=1$, a sensibilidade da taxa de juros com Y_0 é de 1,491, com π_0 é de 0,194 e com Δe_0 é de 0,068.

Entretanto esse resultado deve ser observado com cautela, pois está muito sujeito aos valores escolhidos para $\mu_{1,t}$ e $\mu_{2,t}$. Mantendo tudo mais constante, um aumento de $\mu_{2,t}$ para 2 altera a sensibilidade da taxa de juros, pois agora o banco central penaliza mais o desvio da inflação. Para $\mu_{2,t}=2$ e $t=1$, a sensibilidade da taxa de juros com Y_0 é de 1,491, com π_0 é de 0,340 e com Δe_0 é de 0,092.

Quando o banco central penaliza mais o desvio da inflação, a sensibilidade da taxa de juros em t em relação à inflação e ao câmbio em $t-1$ aumenta. O que já era esperado. Ao dar maior importância para a inflação, qualquer distúrbio que possa alterar a trajetória da inflação tem que ser mais intensamente anulado pelo banco central.

O resultado anterior está de acordo com a análise feita na seção 2.2. A resposta ótima do banco central diante de um choque de Calvo ou Prebisch vai depender da importância dada à meta de inflação e à meta do produto. Se o banco central dá maior importância ao produto agregado, poderá hesitar em aumentar a taxa de juros. O que pode ser representado por uma menor sensibilidade da taxa de juros em relação ao câmbio. No caso de dar maior importância à inflação, o que é mais provável no regime de metas, o banco central não hesitará em aumentar a taxa de juros para limitar a desvalorização. O que significa uma maior sensibilidade da taxa de juros em t em relação ao câmbio em $t-1$.

A forma mais simples de simular um cenário de elevada inércia inflacionária é aumentar *ceteris paribus* o valor do parâmetro β_1 . A Tabela 3 apresenta as funções de reação quando aumentamos arbitrariamente β_1 de 0,31 para 0,41. Uma inércia inflacionária elevada pode ocorrer quando a credibilidade da meta de inflação é baixa. Neste caso, as expectativas de inflação se baseiam mais na inflação passada do que na meta de inflação.

Tabela 3 - Funções de reação da taxa de juros ótima - Elevada inércia inflacionária

Período	Variável de Controle	Coeficientes das matrizes G_t				Coeficientes da matrizes g_t		
(10)	$i_{10} =$	1,491228	$Y_9 +$	0,238844	$\pi_9 +$	0,063399	Δe_9	-1,906271
(7)	$i_7 =$	1,491228	$Y_6 +$	0,273116	$\pi_6 +$	0,070872	Δe_6	-1,813477
(4)	$i_4 =$	1,491228	$Y_3 +$	0,273180	$\pi_3 +$	0,070896	Δe_3	-1,783947
(1)	$i_1 =$	1,491228	$Y_0 +$	0,273180	$\pi_0 +$	0,070896	Δe_0	-1,758549

Na Tabela 3 são apresentadas as funções de reação para apenas quatro períodos, pois os coeficientes da matriz G_t são praticamente os mesmos em todos os períodos. Ao comparar os resultados da Tabela 3 com os resultados do cenário base (Tabela 2), observa-se que o aumento da inércia inflacionária aumenta a sensibilidade da taxa de juros em t em relação à inflação e ao câmbio em $t-1$. Para $t=1$, a sensibilidade da taxa de juros com π_0 aumentou de

0.194 para 0.273 e com Δe_0 aumentou de 0.068 para 0.070. O mesmo pode ser observado para os demais períodos.

Quanto menor a credibilidade dos agentes econômicos em relação à meta de inflação, maior a reação do banco central diante do aumento em $t-1$ da inflação e do câmbio. Uma inércia inflacionária maior significa que o aumento da inflação em $t-1$ é mais intensamente repassado para a inflação em t . Neste caso, qualquer distúrbio que possa alterar a trajetória da inflação em $t-1$ tem que ser mais intensamente anulado pelo banco central.

O resultado anterior demonstra que a baixa credibilidade do público em relação à meta de inflação representa uma restrição na condução da política monetária. Quando a credibilidade é baixa, a trajetória futura da inflação e produto fica mais comprometida caso o banco central hesite em ajustar a taxa de juros para anular os distúrbios da inflação e do câmbio.

Um aumento de *passthrough* pode ser simulado *ceteris paribus* aumentando o valor do parâmetro β_2 . Na presença de *passthrough* elevado, a desvalorização do câmbio significa uma rápida elevação dos preços internos, o que pode ser representado por um elevado β_2 . A Tabela 4 apresenta as funções de reação quando β_2 aumenta de 0,18 para 0,28.

Tabela 4 - Funções de reação da taxa de juros ótima - Elevado *passthrough*

Período	Variável de Controle	Coeficientes das matrizes Gt				Coeficientes da matrizes gt		
(10)	$i_{10} =$	1,491228	$Y_9 +$	0,180590	$\pi_9 +$	0,079128	Δe_9	-1,906271
(7)	$i_7 =$	1,491228	$Y_6 +$	0,194711	$\pi_6 +$	0,086268	Δe_6	-1,846065
(4)	$i_4 =$	1,491228	$Y_3 +$	0,194716	$\pi_3 +$	0,086274	Δe_3	-1,818438
(1)	$i_1 =$	1,491228	$Y_0 +$	0,194716	$\pi_0 +$	0,086274	Δe_0	-1,792003

Ao comparar os resultados da Tabela 4 com os resultados da Tabela 2, pode-se observar que o aumento do *passthrough* aumenta a sensibilidade da taxa de juros em t em relação ao câmbio em $t-1$. Para $t=1$, a sensibilidade da taxa de juros com Δe_0 aumentou de 0.068 para 0.086.

Quanto maior o *passthrough*, maior a reação do banco central diante do aumento da do câmbio em $t-1$. Um *passthrough* maior significa que uma desvalorização em $t-1$ é mais

intensamente repassada para a inflação em t . Assim sendo é natural o banco central ajustar mais intensamente a taxa de juros em t quando ocorre uma desvalorização em $t-1$.

O modelo de otimização dinâmica demonstra que um elevado *passthrough* representa uma restrição na condução da política monetária. Quando o *passthrough* é elevado, a trajetória futura da inflação e produto fica mais comprometida caso o banco central hesite em ajustar a taxa de juros para anular os distúrbios do câmbio. Os choques de Calvo e de Prebisch são mais inflacionários quando o *passthrough* é elevado.

Segundo Eichengreen (2002), a forma mais simples de modelar o excesso de passivos em moeda estrangeira é reduzir o valor de α_3 . Enquanto a desvalorização significa um aumento de competitividade, o que aumenta a demanda agregada, por outro lado, a situação financeira de bancos, firmas e governo piora, o que diminui a demanda agregada. A Tabela 5 apresenta as funções de reações quando α_3 diminui de 0,02 para 0,01.

Tabela 5 - Funções de reação da taxa de juros ótima - Excesso de passivos em moeda estrangeira

Período	Variável de Controle	Coeficientes das matrizes Gt						Coeficientes da matrizes gt
(10)	$i_{10} =$	1,491228	$Y_9 +$	0,180590	$\pi_9 +$	0,045855	Δe_9	-1,906271
(7)	$i_7 =$	1,491228	$Y_6 +$	0,194711	$\pi_6 +$	0,050445	Δe_6	-1,846065
(4)	$i_4 =$	1,491228	$Y_3 +$	0,194716	$\pi_3 +$	0,050444	Δe_3	-1,818438
(1)	$i_1 =$	1,491228	$Y_0 +$	0,194716	$\pi_0 +$	0,050449	Δe_0	-1,792003

Ao comparar os resultados da Tabela 5 com os resultados da Tabela 2, pode-se observar que o aumento de excesso de passivos em moeda estrangeira diminuiu a sensibilidade da taxa de juros em t em relação ao câmbio em $t-1$. Para $t=1$, a sensibilidade da taxa de juros com Δe_0 diminuiu de 0.068 para 0.050.

O excesso de passivos em moeda estrangeira implica em uma menor reação do banco central diante do aumento do câmbio em $t-1$. Os choques de Calvo e de Prebisch são menos inflacionários quando existe excesso de passivos em moeda estrangeira. Neste caso, o banco central fica menos compelido a aumentar a taxa de juros, isto é, diminui a sensibilidade da taxa de juros em relação ao câmbio.

A parametrização do modelo de otimização dinâmica demonstra que o excesso de passivos em moeda estrangeira não representa uma restrição na condução da política monetária. Quando existe excesso de passivos em moeda estrangeira, a trajetória futura da inflação e do produto fica menos comprometida caso o banco central hesite em ajustar a taxa de juros para anular os distúrbios do câmbio. Este resultado demonstra que existe racionalidade em não apresentar medo de deixar flutuar o câmbio na presença de excesso de passivos em moeda estrangeira. O modelo não rejeita a visão de Eichengreen (2002) apresentada na seção 2.2.

Vale ressaltar que esta simulação não testa se na prática existe ou não medo de deixar flutuar o câmbio. O modelo não leva em consideração a aversão do banco central em relação à desvalorização do câmbio e não leva em consideração a capacidade do banco central em prever com exatidão a intensidade da desvalorização. Para um banco central averso ao impacto da desvalorização e que não consegue prever a intensidade da desvalorização, a possibilidade de uma crise financeira justifica o medo de deixar flutuar o câmbio. O modelo de otimização dinâmica apenas testa a racionalidade de não ter medo de deixar flutuar o câmbio, quando α_3 é baixo e positivo.

Os resultados da parametrização do modelo demonstram que a falta de credibilidade e o elevado *passthrough* são características que significam restrições na política monetária. Na presença destas duas características, o banco central não pode hesitar em aumentar a taxa de juros diante de distúrbios que comprometem a trajetória futura de inflação e produto. Um erro na condução da política monetária significa custos em termos de desvio de produto e inflação das suas metas.

Por outro lado, os resultados do modelo demonstram que o excesso de passivos em moeda estrangeira não significa uma restrição na política monetária. Na presença de excesso de passivos em moeda estrangeira, o banco central fica menos compelido a aumentar a taxa de juros. Um erro na condução da política monetária não significa grandes custos em termos de desvio de produto e inflação.

Como foi dito na seção 2.1, a baixa credibilidade do público na meta de inflação e o elevado *passthrough* podem ser superadas com o amadurecimento da política monetária. A falta de credibilidade pode deixar de ser uma restrição com o amadurecimento da política

monetária. Assim como o elevado *passthrough* também pode ser superado com o aumento da credibilidade da política monetária e a consolidação de um histórico de inflação baixa. Já o excesso de passivos em moeda estrangeira constitui uma característica mais estrutural. O modelo indicou que o excesso de passivos em moeda estrangeira não constitui uma restrição na condução da política monetária.

4.2 ESTIMAÇÃO DO MODELO DE REGRA ÓTIMA

Nesta seção o modelo de regra ótima é aplicado para uma amostra composta por países industrializados e emergentes. O critério de seleção dos países obedece ao maior tempo de experiência com o regime de metas e ao maior grau de desenvolvimento econômico. Esse critério procura evitar maiores distorções de resultados ao proporcionar uma amostra de países mais homogênea.

Os resultados mostraram-se satisfatórios em oito países, sendo quatro industrializados e quatro emergentes: Reino Unido, Canadá, Nova Zelândia, Suécia, Chile, Polônia, República Tcheca e Coreia. O modelo também foi aplicado para o Brasil e Austrália, entretanto os resultados não foram satisfatórios.

O objetivo principal desta seção é verificar uma possível diferença na escolha da taxa de juros ótima entre o grupo dos países emergentes e o grupo dos países industrializados. Neste caso, estamos testando a hipótese de que existe diferença na escolha da taxa de juros ótima entre os dois grupos.

O procedimento adotado foi comparar as implicações da hipótese com os dados reais (fatos). No caso das características dos países emergentes significarem restrições, a hipótese implica que a taxa de juros é mais sensível ao câmbio e à inflação. Isto é, o banco central não pode hesitar em alterar a taxa de juros diante de distúrbios de inflação e câmbio.

Para aplicar o modelo de regra ótima nos oito países, as equações (7), (8) e (9) foram estimadas utilizando dados trimestrais e todos os dados foram coletados na base de dados do Fundo Monetário Internacional (*International Financial Statistics*). A principal vantagem em utilizar dados trimestrais é que os mesmos apresentam menos ruído quando comparados com

dados mensais. Além disso, a disponibilidade de dados para o PIB mensal é pouco comum, o que força o uso de dados trimestrais.

O período de análise compreende desde o primeiro trimestre de 1990 até o primeiro trimestre de 2005, totalizando 61 observações. Entretanto para alguns países o período de análise difere devido à falta de disponibilidade de dados. As Tabelas 6, 7 e 8 apresentam os períodos para cada uma das regressões estimadas.

A *proxy* utilizada para a variável Y_t foi o PIB real. Para calcular o PIB real dividimos o PIB nominal em moeda nacional pelo seu deflator implícito (ano base 2000=100). Em seguida, o PIB real em moeda nacional foi transformado em um número índice com ano base primeiro trimestre de 2000 igual a um (ano base 2000:T1=1). O motivo para transformar o PIB real em número índice foi aproximar a grandeza do desvio do produto da grandeza do desvio da inflação.

A *proxy* utilizada para a variável Δe_t foi a variação ao trimestre da taxa de câmbio (moeda nacional / dólar) de fechamento. A *proxy* para a taxa de juros (i_t) foi a taxa de juros de mercado (*money market rate*)². Já a *proxy* para a inflação (π_t) foi a variação ao trimestre do índice de preço ao atacado (*producer price index*)³.

As Tabelas 6, 7 e 8 apresentam para cada um dos oito países as regressões das equações (7), (8) e (9) respectivamente. A estatística t de cada coeficiente é apresentado entre parênteses. Todas as regressões foram estimadas utilizando o método dos mínimos quadrados ordinários (MQO). O método dos MQO pode ser aplicado corretamente no contexto de equações simultâneas quando temos um modelo causal. O sistema de equações (7), (8) e (9) consiste num modelo causal, pois não há interdependência entre as variáveis endógenas. A variável Y_t afeta π_t , mas π_t não afeta Y_t . Da mesma forma, Δe_t afeta Y_t e π_t , mas Y_t e π_t não afetam Δe_t . Em outras palavras, cada equação exibe uma dependência causal unilateral. Nos modelos causais não existe interdependência entre o termo de perturbação estocástica e as variáveis explicativas endógenas.

² Todos os países utilizaram a taxa de juros de mercado com exceção da Inglaterra, Suécia e Chile. No caso da Suécia e da Inglaterra a taxa de juros de mercado não estava disponível e foi utilizada a *government bond yield*. No caso do Chile a *government bond yield* não estava disponível e foi utilizada a *discount rate*.

Para todos os oito países as perturbações ε_t , η_t e ν_t são contemporaneamente não correlacionadas. Os gráficos de dispersão indicaram que não existe evidência de correlação contemporânea entre ε_t , η_t e ν_t . Para todas as equações foi testada a existência de autocorrelação nos resíduos. O teste de autocorrelação utilizado foi o teste LM de Breusch-Godfrey. Um ponto prático do teste LM é que o mesmo pode ser aplicado em modelos autorregressivos. Quando o teste indicou presença de auto correlação foi utilizado o método de Cochrane-Orcutt em duas etapas como medida corretiva. Para cada equação estimada também foi realizado o teste de White e o teste ARCH-LM.

Tabela 6 - Equação (7) - Comportamento do produto (Y_t)
Variável Dependente: PIB real (Y_t)

<u>Variáveis Explicativas</u>	Coeficiente e estatística t							
	Reino Unido	Canadá	Nova Zelândia	Suécia	Chile	Polônia	República Theca	Coréia
	1990:T1	1990:T1	1990:T1	1990:T1	1996:T1	1994:T4	1994:T1	1990:T1
	2005:T1	2005:T1	2005:T1	2005:T1	2005:T1	2005:T1	2005:T1	2005:T1
Intercepto	0,317** (2,622)	0,019* (1,719)	0,021* (1,728)	0,695*** (4,918)	0,136* (1,737)	0,724*** (4,053)	0,261*** (2,829)	0,204*** (3,178)
Y_{t-1}	0,751*** (7,844)	0,994*** (98,686)	0,997*** (94,451)	0,408*** (3,398)	0,894*** (12,927)	0,425*** (3,011)	0,772*** (9,379)	0,854*** (17,107)
\hat{i}_t	-1,171** (-2,189)	-0,155** (-2,818)	-0,175*** (-2,912)	-1,959*** (-3,951)	-0,285** (-2,059)	-1,060*** (-3,030)	-0,208* (-1,694)	-0,571*** (-2,766)
<u>Estatísticas</u>								
R- Quadrado	0,833	0,996	0,995	0,995	0,957	0,689	0,821	0,948
R-Ajustado	0,827	0,996	0,995	0,995	0,954	0,671	0,812	0,946
Teste LM								
1 lag	(p=0.901)	(p=0.807)	(p=0.265)	(p=0.097)	(p=0.775)	(p=0.035)	(p=0.592)	(p=0.037)
2 lag	(p=0.000)	(p=0.939)	(p=0.513)	(p=0.001)	(p=0.300)	(p=0.067)	(p=0.0001)	(p=0.005)
Teste ARCH								
1 lag	(p=0.183)	(p=0.816)	(p=0.185)	(p=0.007)	(p=0.150)	(p=0.219)	(p=0.171)	(p=0.723)
Teste de White	(p=0.255)	(p=0.120)	(p=0.774)	(p=0.270)	(p=0.962)	(p=0.690)	(p=0.036)	(p=0.119)

Notas: *, **, ***, significam que os coeficientes são significantes no nível de 10%, 5% e 1% respectivamente. Estatística t entre parênteses. Teste LM corresponde ao teste de Breusch-Godfrey.

³ No Chile foi utilizado o índice de preços ao consumidor (*consumer price index*), pois os testes com índice de preço ao atacado não foram satisfatórios.

Como pode ser observado na Tabela 6, o coeficiente α_3 está ausente pois os resultados econométricos indicaram que o coeficiente é estatisticamente insignificante. Neste caso, o câmbio influencia apenas a inflação. O mesmo resultado ocorreu na estimação da curva IS para Brasil no trabalho de Freitas e Muinhos (2001).

Comparando os coeficientes de cada país na Tabela 6 pode-se constatar que não existe uma correlação entre o valor dos coeficientes e o fato do país pertencer ao grupo de países emergentes ou industrializados. Os valores variam muito entre países e não entre grupos. No caso dos coeficientes da variável i_t , os coeficientes variam muito entre países. No Reino Unido, Suécia e Polônia, a taxa de juros tem um impacto elevado na economia quando comparado com os demais países.

Tabela 7 - Equação (8) - Comportamento da inflação (π_t)
Variável Dependente: Variação ao trimestre do índice de inflação (π_t)

<u>Variáveis</u> <u>Explicativas</u>	Coeficiente e estatística t							
	Reino Unido	Canadá	Nova Zelândia	Suécia	Chile	Polônia	República Theca	Coréia
	1990:T1 2005:T1	1990:T1 2005:T1	1990:T1 2005:T1	1990:T1 2005:T1	1996:T1 2005:T1	1994:T4 2005:T1	1994:T1 2005:T1	1990:T1 2005:T1
π_{t-1}	0,517*** (4,967)	0,276** (2,626)	0,226** (2,016)	0,370*** (3,288)	0,4171** (2,725)	0,602*** (8,259)	0,528*** (4,128)	0,315*** (3,661)
Δe_t	0,029** (1,817)	0,291*** (5,928)	0,102*** (4,163)	0,098*** (3,741)	0,038 (1,613)	0,144*** (4,426)	0,049* (1,969)	0,183*** (8,481)
Y_t	0,225* (2,562)	0,367** (2,312)	0,424*** (3,434)	0,354** (2,266)	0,426** (2,666)	0,411** (2,286)	0,420** (2,634)	0,381** (2,483)
<u>Estatísticas</u>								
Teste LM								
1 lag	(p=0.469)	(p=0.139)	(p=0.938)	(p=0.182)	(p=0.073)	(p=1877)	(p=0,417)	(p=0,556)
2 lag	(p=0.163)	(p=0.143)	(p=0.783)	(p=0.390)	(p=0.183)	(p=0.132)	(p=0.713)	(p=0.649)
Teste ARCH								
1 lag	(p=0.451)	(p=0.683)	(p=0.037)	(p=0.144)	(p=0.254)	(p=0.149)	(p=0.657)	(p=0.366)
Teste de Write	(p=0.464)	(p=0.908)	(p=0.001)	(p=0.656)	(p=0.487)	(p=0.142)	(p=0.973)	(p=0.000)

Notas: *, **, ***, significam que os coeficientes são significantes no nível de 10%, 5% e 1% respectivamente. Estatística t entre parênteses. Teste LM corresponde ao teste de Breusch-Godfrey.

Comparando os coeficientes de cada país na Tabela 7 e 8 podemos constatar que não existe uma correlação entre o valor dos coeficientes e o fato do país pertencer ao grupo de

países emergentes ou industrializados. Na média, o coeficiente da variável π_{t-1} na Tabela 7, que corresponde ao *passthrough*, é maior no grupo dos países emergentes. Entretanto, os valores do *passthrough* variam muito dentro do grupo emergente, o que dificulta generalizações.

Tabela 8 - Equação (9) - Comportamento da variação da taxa de câmbio (Δe_t)
Variável Dependente: PIB real (Δe_t)

Variáveis Explicativas	Coeficiente e estatística t							
	Reino Unido	Canadá	Nova Zelândia	Suécia	Chile	Polônia	República Theca	Coréia
	1990:T1 2005:T1	1990:T1 2005:T1	1990:T1 2005:T1	1990:T1 2005:T1	1996:T1 2005:T1	1994:T4 2005:T1	1994:T1 2005:T1	1990:T1 2005:T1
Δe_{t-1}	0,169* (1,308)	0,236* (1,852)	0,402*** (3,350)	0,233* (1,832)	0,286* (1,763)	0,252 (1,622)	0,295** (2,024)	0,272** (2,141)
Estatísticas								
Teste LM								
1 lag	(p=0.129)	(p=1)	(p=0.791)	(p=1)	(p=0.545)	(p=0.123)	(p=1)	(p=0.134)
2 lag	(p=0.011)	(p=0.144)	(p=0.381)	(p=0.109)	(p=0.440)	(p=0.273)	(p=0.926)	(p=0.194)
Teste ARCH								
1 lag	(p=0.839)	(p=0.344)	(p=0.093)	(p=0.007)	(p=0.204)	(p=0.906)	(p=0.791)	(p=0.000)
Teste de Write	(p=0.380)	(p=0.285)	(p=0.094)	(p=0.025)	(p=0.437)	(p=0.543)	(p=0.649)	(p=0.000)

Notas: *, **, ***, significam que os coeficientes são significantes no nível de 10%, 5% e 1% respectivamente. Estatística t entre parênteses. Teste LM corresponde ao teste de Breusch-Godfrey.

4.2.1 FUNÇÃO DE REAÇÃO

Após utilizar a metodologia de cálculo apresentada no apêndice A, as Tabelas 9 e 10 apresentam as funções de reação para cada um dos países analisados. A comparação das funções de reação permite verificar a existência de diferenças na definição da taxa de juros ótima. Se as características dos países emergentes significam restrições, de acordo com a teoria é de esperar que a taxa de juros ótima nesses países seja mais sensível ao câmbio e à inflação.

As Tabelas 9 e 10 apresentam as funções de reação para dois períodos apenas, pois os coeficientes da matriz G_t são praticamente os mesmos em todos os dez períodos. Como foi dito na seção 3.2, os valores da matriz G_t não sofrem influência da meta do produto, da meta da inflação e da condição inicial do problema. Para calcular as matrizes g_{10} , g_9 , ..., g_1 , a meta

de crescimento do produto (Y_t^*) foi definida em 0.5 % ao trimestre (aproximadamente 2 % ao ano) e a meta de inflação foi definida em 0.5 % ao trimestre (aproximadamente 2 % ao ano). As condições iniciais correspondem aos valores das variáveis endógenas no primeiro trimestre de 2005.

Os valores $\mu_{1,t}$ e $\mu_{2,t}$ são constantes para os 10 trimestres. O fato de $\mu_{1,t}$ e $\mu_{2,t}$ ser constante no tempo significa que o banco central não altera as penalidades do desvio do produto e do desvio da inflação. O que é uma hipótese bastante razoável.

Ao comparar os resultados da Tabela 9 com os da Tabela 10, os resultados indicam que os dados não confirmam a hipótese de que existe diferença na escolha da taxa de juros ótima entre os dois grupos. Para os oito países analisados, os resultados indicam que operacionalmente o regime de metas não é diferente nos países emergentes. A taxa de juros ótima no grupo de países emergentes não é mais sensível à inflação e ao câmbio quando comparada com o grupo de países industrializados.

No caso do Canadá, a sensibilidade da taxa de juros em t em relação às variáveis endógenas em $t-1$ foi maior que a média do grupo de países emergentes. Isto é, o banco central não pode hesitar em ajustar a taxa de juros diante de distúrbios de inflação e câmbio. Da mesma forma, a Polônia apresentou sensibilidade da taxa de juros em t em relação às variáveis endógenas em $t-1$ menor que a média do grupo de países industrializados. O banco central da Polônia está menos compelido a aumentar a taxa de juros.

Analisando cada país individualmente podemos observar que não existe uma correlação entre a sensibilidade da taxa de juros e o fato do país pertencer ao grupo de países industrializados ou emergentes. Na média, a sensibilidade da taxa de juros ótima em relação à inflação em $t-1$ é maior no grupo dos países emergentes. Entretanto, os valores da sensibilidade variam muito dentro do grupo emergente e do grupo industrializado, o que dificulta generalizações. Também na média, a sensibilidade da taxa de juros ótima em relação ao câmbio em $t-1$ é maior no grupo dos países industrializados. Entretanto, os valores da sensibilidade variam muito dentro do grupo emergente e do grupo industrializado, o que dificulta generalizações.

Tabela 9 - Função de Reação da taxa de juros ótima - Países Industrializados

Período	Variável de Controle	Coeficientes das matrizes Gt			Coeficientes da matrizes gt			
Reino Unido								
(10)	$i_{10} =$	0,641471	$Y_9 +$	0,094759	$\pi_9 +$	0,000902	Δe_9	-0,819916
(1)	$i_1 =$	0,641471	$Y_0 +$	0,124495	$\pi_0 +$	0,001291	Δe_0	-0,782816
Canadá								
(10)	$i_{10} =$	6,407052	$Y_9 +$	0,575915	$\pi_9 +$	0,143332	Δe_9	-7,704448
(1)	$i_1 =$	6,407052	$Y_0 +$	0,611910	$\pi_0 +$	0,161503	Δe_0	-7,371434
Nova Zelândia								
(10)	$i_{10} =$	5,677081	$Y_9 +$	0,465871	$\pi_9 +$	0,084681	Δe_9	-6,772567
(1)	$i_1 =$	5,677081	$Y_0 +$	0,483458	$\pi_0 +$	0,095159	Δe_0	-6,455116
Suécia								
(10)	$i_{10} =$	0,208283	$Y_9 +$	0,059562	$\pi_9 +$	0,003704	Δe_9	-0,246583
(1)	$i_1 =$	0,208283	$Y_0 +$	0,066665	$\pi_0 +$	0,004485	Δe_0	-0,218710
Média		3,233472		0,310330		0,061882		

Tabela 10 - Função de Reação da taxa de juros ótima - Países Emergentes

Período	Variável de Controle	Coeficientes das matrizes Gt			Coeficientes da matrizes gt			
Chile								
(10)	$i_{10} =$	3,135002	$Y_9 +$	0,527595	$\pi_9 +$	0,01384	Δe_9	-3,937551
(1)	$i_1 =$	3,135002	$Y_0 +$	0,600539	$\pi_0 +$	0,01748	Δe_0	-3,588953
Polônia								
(10)	$i_{10} =$	0,401215	$Y_9 +$	0,199842	$\pi_9 +$	0,01210	Δe_9	-0,480279
(1)	$i_1 =$	0,401215	$Y_0 +$	0,266527	$\pi_0 +$	0,01840	Δe_0	-0,314516
República Theca								
(10)	$i_{10} =$	3,712065	$Y_9 +$	0,908564	$\pi_9 +$	0,02507	Δe_9	-3,979941
(1)	$i_1 =$	3,712065	$Y_0 +$	1,126445	$\pi_0 +$	0,03561	Δe_0	-4,629172
Coréia								
(10)	$i_{10} =$	1,495730	$Y_9 +$	0,184139	$\pi_9 +$	0,02926	Δe_9	-1,893043
(1)	$i_1 =$	1,495730	$Y_0 +$	0,199094	$\pi_0 +$	0,03418	Δe_0	-1,777083
Média		2,186003		0,501593		0,023242		

São duas as possíveis explicações para este resultado. A primeira explicação sugere que a premissa de que os países emergentes são mais sujeitos a possíveis complicadores da política monetária seja falsa, pelo menos para os quatro países emergentes analisados. As Tabelas 6, 7 e 8 apóiam essa explicação pois não existe nenhum indício de correlação entre os

coeficientes das equações (7), (8) e (9) e o fato do país pertencer ao grupo de países emergentes ou industrializados. Este resultado, porém, não significa necessariamente que os resultados serão os mesmos para outra amostra de países. Os países emergentes são muito heterogêneos, o que dificulta generalizações.

A segunda explicação, que independe da primeira explicação e da amostra de países escolhida, é que os resultados das Tabelas 9 e 10 estão muito sujeitos ao impacto da taxa de juros na economia. A função de reação está muito sujeita aos coeficientes α_2 estimados na Tabela 6. Para países que apresentaram coeficiente α_2 baixo (em valor absoluto), a sensibilidade da taxa de juros em relação as variáveis endógenas em $t-1$ é elevada. Foi exatamente o que aconteceu para o caso do Canadá, Nova Zelândia, Chile e República Checa. Como nestes países o impacto estimado da taxa de juros na economia é baixo, a função de reação apresenta naturalmente uma grande sensibilidade da taxa de juros em relação às variáveis endógenas em $t-1$.

Como α_2 tem um papel importante na determinação da função de reação de cada país, fica difícil isolar o efeito das características dos países emergentes na determinação da função de reação. Esse resultado indica que as seis características apresentadas no capítulo 2 apresentam um papel secundário na determinação da taxa de juros ótima, cabendo ao impacto da taxa de juros na economia um papel primário.

4.2.2 DESVIO DA INFLAÇÃO E DESVIO DO PRODUTO

Uma vez calculadas as funções de reação de cada país podemos utilizar a análise de controle ótimo para calcular o desvio da inflação e o desvio do produto. O desvio da inflação e o desvio do produto são calculados através da função de perda. O valor da função de perda representa os custos, em termos de desvio do produto e desvio de inflação, de não atingir as metas.

O cálculo do desvio da inflação e do desvio do produto permite comparar a capacidade de adaptação de cada país às metas arbitrariamente escolhidas. Para um cenário de baixa inflação, espera-se que os países emergentes apresentem uma menor capacidade de adaptação, pois são países que ainda não consolidaram um histórico de inflação baixa. Para

estes países a busca de uma meta de inflação baixa pode não ser consistente com a meta do produto.

Para testar a capacidade de adaptação foi escolhida uma meta de 2% a.a. para a inflação e uma meta de crescimento do produto de 2% a.a. O valor de 2% a.a. (aproximadamente 0.5% ao trimestre) para a meta de inflação é constantemente citado na literatura como a meta de inflação ideal para países industrializados, os quais já consolidaram uma inflação de um dígito.

Fischer (1996) cita vários motivos que justificam uma inflação não inferior a 2% a.a. para os países industrializados. Um motivo citado é o reconhecimento do uso de receitas de senhoriagem. Neste caso, uma inflação de 2% a.a. ainda permite o uso de receitas de senhoriagem. Outro motivo é a possibilidade de existir um *trade-off* de longo-prazo entre inflação e produto a taxas de inflação muito baixas (inferiores a 2% a.a.), isto é, mesmo no longo-prazo a curva de Phillips pode não ser vertical para taxas de inflação muito baixas. Neste caso, mesmo no longo-prazo, uma inflação baixa teria que ser compensada pelo desaquecimento da economia. Outro motivo para ter uma inflação não inferior a 2% a.a. é não impossibilitar a prática de taxas de juros negativas durante recessões. Na vizinhança de uma inflação próxima a zero, fica difícil praticar uma taxa de juros real negativa para estimular a economia durante recessões.

Os argumentos acima justificam uma meta de inflação de 2% a.a. para os países industrializados. Esta seção testa através do modelo as conseqüências, em termos de desvio, de praticar uma meta de inflação de 2% a.a. nas economias emergentes. Seguindo a metodologia apresentada por Chow (1974), a função de perda (6) pode ser decomposta numa parte determinística e numa parte estocástica.⁴ Por conveniência de cálculo, somente a parte determinística será levada em consideração. Para uma análise mais criteriosa seria necessário também calcular a parte estocástica.

Como o objetivo é comparar a capacidade de adaptação de cada país, o cálculo da função de perda determinística constitui um bom indicador dos custos de não atingir a meta de inflação e produto. A função de perda determinística pode ser representada da seguinte forma:

$$W = \sum_{t=1}^{10} \mu_{1,t} (\bar{Y}_t - Y_t^*)^2 + \mu_{2,t} (\bar{\pi}_t - \pi_t^*)^2 \quad (16)$$

O uso das barras indica que se trata do componente determinístico do produto e da inflação. O termo \bar{Y}_t significa que o distúrbio ε_t está ausente na equação (7). O termo $\bar{\pi}_t$ significa que o distúrbio η_t está ausente na equação (8).

Após utilizar a metodologia apresentada no apêndice A e dado as condições iniciais $\bar{Y}_0 = Y_0$, $\bar{\pi}_0 = \pi_0$ e $\bar{\Delta e}_0 = \Delta e_0$, onde $t=0$ corresponde ao primeiro trimestre de 2005, a Tabela 11 apresenta o somatório do desvio do produto e o somatório do desvio da inflação para os 10 períodos de análise.

Na Tabela 11 o grupo de países emergentes apresenta uma maior dificuldade de perseguir simultaneamente uma inflação baixa e um crescimento do produto médio. A média do somatório do desvio da inflação nos países emergentes é de 1,864 ponto percentual. No caso dos países emergentes, a média é menor e corresponde a 0,814 ponto percentual. Isto é, por trimestre, os países emergentes ficaram em média 0,18 ponto percentual acima da meta e os países industrializados ficaram em média 0,08 ponto percentual acima da meta. Mesmo analisando os países individualmente, nenhum país emergente apresentou valor do somatório do desvio da inflação menor que qualquer um dos países industrializados. A Coreia apresentou um valor próximo da média do grupo de países industrializados, mas mesmo assim superior ao valor de qualquer país industrializado.

O mesmo pode ser observado na Figura do apêndice B. A Figura do apêndice B apresenta a trajetória da inflação e do produto após otimização. Note que o período $t=0$ de cada quadro corresponde ao valor do produto e da inflação observados no primeiro trimestre de 2005. Somente no período $t=1$ até $t=10$ é que ocorre a otimização. Ao comparar os quadros relativos aos países emergentes com os quadros relativos aos países industrializados, fica claro que a diferença da trajetória da inflação em relação à meta é maior nos países emergentes.

⁴ Para uma melhor explicação ver apêndice A .

Tabela 11 - Desvio do Produto e Desvio da Inflação

Meta: Crescimento de 2% do produto ao ano; e inflação de 2% ao ano

País	$\sum_{t=1}^{10} (\bar{Y}_t - Y_t^*)$	$\sum_{t=1}^{10} (\bar{\pi}_t - \pi_t^*)$
	$\mu_{1,t} = 1 \quad \mu_{2,t} = 1$	$\mu_{1,t} = 1 \quad \mu_{2,t} = 1$
Países Industrializados		
Reino Unido	-0,096	0,100
Canadá	-0,460	0,976
Nova Zelândia	-0,554	0,998
Suécia	-0,613	1,181
Média	-0,431	0,814
Países Emergentes		
Chile	-1,348	1,690
Polônia	-2,168	1,735
República Theca	-2,343	2,784
Coréia	-0,687	1,250
Média	-1,637	1,865

Neste ponto é necessário fazer uma ressalva quanto a interpretação da Figura do apêndice B. Um aumento da taxa de juros sempre impacta no sentido de diminuir o produto e a inflação, entretanto o aumento da taxa de juros em t não significa necessariamente que o produto e a inflação em t será menor que o produto e a inflação em $t-1$. Como o modelo é dinâmico, a trajetória do produto e da inflação também depende da trajetória passada do produto e da inflação.

Quanto o desvio do produto, o valor médio do somatório do desvio nos países emergentes é de -1,636 unidade (unidade do número índice para o PIB real) enquanto nos países industrializados é de -0,431 unidade. Os valores negativos indicam que, na maioria dos 10 períodos, o produto observado é menor que a meta de produto. Este resultado mostra claramente a existência de um *trade-off* inflação-produto. Para os oito países analisados, a

aproximação da inflação da meta teve que ser compensada pelo produto abaixo da meta do produto.

Mesmo analisando os países individualmente, nenhum país emergente apresentou valor absoluto do desvio do produto menor que qualquer um dos países industrializados. A Coreia apresentou um valor próximo da média do grupo de países industrializados, mas mesmo assim superior ao valor absoluto de qualquer um dos países industrializados. A mesma constatação pode ser observado na Figura do apêndice B. Ao comparar os quadros relativos aos países emergentes com os quadros relativos aos países industrializados, fica claro que a diferença da trajetória do produto em relação à meta é maior nos países emergentes.

Uma explicação para este resultado é que os países industrializados já consolidaram um histórico de inflação de um dígito. Já os países emergentes, em particular os quatro países emergentes testados, ainda estão em processo de consolidação de um histórico de inflação de um dígito. Os resultados indicam que a capacidade de adaptar a economia a uma inflação baixa e crescimento do produto médio é pior no grupo dos países emergentes. Para as condições iniciais e período de análise adotado, o modelo indicou que tanto o desvio do produto quanto o desvio da inflação é maior no grupo dos países emergentes.

4.2.3 COMPENSAÇÃO ENTRE O DESVIO DA INFLAÇÃO E O DESVIO DO PRODUTO

No modelo de controle ótimo desenvolvido, as metas não foram simultaneamente atingidas. Isto ficou claro na seção anterior, onde tanto a meta de inflação quanto a meta de produto não foram atingidas.

Quando os distúrbios estocásticos são desconsiderados, as metas são atingidas somente quando o número de variáveis na função de perda é igual ao número de variáveis de instrumento. O que não pode ocorrer no modelo desenvolvido, pois temos duas variáveis na função de perda (produto e inflação) e uma variável de instrumento (taxa de juros). Quando o banco central está no regime de metas flexível, onde tanto o produto quanto a inflação importam, o banco central tem que balancear os benefícios de se aproximar da meta de inflação contra os custos de distanciar o produto da meta do produto. Neste caso existem compensações entre o desvio da inflação e o desvio do produto. Para diminuir o desvio da

inflação é necessário compensar com aumento do desvio do produto. Por outro lado, para diminuir o desvio do produto é necessário compensar com aumento do desvio da inflação.

Tabela 12 - Compensação do Desvio do Produto e Desvio da Inflação

Países Industrializados

Meta: Crescimento de 2% do produto ao ano; e inflação de 2% ao ano

País	$\sum_{t=1}^{10} (\bar{Y}_t - Y_t^*)$	$\sum_{t=1}^{10} (\bar{\pi}_t - \pi_t^*)$
Reino Unido		
$\mu_{1,t} = 1 \quad \mu_{2,t} = 1$	-0,096	0,100
$\mu_{1,t} = 1 \quad \mu_{2,t} = 2$	-0,164	0,076
Diferença	-0,068	-0,024
Canadá		
$\mu_{1,t} = 1 \quad \mu_{2,t} = 1$	-0,460	0,976
$\mu_{1,t} = 1 \quad \mu_{2,t} = 2$	-0,774	0,822
Diferença	-0,313	-0,154
Nova Zelândia		
$\mu_{1,t} = 1 \quad \mu_{2,t} = 1$	-0,554	0,998
$\mu_{1,t} = 1 \quad \mu_{2,t} = 2$	-0,903	0,8125
Diferença	-0,349	-0,186
Suécia		
$\mu_{1,t} = 1 \quad \mu_{2,t} = 1$	-0,613	1,181
$\mu_{1,t} = 1 \quad \mu_{2,t} = 2$	-1,004	0,972
Diferença	-0,391	-0,210
Chile		
$\mu_{1,t} = 1 \quad \mu_{2,t} = 1$	-1,348	1,690
$\mu_{1,t} = 1 \quad \mu_{2,t} = 2$	-2,020	1,245
Diferença	-0,672	-0,446
Polônia		
$\mu_{1,t} = 1 \quad \mu_{2,t} = 1$	-2,168	1,735
$\mu_{1,t} = 1 \quad \mu_{2,t} = 2$	-2,953	1,102
Diferença	-0,785	-0,632
República Theca		
$\mu_{1,t} = 1 \quad \mu_{2,t} = 1$	-2,343	2,784
$\mu_{1,t} = 1 \quad \mu_{2,t} = 2$	-2,953	1,102
Diferença	-0,610	-1,682
Coréia		
$\mu_{1,t} = 1 \quad \mu_{2,t} = 1$	-0,687	1,250
$\mu_{1,t} = 1 \quad \mu_{2,t} = 2$	-1,122	1,020
Diferença	-0,435	-0,230

No modelo desenvolvido para o regime de metas, a compensação entre o desvio da inflação e desvio do produto é governada pelas pesos $\mu_{1,t}$ e $\mu_{2,t}$. Um vez calculado o desvio da inflação e o desvio do produto para $\mu_{1,t}=1$ e $\mu_{2,t}=1$ (Tabela 11), podemos simular um aumento do valor de $\mu_{2,t}$. O aumento do valor de $\mu_{2,t}$ significa que o banco central passa a dar maior peso a inflação.

A Tabela 12 apresenta para o grupo de países industrializados e para o grupo de países emergentes o somatório do desvio do produto e o somatório do desvio da inflação quando $\mu_{2,t}=1$ e quando $\mu_{2,t}=2$. Também nesta seção somente a parte determinística é levada em consideração. Os resultados da Tabela 12 confirmam os resultados da seção anterior. Mesmo quando o peso da inflação é maior, os países emergentes apresentam uma maior dificuldade de perseguir uma meta de crescimento do produto de 2 % ao ano e uma meta de inflação de 2 % ao ano. Em média, o somatório do desvio do produto e o somatório do desvio da inflação são maiores no grupo de países emergentes quando $\mu_{2,t}=2$.

A Tabela 12 também indica que existe uma compensação entre o desvio do produto e o desvio da inflação. Para diminuir o desvio da inflação é necessário compensar com um aumento do desvio do produto. No caso do Reino Unido, o somatório do desvio da inflação passou de 0.1 para 0.076, o que corresponde a uma diminuição de 0.024 ponto percentual. Em contrapartida, o somatório do desvio do produto no Reino Unido aumentou, em valor absoluto, de 0.096 para 0.164, o que corresponde a um aumento de 0.068 unidade (unidades do número índice para o PIB real). O mesmo comportamento é observado para os demais países.

Através da Figura do apêndice A também é possível observar a compensação entre o desvio do produto e o desvio da inflação. Para todos os países, a aproximação da trajetória da inflação ($\mu_{2,t}=2$) da meta é compensado pelo distanciamento da trajetória do produto ($\mu_{2,t}=2$) da meta.

Os resultados da Tabela 12 são plausíveis com o que é observado na prática. Quando o banco central está no regime de metas flexível, onde tanto o produto quanto a inflação

importam, o banco central tem que balancear os benefícios de se aproximar da meta de inflação contra os custos de distanciar o produto da meta do produto.

4.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise desenvolvida neste capítulo mostra que o modelo opera de forma consistente e que os resultados do modelo são importantes para a análise da aplicabilidade do regime de metas. Os resultados da parametrização do modelo indicaram que, quando o banco central escolhe a taxa de juros ótima de cada período, existe racionalidade em não apresentar medo de deixar flutuar o câmbio na presença de excesso de passivos em moeda estrangeira.

Isto é, não levando em consideração o grau de aversão e a capacidade de identificar a intensidade da desvalorização, o excesso de passivos em moeda estrangeira não consiste em uma restrição na condução da política monetária. Este resultado é importante porque entre as seis características dos países emergentes apresentadas no capítulo 2, o excesso de passivos em moeda estrangeira é a característica mais estrutural. Países emergentes são tipicamente absorvedores de poupança externa e possuem grande número de empresas que captam recurso no exterior. A parametrização do modelo indica que o regime de metas não deixa de ser atrativo em países que possuem excesso de passivos em moeda estrangeira.

Outro resultado que corrobora a posição anterior é que a aplicação do modelo para os oito países não identificou nenhuma diferença entre o grupo de países emergentes e o grupo de países industrializados na determinação da função de reação. O modelo não mostra uma correlação entre a sensibilidade da taxa de juros ótima e o fato do país pertencer ao grupo de países emergentes ou ao grupo de países desenvolvidos.

São duas as possíveis explicações para o resultado anterior. A primeira explicação sugere que a premissa de que os países emergentes são mais sujeitos a possíveis complicadores da política monetária seja falsa, pelo menos para os quatro países emergentes analisados. A segunda explicação, que independe da primeira explicação, sugere que as seis características apresentadas no capítulo 2 apresentam um papel secundário na determinação da taxa de juros ótima, cabendo ao impacto da taxa de juros na economia um papel primário. Para qualquer que seja a explicação, o modelo não foi capaz de identificar uma diferença na

condução da política monetária entre países emergentes e industrializados. Este resultado não corrobora a visão de que as características dos países emergentes implicam em restrições na condução da política monetária.

5 - CONCLUSÃO

Apesar do curto período de experiência com o regime de metas de inflação, o regime se popularizou nos países emergentes. Assim como nos países industrializados, o regime de metas de inflação surgiu como uma alternativa ao regime de câmbio fixo ao permitir uma substituição da âncora cambial pela âncora nominal da meta de inflação. Outro fator que contribuiu para a popularização do regime de metas foi a percepção que o regime é eficaz no controle da inflação.

Entretanto não existe unanimidade se, independentemente de ser adotado por países emergentes ou industrializados, o regime de metas permite uma maior flexibilização do câmbio e uma maior eficácia no controle da inflação. Em relação à eficácia existe a questão se o regime de metas é capaz de favorecer um menor *trade-off* entre inflação e produto agregado.

Quanto a maior flexibilização do câmbio, a questão que surge é se a combinação do regime de metas com a flexibilização do câmbio é viável nos países emergentes. Alguns economistas defendem que esta combinação está longe de ser uma panacéia para países emergentes. Basicamente estes economistas defendem que os países emergentes são muito sujeitos a choques externos.

Outra questão discutida é se o regime de metas é compatível com as características dos países emergentes. Segundo parte da literatura, existem características que quando combinadas com o regime de metas podem significar restrições na condução da política monetária. Isto é, na presença destas características, erros na definição da taxa de juros ótima podem significar custos em termos de desvio do produto e inflação.

O objetivo principal deste trabalho foi examinar a aplicabilidade do regime de metas nos países emergentes procurando responder duas perguntas: Quais são as características dos países emergentes que, quando combinadas com o regime de metas de inflação, significam restrições na condução da política monetária? Em termos operacionais, quais são as diferenças observadas na condução da política monetária nos países emergentes?

Para tanto o procedimento de análise foi a construção de um modelo de regra ótima que simula a escolha da taxa de juros ótima no regime de metas de inflação. A metodologia utilizada na solução do modelo foi a análise de controle ótimo. A análise de controle ótimo

mostrou-se bastante útil na questão relativa ao medo de deixar flutuar o câmbio nos países emergentes.

Os resultados indicaram que, quando o banco central escolhe a taxa de juros ótima para cada período, existe racionalidade em não apresentar medo de deixar flutuar o câmbio na presença de excesso de passivos em moeda estrangeira. O modelo indicou que a presença de excesso de passivos em moeda estrangeira não constitui uma restrição na condução da política monetária. Neste caso, um erro na condução da política monetária não significa grandes custos em termos de desvio de produto e inflação.

A parametrização também demonstrou que a falta de credibilidade do público na meta e o elevado *passthrough* são características que significam restrições na política monetária. Na presença destas duas características, o banco central não pode hesitar em aumentar a taxa de juros diante de distúrbios que comprometem a trajetória futura de inflação e produto. Um erro na condução da política monetária significa grandes custos em termos de desvio de produto e inflação.

Outro benefício da análise de controle ótimo adotada foi a possibilidade de utilizar a econometria para alimentar os parâmetros do modelo. Assim sendo, foi possível testar a existência de diferenças na escolha da taxa de juros ótima entre países emergentes e industrializados. O modelo de regra ótima foi aplicado para oito países, sendo quatro industrializados e quatro emergentes: Reino Unido, Canadá, Nova Zelândia, Suécia, Chile, Polônia, República Tcheca e Coreia.

Analisando cada país individualmente os resultados indicaram que não existe uma correlação entre as sensibilidades da taxa de juros ótima e o fato do país pertencer ao grupo de países industrializados ou emergentes. O modelo de otimização dinâmico não identificou nenhuma diferença entre o grupo de países emergentes e o grupo de países desenvolvidos na condução da política monetária.

Outro teste realizado foi o cálculo do desvio da inflação e do desvio do produto. Os resultados demonstraram que a capacidade de adaptação da economia a uma inflação baixa é pior no grupo de países emergentes. Este resultado já era esperado, pois o grupo de países emergentes é composto por países que não consolidaram um histórico de inflação baixa.

Apesar da parametrização do modelo indicar que o regime de metas é menos atrativo para países que apresentam elevado *passthrough* e baixa credibilidade da política monetária, estas características podem ser superadas como amadurecimento da política monetária. Por outro lado, o modelo indicou que o regime de metas não deixa de ser atrativo para países que apresentam excesso de passivos em moeda estrangeira. Isto é, o excesso de passivos em moeda estrangeira, que constitui uma característica estrutural, não representa um “complicador” para a política monetária.

Da mesma forma, os resultados não foram capazes de mostrar uma correlação entre a sensibilidade da taxa de juros ótima e o fato do país pertencer ao grupo de países emergentes ou ao grupo de países industrializados. Isto é, o modelo não foi capaz de identificar uma diferença, entre países emergentes e países industrializados, na condução da política monetária. Este resultado não corrobora a visão de que as características dos países emergentes implicam em restrições na condução da política monetária.

BIBLIOGRAFIA

Aghion, Philippe, Philippe Bachetta and Abijit Banerjee. 1999. "Capital Markets and Instability in Open Economies," unpublished manuscript, Study Center Gerzensee.

Ball, Laurence, N. Gregory Mankiw, and David Romer. 1988. "The New Keynesian Economics and the Output-Inflation Trade-off". *Brookings Papers on Economic Activity*: I, Brookings Institution: 1-65.

Bellman, Richard (1957). *Dynamic Programming*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey

Ball, Laurence. 1999. "Aggregate Demand and Long-Term Unemployment". *Brookings Papers on Economic Activity*, no. 2, 189-251.

Bulir, Ales, and Anne-Marie Gulde. 1995, "Inflation and Income Distribution: Further Evidence on Empirical Links," International Monetary Fund, *Working Paper 95/86*.

Calvo, Guillermo A., Reinhart, Carmen M. 2000, "Fear of Floating". Working Paper 7993. National Bureau of Economic Research.

Céspedes, L., R. Chang, and A. Velasco, 2000, "Balance Sheets and Exchange Rate Policy," NBER Working Paper No. 7840 (Cambridge, Massachusetts: National Bureau of Economic Research).

Céspedes, L., R. Chang, and A. Velasco, 2000, "Dollarization of Liabilities, Net Worth Effects and Optimal Monetary Policy," in *Preventing Crises in Emerging Markets*, ed. by J. Frankel and S. Edwards (Chicago:University of Chicago Press), pp. 559–91.

Chow, Gregory C. [1975]. *Analysis and Control of Dynamic Economic Systems*. New York: John Wiley & Sons

Clarida, Richard, Jordi Galí, and Mark Gertler, 1999, "The Science of Monetary Policy: A New Keynesian Perspective", *Journal of Economic Literature*, Vol.37 (4):1661-1707.

Clifton, Eric V., Hyginus Leon, and Chorng-Huey Wong. 2001. "Inflation Targeting and the Unemployment-Inflation Trade-off", IMF Policy Discussion Paper 01/166 (Washington:International Monetary Fund).

Eichengreen, Barry. 2002. "Can Emerging Markets Float? Should They Inflation Target?". Working Paper Series. Banco Central do Brasil: Brasília.

Fischer, Stanley. 1996. "Why are central banks pursuing long-run price stability?" In: Achieving Price stability. Federal Reserve Bank of Kansas City Symposium Series.

Fraga, Arminio., Goldfajn, Ilan., e Minella, André. 2003. "Inflation Targeting in Emerging Market Economies". Working Paper Series. Banco Central do Brasil: Brasília.

Freitas, P.S. e Muinhos, M. (2002): "A Simple Model for Inflation Targeting in Brazil." Working Paper Series. Banco Central do Brasil: Brasília.

Hutchison, M. M., and Carl E. Walsh. 1998. "The Output-Inflation Trade-off and Central Bank Reform: Evidence from New Zealand", *Economics Journal*, Vol. 108 : 703-25.

Krugman, Paul (2001), "Crises: The Next Generation," unpublished manuscript, Princeton University.

Kydland, Finn, Prescott, Edward. "Rules rather than discretion: the inconsistency of optimal plans". *Journal of Political Economy*, v 85, n. 3: 473-490, June 1977.

Masson, Paul R., Savastano, Miguel A., Sharma, Sunil. 1997 "The Scope for Inflation Targeting in Developing Countries" IMF Working Paper 97/130.

Mishkin, Frederic S. 2004, “Can Inflation Targeting Work in Emerging Market Countries”. Working Paper 10646. National Bureau of Economic Research.

Neto, José A. R., Araújo, Fábio, Moreira, Marta B. J. 2000, “Optimal Interest Rate Rules in Inflation Targeting Frameworks” Working Paper Series. Banco Central do Brasil: Brasília.

Posen, Adan. 1998. “Central Bank Independence and Disinflationary Credibility: A Missing Link?” *Oxford Economic Papers*, 50 : 335-359.

Rogoff, Kenneth. “The optimal degree of commitment to an intermediate monetary target”. *The Quarterly Journal of Economics*, p. 1.169-1.189, Nov. 1985.

Romer, David, 1996 [2001]. *Advanced Macroeconomics*. 2° ed. New York: McGraw-Hill.

Svensson, Lars E. O. 1997.”Inflation Forecast Targeting: Implementing and Monitoring Inflation Targets.” *European Economic Review* 41 (June): 1111-1146

APÊNDICE A - METODOLOGIA

Segundo Gregory C. Chow (1974), o problema de controle ótimo pode ser representado genericamente da seguinte forma:

$$E_0W = E_0 \sum_{t=1}^T (y_t - a_t)' K_t (y_t - a_t) \quad (17)$$

$$s.a. \quad y_t = A_t y_{t-1} + C_t x_t + b_t + u_t \quad (18)$$

Onde y_t é um vetor que inclui as variáveis endógenas correntes e defasadas e as variáveis de controle correntes e defasadas. E_0 no sentido que a função de perda tem como condição inicial o vetor y_0 .

A matriz K_t representa os pesos dados para cada variável na função de perda, isto é, representa as penalidades quando ocorre desvio da variável de sua meta. A matriz K_t é simétrica e, usualmente, diagonal. Os elementos da diagonal são zero para as variáveis defasadas, e positivos para as variáveis endógenas que são escolhidas para entrar na função de perda. Assim sendo, mesmo que o modelo econométrico apresente várias variáveis endógenas, somente algumas serão incluídas na função de perda. Somente as variáveis multiplicadas pelos elementos positivos da diagonal de K_t serão incluídas na função de perda.

O vetor a_t tem a mesma dimensão de y_t e inclui as metas de cada uma das variáveis presentes em y_t . Note que o vetor a_t não é constante no tempo, o que permite simular diferentes metas para cada período da otimização. No caso do vetor a_t , apenas as metas correspondentes às variáveis correntes são relevantes, pois as outras metas são multiplicadas pelos elementos de valor zero na diagonal da matriz K_t .

O vetor x_t inclui as variáveis de controle correntes. O vetor u_t é serialmente não correlacionado com média zero e matriz de covariância V . As variáveis exógenas do sistema que não sofrem influência das variáveis de controle são inclusas em b_t ou em u_t . Por hipótese, assume-se que as matrizes A_t , C_t , K_t e o vetor b_t sejam constantes no tempo.

Um ponto importante é que a função de perda (17) é sujeita a um sistema de equações em diferença de primeira-ordem (18). O principal motivo para representar o sistema de equações estocásticas na forma de um sistema em diferença de primeira-ordem é a simplificação do cálculo matemático.

Assim sendo, o primeiro passo para calcular a função de reação da taxa de juros é representar as equações (7), (8) e (9) da seção 3.2 de acordo com a notação do sistema em diferença de primeira-ordem apresentada na equação (18). Para tanto, o ponto de partida consiste em calcular a forma reduzida das equações (7), (8) e (9). O resultado das equações na forma reduzida é apresentado na Tabela 13.

Tabela 13 - Equações na forma reduzida

Equação	Variáveis Endógenas	Intercepto	Variáveis pré-determinadas			Controle
			Y_{t-1}	π_{t-1}	Δe_{t-1}	i_t
(7)	Y_t	α_0	α_1	0	α_3	α_2
(8)	π_t	$\beta_0 + \beta_2 \gamma_0 + \beta_3 \alpha_0$	$\beta_3 \alpha_1$	β_1	$\beta_2 \gamma_1 + \beta_3 \alpha_3$	$\beta_3 \alpha_2$
(9)	Δe_t	γ_0	0	0	γ_1	0

Após serem colocadas na forma reduzida, podemos representar o sistema de equações estocásticas na notação da equação (18). O sistema de equações estocásticas passa a ter a seguinte estrutura matricial:

$$\begin{bmatrix} Y_t \\ \pi_t \\ \Delta e_t \\ i_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_1 & 0 & \alpha_3 & 0 \\ \beta_3 \alpha_1 & \beta_1 & (\beta_2 \gamma_1 + \beta_3 \alpha_3) & 0 \\ 0 & 0 & \gamma_1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_{t-1} \\ \pi_{t-1} \\ \Delta e_{t-1} \\ i_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \alpha_2 \\ \beta_3 \alpha_2 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} [i_t] + \begin{bmatrix} \alpha_0 \\ \beta_0 + \beta_3 \alpha_0 + \beta_2 \gamma_0 \\ \gamma_0 \\ 0 \end{bmatrix} + u_t$$

$$y_t = A_t y_{t-1} + C_t x_t + b_t + u_t \quad (19)$$

4×1 4×4 4×1 4×1 1×1 4×1 4×1

Onde : $y_t = [Y_t \ \pi_t \ \Delta e_t \ i_t]'$

Agora as matrizes A_t e C_t e os valores do vetor b_t são conhecidos. O próximo passo consiste em definir os elementos da matriz K_t para que a função de perda (17) inclua somente a diferença do produto (Y) do produto potencial (Y^*) e a diferença da inflação (π) da meta de inflação (π^*).

Isso acontece quando:

$$K_t = \begin{bmatrix} \mu_{1,t} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \mu_{2,t} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad \text{e} \quad a_t = \begin{bmatrix} Y_t^* \\ \pi_t^* \\ \Delta e_t^* \\ i_t^* \end{bmatrix}$$

onde: $t = 1 \dots 10$ e $\mu_1 > 0$ e $\mu_2 > 0$

Com essas definições de K_t e a_t fica fácil demonstrar que a função de perda (17) corresponde à função de perda (6) da seção 3.2. Basta substituir a matriz K_t e o vetor a_t em (17) e multiplicar as matrizes para encontrar a função objeto (6). A matriz K_t constante no tempo significa que o banco central não altera a importância dada ao produto e a inflação durante os dez períodos, o que é uma hipótese bastante razoável. Já as metas escolhidas pelo banco central em cada período são representadas pelos vetores $a_{10}, a_9 \dots a_1$.

Uma vez conhecida as matrizes A_t, C_t e K_t e os vetores $b_t, a_{10}, a_9 \dots a_2$ e a_1 , podemos utilizar o método do Multiplicador de Lagrange para achar a função de reação da taxa de juros. Isto é, calcular as matrizes $G_{10}, G_9 \dots G_1$ e as matrizes $g_{10}, g_9 \dots g_1$ da função de reação (10) da seção 3.2.

MULTIPLICADOR DE LAGRANGE

Quando as equações do sistema são estocásticas a função de perda também se torna estocástica. Neste caso, o problema de controle ótimo pode ser decomposto num problema de controle ótimo estocástico e num problema de controle ótimo determinístico.

Se o objetivo fosse encontrar o “valor” da taxa de juros para cada um dos dez períodos, seria necessário aplicar separadamente o método de Lagrange no problema determinístico e no problema estocástico⁵. Como o objetivo é encontrar a função de reação da taxa de juros, a forma mais simples de calcular as matrizes $G_{10}, G_9 \dots G_1$ e as matrizes $g_{10}, g_9 \dots g_1$ é aplicando o Lagrangeano apenas no problema determinístico.

Levando em consideração apenas o problema de controle ótimo determinístico, o problema de regra ótima desenvolvido pode ser representado da seguinte forma:

$$W = \sum_{t=1}^{10} (\bar{y}_t - a_t)' K_t (\bar{y}_t - a_t) \quad (20)$$

$$s.a. \quad \bar{y}_t = A_t \bar{y}_{t-1} + C_t \bar{x}_t + b_t \quad (21)$$

$$\bar{y}_0 = y_0 \quad (22)$$

$$\text{Onde: } \bar{y}_t = \begin{bmatrix} \bar{Y}_t & \bar{\pi}_t & \Delta \bar{e}_t & \bar{i}_t \end{bmatrix}^T \quad \text{e } \bar{x}_t = \begin{bmatrix} \bar{i}_t \end{bmatrix}$$

A equação (21) é obtida definindo o vetor u_t da equação (18) igual a sua média zero. O uso das barras indica que se trata de matrizes do modelo determinístico.

Introduzindo o vetor λ_t e diferenciando a expressão Lagrangeana:

$$L_1 = \frac{1}{2} \sum_{t=1}^{10} (\bar{y}_t - a_t)' K_t (\bar{y}_t - a_t) - \sum_{t=1}^{10} \lambda_t' (\bar{y}_t - A_t \bar{y}_{t-1} - C_t \bar{x}_t - b_t) \quad (23)$$

⁵ Uma metodologia alternativa é o método de Bellman (1957) de programação dinâmica.

Obtemos as seguintes derivadas parciais:

$$\frac{\partial L_1}{\partial \bar{y}_t} = K_t(\bar{y}_t - a_t) - \lambda_t + A_{t+1}^T \lambda_{t+1} = 0 \quad (t = 1 \dots 10; \lambda_{11} = 0) \quad (24)$$

$$\frac{\partial L_1}{\partial \bar{x}_t} = C_t^T \lambda_t = 0 \quad (25)$$

$$\frac{\partial L_1}{\partial \bar{\lambda}_t} = -(\bar{y}_t - A_t \bar{y}_{t-1} - C_t \bar{x}_t - b_t) = 0 \quad (t = 1 \dots 10) \quad (26)$$

Note que apenas os vetores λ_t , \bar{x}_t e \bar{y}_t são desconhecidas, pois as matrizes A_t , C_t , K_t e os vetores b_t e a_t já foram definidos anteriormente. As matrizes A_t , C_t , K_t e o vetor b_t são constantes no tempo, enquanto a_t varia para $t=1$ até $t=10$.

Uma forma eficiente de resolver o sistema de equações (24), (25) e (26) é começar resolvendo para o período $t=10$ e repetir os quatro passos apresentados adiante para $t=9, 8 \dots 1$. Vamos inicialmente resolver o sistema para $t=10$.

O primeiro passo consiste em usar a equação (24) para expressar λ_{10} em função de \bar{y}_{10} . Para $\lambda_{11} = 0$ e usando a condição inicial $H_{10} = K_{10}$ e $h_{10} = K_{10}a_{10}$, ao isolar λ_{10} em (24) temos:

$$\lambda_{10} = K_{10} \bar{y}_{10} - K_{10}a_{10} + A_{11}^T \lambda_{11} = H_{10} \bar{y}_{10} - h_{10} \quad (27)$$

O segundo passo consiste achar \bar{x}_{10} em função de \bar{y}_9 . Para tanto, basta substituir as equações (26) e (27) em (25), e isolar \bar{x}_{10} . Substituindo (26) e (27) em (25), temos:

$$C_{10}^T \lambda_{10} = 0 = C_{10}^T (H_{10} \bar{y}_{10} - h_{10}) = C_{10}^T (H_{10} A_{10} \bar{y}_9 + H_{10} C_{10} \bar{x}_{10} + H_{10} b_{10} - h_{10}) \quad (28)$$

Ao isolar \bar{x}_{10} temos:

$$\bar{x}_{10} = G_{10} \bar{y}_9 + g_{10} \quad (29)$$

onde:

$$G_{10} = -(C_{10}^T H_{10} C_{10})^{-1} C_{10}^T H_{10} A_{10} \quad (30)$$

$$g_{10} = -(C_{10}^T H_{10} C_{10})^{-1} C_{10}^T (H_{10} b_{10} - h_{10}) \quad (31)$$

O terceiro passo consiste em expressar \bar{y}_{10} e λ_{10} em função de \bar{y}_9 . Inicialmente vamos expressar \bar{y}_{10} em função de \bar{y}_9 . Após substituir (29) em (26) e isolar \bar{y}_{10} , temos a expressão de \bar{y}_{10} em função de \bar{y}_9 :

$$\bar{y}_{10} = (A_{10} + C_{10} G_{10}) \bar{y}_9 + b_{10} + C_{10} g_{10} \quad (32)$$

O resultado (32) pode ser substituído em (27) para obter a expressão de λ_{10} em função de \bar{y}_9 :

$$\lambda_{10} = H_{10} (A_{10} + C_{10} G_{10}) \bar{y}_9 + H_{10} (b_{10} + C_{10} g_{10}) - h_{10} \quad (33)$$

Finalmente, o quarto passo consiste em achar uma expressão semelhante a (27) mas agora para λ_9 . Para tanto basta substituir a equação (33) na equação (24) defasada em um período. Após isolar λ_9 temos a seguinte expressão:

$$\lambda_9 = K_9 \bar{y}_9 - K_9 a_9 + A_{10}^T \lambda_{10} = H_9 \bar{y}_9 - h_9 \quad (34)$$

onde:

$$H_9 = K_9 + A_{10}^T H_{10} (A_{10} + C_{10} G_{10}) \quad (35)$$

$$h_9 = K_9 a_9 - A_{10}^T H_{10} (b_{10} + C_{10} g_{10}) + A_{10}^T h_{10} \quad (36)$$

Agora podemos repetir o procedimento desde a equação (29) até a equação (36) substituindo $t=10$ por $t=9$, e assim por diante.

Resumidamente, o problema de controle ótimo determinístico consiste em usar o par de equações (30) e (35) para calcular G_{10} e H_9 usando a condição inicial $K_{10}=H_{10}$. Em seguida, após substituir $t=10$ por $t=9$ nas equações (30) e (35), o mesmo par de equações é utilizado para calcular G_9 e H_8 . Conforme for substituindo $t=8$ até $t=1$ nas equações (30) e (35), obtemos as respectivas matrizes G_t e H_{t-1} . Neste caso, a ordem natural é calcular $G_{10}, H_9, G_9, H_8, \dots, H_1$ até G_1 .

Como $H_{10}=K_{10}$, usamos o par de equações (31) e (36) para obter g_{10} e h_9 usando a condição inicial $h_{10}=K_{10}a_{10}$. Em seguida, após substituir $t=10$ por $t=9$ nas equações (31) e (36), o mesmo par de equações é utilizado para calcular g_9 e h_8 . Conforme for substituindo $t=8$ até $t=1$ nas equações (31) e (36), obtemos as respectivas matrizes g_t e h_{t-1} . Neste caso, a ordem natural é calcular $g_{10}, h_9, g_9, h_8, \dots, h_1$ até g_1 .

CALCULO DA FUNÇÃO DE PERDA

Uma vez calculada a função de reação podemos utilizar a análise de controle ótimo para calcular o desvio da inflação e o desvio do produto. O desvio da inflação e o desvio do produto são calculados através da função de perda. O valor da função de perda representa os custos, em termos de desvio do produto e desvio de inflação, de não atingir as metas.

A função de perda determinística (37) pode ser calculada utilizando a solução do problema de controle ótimo (38). A parte determinística

$$W = \sum_{t=1}^{10} (\bar{y}_t - a_t)' K_t (\bar{y}_t - a_t) \quad (37)$$

é calculada utilizando a solução \bar{y}_t do problema de controle ótimo; que consiste,

$$\begin{aligned} \bar{y}_t &= A_t \bar{y}_{t-1} + C_t x_t + b_t \\ &= (A_t + C_t G_t) \bar{y}_{t-1} + C_t g_t + b_t \end{aligned} \quad (38)$$

A equação (38) é calculada inicialmente para o período $t=1$ usando a condição inicial $\bar{y}_0 = y_0$ e, em seguida, para os demais períodos até $t=10$.

APÊNDICE B – FIGURA DOS DESVIOS DETERMINÍSTICOS DO PRODUTO E DA INFLAÇÃO

Figura 1 - Trajetória ótima do produto e da inflação: países industrializados

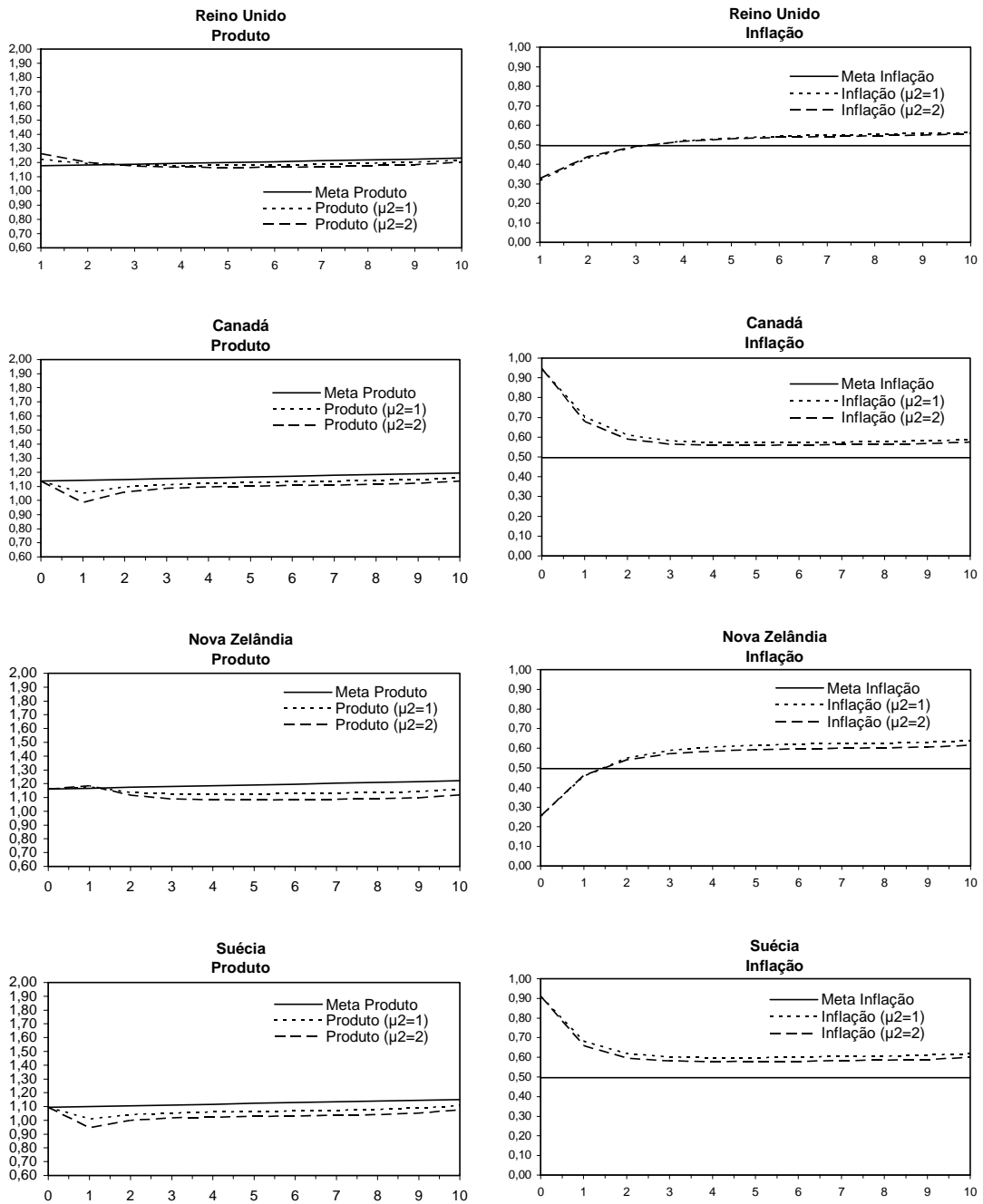


Figura 2 - Trajetória ótima do produto e da inflação: países emergentes

