# O Modelo de Bandas Cambiais e a Variabilidade da Taxa de Câmbio

*Fernando Seabra*

Prof. do Departamento de Economia da Universidade Federal de Santa Catarina

## RESUMO

*O objetivo deste estudo é discutir teoricamente e estabelecer formalmente o impacto de diferentes graus de flexibilidade do câmbio sobre a variabilidade cambial. Após uma revisão sobre a controvérsia entre câmbio fixo e flexível e as principais características de um regime de bandas, desenvolve-se um modelo simples de bandas cambiais. A partir de uma extensão do modelo de Krugman, enfatiza-se a relação com o modelo monetário com preços flexíveis, os procedimentos de solução e - especialmente - o impacto de diferentes regimes cambiais sobre a variabilidade da taxa de câmbio. O principal resultado, obtido da análise gráfica da trajetória da taxa de câmbio e de simulações numéricas, é que a variabilidade cambial é inversamente relacionada com o grau de rigidez do câmbio.*

## PALAVRAS-CHAVE

*bandas cambiais, variabilidade cambial, modelos de taxa de câmbio*

## ABSTRACT

*The aim of this paper is to discuss and formally derive the effect of different exchange rate regimes on exchange rate variability. After a short survey about the controversy between flexible and fixed exchange rate regimes and the main features of a target zone regime, we develop a simple target zone model. Based on an extension of Krugman's model, the focus is on the relationship with the monetary model with flexible prices, the solution procedure and - most importantly - the impact on exchange rate variability. The main result, which is obtained by evaluating the path of the exchange rate and based on numeric simulations, is that exchange rate variability changes inversely with the degree of exchange rate rigidity.*

## KEY WORDS

*target zones, exchange rate variability, exchange rate models*

## *INTRODUÇÃO*

A instabilidade cambial do regime de câmbio flexível - predominantemente adotado na década de 70 - e a falta de autonomia monetária do regime de câmbio fixo experimentada durante os anos do acordo de Bretton Woods levaram diversos países a adotar regimes cambiais híbridos. Entre eles destaca-se o regime de bandas cambiais, que estabelece limites prefixados entre os quais a taxa de câmbio pode variar livremente. Um dos principais exemplos do regime de bandas é o Sistema Monetário Europeu (SME), o qual tem obtido significativos resultados no sentido de redução da instabilidade e de convergência das taxas de inflação dos países membros (ver, por exemplo, NIELSEN, HEINRICH & HANSEN, 1991). O Brasil adotou, também recentemente, o regime de bandas como parte fundamental de seu programa de estabilização.[1]

O objetivo deste estudo é discutir teoricamente e estabelecer formalmente o impacto de diferentes graus de flexibilidade do câmbio sobre a variabilidade cambial. A ênfase no debate e o desenvolvimento do modelo são dados no contexto de um regime de bandas, em função da experiência brasileira recente. O restante deste estudo está organizado como segue. Na seção 1 revisam-se as principais implicações dos regimes de câmbio fixo e flexível e discutem-se as características do regime de bandas cambiais. Na seção 2 desenvolve-se um modelo simples de bandas cambiais com ênfase no resultado sobre a variabilidade cambial. Por fim, resumem-se os principais resultados e apresentam-se algumas conclusões.

## *1. A QUESTÃO DA ESCOLHA DO REGIME CAMBIAL*

Muito do debate a respeito da escolha do regime cambial está relacionado com o *trade-off* entre estabilidade cambial e autonomia monetária. Friedman (1953), em pleno apogeu do regime de câmbio fixo preconizado pelo acordo de Bretton Woods, advogava as vantagens do câmbio flexível em termos de eficiência e de rapidez de ajustamento. Por outro lado, a experiência de câmbio flutuante durante os anos 70 mostrou índices sem precedentes de instabilidade cambial. A terceira opção, representada pelo regime de bandas cambiais, combina algumas das vantagens e desvantagens do regime de câmbio fixo e do regime de câmbio flexível.

1 O regime cambial no primeiro período do Plano Real (Jul/94-Fev/95) pode ser caracterizado como de banda unilateral ou regime de 'meia-banda', uma vez que o Banco Central estabelecia apenas um limite máximo da cotação do dólar. A partir de Mar/95, o Banco Central adota um regime de bandas bilaterais, fixando um teto e um piso para a flutuação da Taxa de Câmbio.

### *1.1 Câmbio Fixo versus Câmbio Flexível: A Controvérsia Revisitada*

A literatura a respeito das vantagens e desvantagens do regime de câmbio fixo e do regime de câmbio flexível é, sem dúvida, bastante extensa. Entre as resenhas sobre o assunto destacam-se, no âmbito internacional, Wickham (1985), Flood, Bhandari e Horne (1989) e Krugman e Obstfeld (1991), e com ênfase sobre as implicações na economia brasileira, Souza (1991) e Zini Jr. (1996). O objetivo desta seção não é apresentar mais uma revisão extensiva sobre o tema, mas destacar os principais prós e contras de cada regime de forma sintética, focalizando especialmente os efeitos de política econômica.

O sistema monetário internacional pode ser caracterizado por três fases distintas nos últimos 50 anos. O sistema de Bretton Woods (1947-73) estabelecia um regime de taxas de câmbio fixas entre o dólar e as moedas dos demais países desenvolvidos e um preço fixo do ouro em termos de dólar. Este sistema, embora tenha alcançado êxito quanto ao incremento das trocas internacionais e estabilidade monetária nas décadas de 50 e 60, foi abandonado em 1973 por pressão dos países europeus. Os déficits orçamentários e a política monetária expansionista dos Estados Unidos no final dos anos 60 ocasionaram a fuga de capitais daqueles ativos remunerados em dólar e o aumento da inflação nos Estados Unidos e Europa. Os países europeus,[2] com a intenção de não mais importar a inflação americana por meio do regime de taxas de câmbio fixas, decidem abandonar o sistema de Bretton Woods e optar por um regime de câmbio flutuante. Os Estados Unidos decidem também desvincular o dólar do ouro e ganham maior autonomia monetária. O período de 1973 até meados da década de 80 é marcado pela hegemonia do regime flexível entre os países desenvolvidos. Contudo, o excesso de volatilidade registrado neste período tem levado um número crescente de países a optar por regimes intermediários, como a taxa de câmbio administrada e regimes cooperativos. Este período (de meados dos anos 80 até o presente) pode ser caracterizado como uma volta aos regimes cambiais mais rígidos.

#### 1.1.1 Regime de Câmbio Fixo

Exemplos bem conhecidos de regime de taxa de câmbio fixo são o padrão-ouro (vigente no período entre 1880 e a primeira Guerra Mundial) e o regime implementado pelo acordo de Bretton Woods. O estudo dos regimes de câmbio

2 Por exemplo, a inflação aumenta de 4,1% aa no triênio 1967-1969 para 7,7% aa no triênio 1970-1972, e na Alemanha de 2,1% aa para 4,7% aa.

fixo não advém simplesmente do interesse pela análise da história recente do sistema financeiro internacional, mas principalmente porque: (i) o sistema atual - que pode ser genericamente definido como flutuante administrado - é, na verdade, um regime híbrido entre taxas de câmbio flutuantes e taxas de câmbio fixas; (ii) muitos países em desenvolvimento ainda optam por fixar suas moedas em relação ao dólar ou a uma cesta de moedas estrangeiras; (iii) os regimes de cooperação cambial (e.g. SME) herdam importantes propriedades do regime de câmbio fixo.

A manutenção do câmbio fixo exige que o Banco Central negocie qualquer quantidade de moeda estrangeira pela taxa de câmbio fixada. Se o Banco Central não ajusta o excesso de demanda ou excesso de oferta pela intervenção no mercado, a taxa de câmbio terá que variar para restabelecer o equilíbrio no mercado de ativos. Portanto, o Banco Central consegue manter a taxa de câmbio fixa apenas quando efetivamente compromete sua política com a manutenção do equilíbrio no mercado de ativos. Além disso, a credibilidade de um regime de taxa de câmbio fixa depende do valor das reservas cambiais que o Banco Central dispõe para intervir no mercado. Um baixo nível de reservas torna o regime mais vulnerável a um saque especulativo e faz com que a probabilidade de uma desvalorização cambial seja mais alta.

O Quadro 1 resume as principais propriedades dos regimes de câmbio fixo e flexível. Um resultado importante da rigidez do câmbio, sob as hipóteses de economia pequena e mobilidade perfeita de capital, é a perda de independência monetária. Por exemplo, o aumento da liquidez doméstica por meio da compra de títulos no mercado aberto reduz juros internos, aumenta a fuga de capitais e provoca uma redução do estoque de reservas internacionais, na mesma magnitude do aumento inicial de liquidez, o que mantém a oferta de moeda inalterada.[3]

Uma outra característica pertinente ao regime de câmbio fixo é a assimetria, ou seja, a existência de um país central (aquele em relação ao qual os demais países fixam suas taxas de câmbio). O país central fornece a âncora nominal para os demais, que pode ser a paridade do ouro - caso dos Estados Unidos durante o sistema de Bretton Woods - ou a oferta monetária - caso da Alemanha no SME. Embora não haja consenso a respeito das razões que fazem com que surja a assimetria em um regime de câmbio fixo (ver GIOVANNINI, 1989), na prática a existência de um país central, que dita a âncora cambial e influencia decisivamente o valor da taxa de câmbio, é evidente.

3 É importante ressaltar que se a hipótese de economia pequena ou de perfeita mobilidade de capital não é imposta, o resultado de perda da independência da política monetária não mais se verifica (ver GIOVANNINI, 1989).

Um último argumento diz respeito à estabilidade do câmbio. Se, por um lado, em um regime de câmbio fixo a taxa de câmbio rígida não atua como mecanismo de ajuste a choques de demanda, por outro, ela garante maior estabilidade no mercado de moeda estrangeira. A estabilidade da taxa de câmbio, sob a hipótese de que os agentes econômicos são avessos ao risco, tem efeitos positivos sobre o comércio internacional, o nível de investimento e o produto de uma nação.(DE GRAWE, 1992)

*QUADRO 1 - PROPRIEDADES DOS REGIMES DE CÂMBIO FIXO E CÂMBIO FLEXÍVEL*

| Regime | Independência da Política Monetária | Disciplina Monetária | Taxa de Câmbio como Elemento de Ajuste | Instabilidade no Mercado Cambial | Simetria |
|---|---|---|---|---|---|
| Câmbio Fixo | Não | Sim | Não | Não | Não |
| Câmbio Flexível | Sim | Não | Sim | Sim | Sim |

1.1.2 Regime de Câmbio Flexível

A principal característica do regime de câmbio flexível é a não intervenção do Banco Central no mercado de moeda estrangeira. A taxa de câmbio é, então, determinada pela oferta e demanda de moeda estrangeira. Grande parte das vantagens atribuídas à liberdade do câmbio são devidas, ainda hoje, aos argumentos de Friedman (1953). As vantagens (e desvantagens) do câmbio flexível estão intimamente ligadas àquelas do regime de câmbio fixo (como mostra o Quadro 1) e podem ser resumidas como sendo:

**(i) Autonomia da política monetária**. Com taxas de câmbio flexíveis, o Banco Central não tem que intervir no mercado para assegurar a manutenção de uma taxa de câmbio fixa, podendo perseguir outros objetivos além da estabilidade do câmbio. Neste sentido, a oferta monetária torna-se um instrumento de política econômica independente. O custo que pode advir desta autonomia é a falta de disciplina do Banco Central na condução da política monetária.

**(ii) Taxa de câmbio estabiliza o mercado**. Uma vez que a taxa de câmbio pode variar sem restrição, choques de demanda tendem a ser esterilizados rapidamente. Este ajustamento imediato do valor da taxa de câmbio - refletindo novas condições de mercado - ajudaria a manter o equilíbrio interno bem como reduziria os desequilíbrios no balanço de pagamentos. Por outro lado, a flexibilidade da taxa de câmbio para responder a choques aumenta a instabilidade cambial.

**(iii) Simetria**. Sob o regime de câmbio livre desapareceria o papel do país central e os países recuperariam, na medida de sua influência econômica, o poder de determinar o preço de suas moedas em relação às moedas estrangeiras.

*1.2 O Regime de Bandas*

Um regime de bandas cambiais pode ser definido como sendo um intervalo dentro do qual o Banco Central está comprometido em manter a taxa de câmbio nominal. Embora na prática adote-se banda superior e banda inferior (por isso, regime de bandas - no plural), um regime cambial pode estabelecer apenas uma banda ou um limite para a taxa de câmbio. Tanto o padrão-ouro como o sistema de Bretton Woods estabeleciam bandas bilaterais entre as quais a taxa de câmbio podia variar. No entanto, a amplitude destas bandas era tão estreita que, na prática, se considera estes regimes como sendo de câmbio fixo.[4] O exemplo mais conhecido de regime de bandas cambiais é o do Sistema Monetário Europeu (SME). O objetivo do SME, instaurado em 1979, foi o de criar uma área de estabilidade monetária na Europa, baseada na cooperação monetária e na coordenação da política cambial. Com este intuito, foi criado um mecanismo de coordenação cambial segundo o qual as taxas de câmbio de cada país membro não podem exceder limites determinados em torno de um valor central predefinido. Este valor central da taxa de câmbio refere-se, no caso do SME, à cotação da moeda doméstica em relação ao valor de uma cesta de moedas (compostas pelos países membros do acordo).[5] O fato do SME ser resultado de um acordo entre diversos países em que a moeda referência é escolhida dentro dos países participantes caracteriza este regime de bandas como multilateral. Já os regimes de bandas da Suécia, que fixa os limites de

4 O regime de padrão-ouro e o sistema de Bretton Woods estabeleciam, respectivamente, uma variação em torno da paridade central (por exemplo, do Franco Francês/US$) de 0,6% e 1,0%.

5 A unidade monetária européia (chamada ECU), resultante da ponderação do valor das moedas européias participantes do EMS, fornece o valor de referência para o estabelecimento dos limites das bandas.

variação da coroa sueca em relação ao marco alemão, e do Brasil, que fixa as cotações limites do dólar sem qualquer acordo cambial com os Estados Unidos, são exemplos de regimes de bandas cambiais unilaterais.

O regime de bandas cambiais é, por natureza, uma estrutura teórica geral, que permite, por exemplo, que seja tratado como um regime flexível, se as bandas forem suficientemente amplas, ou como um regime de câmbio fixo, se as bandas forem suficientemente estreitas. Neste sentido, a caracterização de um regime de bandas e a determinação de seu funcionamento requerem algumas definições, que são expostas a seguir.[6]

**(i) Dimensão da banda**. A amplitude das bandas cambiais depende do grau de flexibilidade da política monetária desejado pelo Banco Central. O *trade-off* entre credibilidade antiinflacionária, resultante da rigidez do câmbio, e a margem de manobra de política monetária devem ser avaliados no estabelecimento da dimensão da banda. Em termos gerais, em um regime de bandas busca-se um resultado que seja uma combinação entre o regime puramente flexível e o câmbio fixo. Em outras palavras, as bandas não devem ser tão estreitas a ponto de não permitir alguma flexibilidade da política monetária, nem tão amplas que não imponham limites à ação desta política monetária.

**(ii) Realinhamentos da banda.** O estabelecimento de limites entre os quais a taxa de câmbio pode variar resulta, ao longo do tempo, em desalinhamentos reais, ou seja, em mudanças na competitividade entre os países, na medida em que os choques atingem, de forma não idêntica, a economia doméstica e a economia externa. Deste modo, é necessário que as bandas sejam revistas e restabelecidas, refletindo as mudanças nos fundamentos. A periodicidade com que as bandas são reavaliadas depende do grau de homogeneidade entre os países envolvidos.

Dada a necessidade de realinhamentos periódicos nas bandas, outra questão a considerar é se o realinhamento segue uma regra ou é feito discricionariamente. Uma regra evita surpresas e diminui a incerteza, porém pode gerar expectativas inflacionárias uma vez que se sabe que o Banco Central irá alterar as bandas, depreciando a moeda quando, por exemplo, a taxa de câmbio se aproxima do limite superior da banda. A discricionaridade tem sido mais adotada na prática, porque quebra a expectativa de alteração dos limites cambiais e porque pode expressar de forma mais adequada mudanças nos fundamentos (uma regra preestabelecida não necessariamente irá refletir as variações nos fundamentos).

6 A importância destas características de regime de bandas é também destacada em ZINI JR (1996).

**(iii) Intervenção marginal ou intramargem**. O Banco Central pode intervir apenas quando a taxa de câmbio atinge o limite da banda ou intervir ainda no interior da banda. O argumento pela intervenção marginal, adotado em grande parte dos modelos teóricos de bandas cambiais (e.g. KRUGMAN, 1988), decorre do fato de que a expectativa de intervenção na margem tem um efeito estabilizante sobre a taxa de câmbio para valores de $e_t$ ainda no interior das bandas. A intervenção intramargem tem sido defendida como uma forma de evitar ataques especulativos sobre prováveis mudanças nos limites das bandas ou mesmo ruptura do regime (i.e., o país não resistiria à pressão por desvalorização da taxa de câmbio e adotaria um regime flutuante).

Por fim, pode-se afirmar que a escolha do regime cambial é uma decisão com implicações de política econômica. Há um nítido *trade-off* entre estabilidade cambial e independência de política monetária envolvendo a opção por um regime de câmbio fixo ou flexível. O regime de bandas cambiais, por sua vez, pode ser considerado como um regime intermediário. A questão sobre se um determinado regime de bandas cambiais está mais próximo do regime de câmbio fixo ou do regime de câmbio flexível depende da dimensão das bandas (i.e., quanto mais amplas, mais próximas do câmbio flexível). Porém, a experiência recente indica que os regimes de bandas cambiais estão mais para o regime de câmbio fixo do que para o regime de câmbio flexível. Isto se justifica pelo fato de que quando os países optam por um regime de bandas cambiais seus objetivos são a estabilidade do câmbio e dos preços, que é conferida pela austeridade monetária do país central desde que as bandas sejam suficientemente estreitas de modo a evitar que o país doméstico (ou o país não-central) seja tentado a manter uma política monetária ativa.[7]

## *2. UM MODELO DE BANDAS CAMBIAIS*

O tratamento formal da noção do funcionamento do regime de bandas foi decisivamente influenciado pelo trabalho de Krugman (1988).[8] A principal contribuição de Krugman (1988) foi mostrar a trajetória da taxa de câmbio no interior da banda quando os agentes econômicos acreditam que o governo tem

7 Em nov/96 as bandas do Sistema Monetário Europeu e as bandas do Sistema Cambial Brasileiro eram, respectivamente, 2,25% e 4,4%, o que pode ser considerado como sendo bandas estreitas.

8 Este artigo foi primeiramente divulgado na forma de texto para discussão (KRUGMAN, 1988) e publicado apenas três mais tarde (KRUGMAN, 1991).

condições de defender a banda. De um modo geral, os modelos de regime de bandas podem ser divididos em duas categorias. Primeiro, aqueles em que os agentes atribuem credibilidade perfeita ao regime cambial e assumem que o governo está comprometido em defender a banda, ajustando sua política monetária para obter tal intenção. A perda de credibilidade, neste caso, implica o fim do regime de bandas e a adoção de uma taxa de câmbio flutuante. Segundo, aqueles em que se assume que os agentes atribuem credibilidade imperfeita ao regime de bandas. A credibilidade, neste caso, diz respeito à habilidade e à capacidade de o governo, a partir de variações na taxa de câmbio, defender a banda original ou realinhar o câmbio e estabelecer novos limites para as bandas.

O modelo apresentado abaixo é uma versão do modelo de Krugman (1988) e difere deste devido à ênfase dada à ligação com o modelo monetário com preços flexíveis e à determinação da taxa de câmbio no regime da bandas e, sobretudo, aos efeitos do regime de bandas sobre a variabilidade da taxa de câmbio. Além disso, procura-se abordar com mais detalhes os procedimentos de solução do modelo.

### *2.1 Características Gerais de um Modelo de Determinação da Taxa de Câmbio*

O ponto de partida para o entendimento do funcionamento do regime de bandas cambiais é o modelo monetário com preços flexíveis. A justificativa para se adotar um modelo com câmbio flutuante como suporte teórico é que no regime de bandas, quando a taxa de câmbio encontra-se no interior das bandas, ela é relativamente flexível e a política monetária goza de alguma autonomia. No caso de intervenção na margem, somente quando a taxa de câmbio atinge o limite da banda é que a política monetária é endógena e regulatória no sentido de garantir a manutenção da banda.

O modelo monetário com preços flexíveis é uma das mais importantes e influentes abordagens de determinação da taxa de câmbio e pode ser visto como uma extensão da teoria quantitativa da moeda para o caso de uma economia aberta.[9] Além das hipóteses de flexibilidade dos preços (inclusive da taxa de câmbio) e perfeita mobilidade de capital, assume-se que o produto real doméstico é exogenamente determinado.

9 Uma das principais contribuições para a construção do modelo monetário de determinação da taxa de câmbio foi dada por FRENKEL (1976).

O modelo monetário de determinação da taxa de câmbio, em tempo contínuo, pode ser descrito pelas seguintes equações (onde as letras minúsculas significam que as variáveis estão expressas em logaritmos).

$$m_t^d - p_t = \alpha\bar{y} - \beta i_t - v_t \quad (1)$$

$$\bar{R}_t = e_t - p_t + p_t^* \quad (2)$$

$$E[de / \Omega_t] / dt = i_t - i_t^* \quad (3)$$

$$m_t^d = m_t^s \quad (4)$$

A equação (1) descreve a função demanda real de moeda, dada por $(m^d\text{-}p)$, onde $m^d$ é a demanda nominal de moeda e $p$ é o nível de preços domésticos, a qual depende diretamente do nível de produto ( $\bar{y}$ ) e inversamente da taxa de juros doméstica ($i$) e do choque aleatório de demanda por moeda ($v$). A equação (2) assume que a taxa real de câmbio ($R$) é constante[10] e dada pela PPP (paridade de poder de compra), isto é, todo diferencial de incremento de preços internos ($p$) e externos ( $p^*$ ) é totalmente compensado por variações na taxa nominal de câmbio ($e$), onde $e$ é expressa em unidades de moeda doméstica por unidade de moeda estrangeira.[11] A paridade descoberta da taxa de juros está expressa na equação (3), onde a expectativa de depreciação da moeda doméstica, condicionada pelo conjunto de informações disponíveis no tempo t ($\Omega_t$), é dada pelo diferencial entre a taxa de juros doméstica ($i$) e a taxa de juros internacional ( $i^*$ ). Por fim, a equação (4) estabelece equilíbrio no mercado monetário, isto é, a oferta de moeda ( $m_t^s$ ) é igual à demanda de moeda. Este é um modelo com 4 equações e 4 variáveis

10 Para simplificar a solução e sem perda de poder de generalidade assume-se que a taxa real de câmbio é igual à unidade.

11 Esta definição é adotada ao longo de todo este estudo, de modo que um aumento da taxa de câmbio significa uma desvalorização da moeda doméstica. Além disso, o termo taxa de câmbio é usado neste trabalho como sinônimo de taxa nominal de câmbio. Sempre que se fizer referência à taxa real de câmbio, isto será feito explicitamente.

endógenas ($e$, $i$, $p$ e $m^d$), onde $\bar{y}$, $p^*$, $i^*$ e $m^s$ são variáveis exógenas. Note que a oferta monetária se caracteriza como um instrumento de política econômica, uma vez que o câmbio é flutuante.

O modelo pode ser resolvido para o valor de $e_t$, substituindo-se as equações (2), (3) e (4) na equação (1), o que resulta em:

$$m_t^s - e_t - p_t^* = \alpha\bar{y} - \beta\{i_t^* + E[de/\Omega_t]/dt\} - v_t$$
$$e_t = \{m_t^s - p_t^* - \alpha\bar{y} + \beta i_t^* + \beta E[de/\Omega_t]/dt + v_t\} \quad (5)$$

A equação (5) sintetiza a determinação da taxa de câmbio de acordo com o modelo monetário com preços flexíveis. Observe que um aumento da oferta monetária, uma elevação dos juros internacionais e um choque na demanda de moeda ($v_t$) têm como efeito um aumento (ou depreciação) da taxa de câmbio. Por outro lado, o aumento do produto doméstico e dos preços externos resultam na apreciação da taxa de câmbio. Para explicar o processo de ajustamento, tome-se por exemplo o caso de um aumento do produto. O crescimento do produto de um país, tudo o mais constante, aumenta a demanda por moeda doméstica (em detrimento da moeda estrangeira), o que resulta na diminuição do preço da moeda estrangeira em termos de moeda nacional, ou seja, o valor de $e_t$ diminui. Por fim, um resultado interessante é que um aumento no diferencial entre a taxa de juros doméstica e internacional, na equação (5), expressa pela expectativa de depreciação, resulta no aumento da taxa nominal de câmbio (i.e. $\partial e_t / \partial(i_t - i_t^*) = \partial e_t / \partial(E[de/\Omega_t]) > 0$). A intuição deste resultado decorre da hipótese de que o diferencial entre as taxas de juros expressa diferenças nas expectativas inflacionárias. Por exemplo, um aumento da oferta de moeda doméstica resulta em elevação da taxa de câmbio (ou desvalorização da moeda doméstica) e - via antecipação de inflação futura - em aumento da inflação corrente. Em função disto, os juros nominais correntes também se elevam, estabelecendo uma relação direta entre taxa de juros e taxa de câmbio.[12]

12 Este resultado contrasta com aquele obtido em um modelo keynesiano de economia aberta com livre mobilidade de capital (i.e., o modelo Mundell-Fleming). Naquele contexto, as hipóteses de preços rígidos e regime de câmbio futuante fazem com que um aumento de liquidez resulte em aumento da taxa de câmbio e redução da taxa de juros.

Pode-se definir, de acordo com Krugman (1988), o valor da taxa de câmbio como sendo determinado por dois componentes: fundamentos e expectativas em relação a valores futuros da taxa de câmbio. Neste contexto, os fundamentos são aqueles conjunto de variáveis estruturais e de política econômica que determinam a taxa de câmbio corrente. Assim, define-se os fundamentos como $f_t \equiv m_t^s + v_t + [\beta i^* - \alpha\bar{y} - p^*]$, e a equação (5) pode ser reescrita como:

$$e_t = f_t + \beta E[de / \Omega_t] / dt \qquad (5')$$

Portanto, a taxa de câmbio corrente ($e_t$) depende dos fundamentos[13] ($f$) e da expectativa de depreciação da moeda doméstica ($E[de/\Omega_t]$). Note que a taxa de juros internacional ($i^*$), o nível de produto ($\bar{y}$) e o nível de preços externos ($p^*$) são variáveis exógenas e, por hipótese, constantes no tempo relevante de análise, e que oferta de moeda ($m_t^s$) é uma variável autônoma (sob controle do governo). Por outro lado, assume-se que o choque aleatório sobre a demanda de moeda ($v_t$) é puramente estocástico e segue um caminho aleatório contínuo, ou seja, um movimento browniano sem tendência,[14] dado por:

$$dv = \sigma dZ \qquad (6)$$

onde σ é o desvio padrão de mudanças em $v$ e $dZ$ é o incremento de um movimento browniano padrão (ou um processo de Wiener), o qual satisfaz as seguintes condições: $E[dZ]=0$ *e* $Var[dZ] = dt$.

13 Observe que os fundamentos são todos os determinantes da taxa de câmbio que não aqueles decorrentes de fatores especulativos sobre a taxa de câmbio futura. Estes últimos são incorporados por E[de/Ωt], ou seja, pela variação esperada da taxa de câmbio futura condicionada pela informação relevante disponível (Ωt). O valor dos fundamentos é medido na mesma unidade de $m^s$, ou seja, em unidades monetárias.

14 O movimento browniano com tendência pode ser descrito por $dv = \mu dt + \sigma dZ$, onde μ é a tendência do movimento aleatório de $v$ ao longo do tempo. Para uma revisão sobre movimento browniano ver HARRISON (1985). A hipótese de que $v$ é nulo simplifica a análise sem efeitos qualitativos para a interpretação. Esta hipótese é adotada no modelo teórico de KRUGMAN (1988) e em grande parte das simulações numéricas que assumem uma trajetória de movimento browniano para variáveis exógenas (ver, por exemplo, DIXIT, 1989).

*2.2 A Imposição das Bandas e a Solução para a Taxa de Câmbio*

O modelo acima, sumariado pelas equações (5') e (6), descreve como a taxa nominal de câmbio varia em função dos fundamentos e da expectativa de depreciação da moeda doméstica. Sob o regime de câmbio flexível, a expectativa de depreciação é zero, uma vez que todo e qualquer choque sobre os fundamentos imediatamente repercute sobre a taxa de câmbio. Neste sentido, a oferta monetária é totalmente exógena, podendo ser estabelecida de forma independente de qualquer objetivo cambial.

No caso de um regime de bandas, por outro lado, a expectativa de variação da taxa de câmbio não é zero, pois os agentes econômicos sabem que o governo está comprometido em defender a zona cambial por meio da política monetária. No presente modelo assume-se, por simplicidade, que a intervenção ocorre na margem, isto é, quando a taxa de câmbio atinge o limite da banda. Assim, o Banco Central reduz a oferta monetária quando a taxa de câmbio atinge o limite máximo da banda cambial e aumenta quando esta cai ao limite mínimo da banda cambial. O processo de ajustamento é de fácil compreensão e decorre da hipótese de livre mobilidade de capital. No caso da retração monetária, a conseqüência é a elevação das taxas de juros e a atração de capitais internacionais. O excesso de divisas estrangeiras no mercado doméstico pressiona para baixo a taxa de câmbio, fazendo com esta se mantenha no interior da zona cambial. Além da hipótese de intervenção na margem, assume-se que a zona cambial possui credibilidade perfeita; i.e., os agentes econômicos acreditam que as bandas permanecerão fixas enquanto $e_t$ permanecer no interior da banda.[15]

Para facilitar a solução da trajetória da taxa de câmbio sob a hipótese de regime de bandas é importante notar que, como expresso na equação (5'), a taxa de câmbio é uma função dos fundamentos. Assumindo-se, assim, que $e_t$ é uma função monotônica de $f_t$, pode-se encontrar os limites da banda, não apenas em função de $e_t$, mas também em termos de $f_t$. Isto é, se $e_t = g(f_t)$ e o regime de bandas estabelece que $e^i \leq e_t \leq e^s$ onde $e^i$ é o limite inferior da banda cambial e $e^s$ é o limite superior da banda cambial,[16] existe $f^i$ e $f^s$ tal que $e^i = g(f^i)$ e $e^s = g(f^s)$. Para estabelecer, portanto, as fontes de variações dos fundamentos, diferencia-se a definição de $f_t$, o que resulta em:

15 A possibilidade de colapso do regime de bandas e a adoção de um regime de câmbio flexível são analisadas, sucintamente, em KRUGMAN (1988) e com mais detalhe, por exemplo, por MILLER & SUTHERLAND (1992).

16 Assume-se que a banda é simétrica, isto é, $e^i$ e $e^s$ representam variações porcentuais da mesma magnitude, para baixo e para cima, respectivamente, em relação a um valor central.

$$df \equiv dv + dm = \sigma dZ + dm \qquad (7)$$

Observe que o papel da política monetária é, no limite, compensar os efeitos de um choque aleatório sobre a velocidade da moeda. Mais precisamente, $dm > 0$ quando $f_t \leq f^i$ e $dm < 0$ quando $f_t \geq f^s$. Porém, a oferta monetária é exógena e constante[17] quando os fundamentos encontram-se no interior da banda; i.e., $dm = 0$ quando $f^i < f_t < f^s$. Isto ratifica a idéia de que no interior da banda o regime funciona semelhante ao de câmbio flexível; isto é, a política monetária não é apenas um instrumento de ajuste para garantir a zona cambial. Obviamente, no entanto, a política monetária será menos (mais) independente quanto menor (maior) for a amplitude das bandas.

O próximo passo é encontrar $E[de]$, que é, dado que se conhece β, o que se precisa para calcular a diferença entre $e_t$ e $f_t$ (ver equação 5'). Tendo em vista que a taxa de câmbio foi definida como $e_t = g(f_t)$, e que, portanto, a taxa de câmbio bem como os fundamentos são afetados pelo comportamento aleatório de $v_t$, $E[de]$ pode ser obtido pela aplicação do lema de Itô,[18] o que resulta na seguinte equação diferencial:

$$de = g'(f)df + \frac{1}{2}g''(f)(df)^2 + t.o.s. \qquad (8)$$

onde t.o.s. significa termos de ordem superior. Aplicando-se o operador de expectativas na equação (8) e substituindo a hipótese de caminho aleatório contínuo (equação 6), tem-se o seguinte resultado:

$$E[de] = g'(f)E[\sigma dZ] + \frac{1}{2}g''(f)E[\sigma dZ]^2$$

Dado que $E[dZ] = 0$, $Var[dZ] \equiv E[dZ]^2 = dt$ e que $dt^2$ tende a zero para variações infinitesimais de $t$, obtém-se:

17 A hipótese de que a oferta monetária é constante, isto é, $dm = 0$, é uma simplificação, que significa, na verdade, que no interior da banda a oferta monetária é exógena e independente de qualquer objetivo de controle de câmbio.

18 O lema de Itô é uma propriedade básica do cálculo estocástico. Para uma revisão dentro do contexto da teoria econômica, ver PINDYCK (1991).

$$E[de]/dt = \frac{1}{2} g''(f)\sigma^2 \tag{9}$$

Substituindo este resultado na equação reduzida da taxa de câmbio (equação 5'), vem que:

$$e_t = g(f) = f_t + \beta[\frac{1}{2} g''(f)\sigma^2] \tag{10}$$

A solução geral desta equação diferencial não-homogênea de segunda ordem, detalhada no Apêndice A, é a seguinte:

$$e_t = g(f) = f_t + A_1 \exp[r_1 f_t] + A_2 \exp[r_2 f_t] \tag{11}$$

onde $r_1 > 0$ e $r_2 < 0$ são raízes da equação característica da equação diferencial e $A_1$ e $A_2$ são constantes a serem determinadas.

2.2.1 Condição Limite: A Condição de '*Smooth-Pasting*'

Para encontrar os valores de $A_1$ e $A_2$ - essenciais para caracterizar o tipo de solução - deve-se acrescentar uma condição limite especial denominada *smooth-pasting*. Esta condição exige que $g'(f^s) = 0$ quando $e_t$ for igual a $e^s = g(f^s)$; isto é, quando a taxa de câmbio atinge o limite superior da banda. De forma análoga, quando a taxa de câmbio atinge o limite inferior da banda; i.e., quando $e_t$ for igual a $e^i = g(f^i)$, exige-se que $g'(f^i) = 0$.

No presente caso, então, a condição de *smooth-pasting* expressa um requerimento de arbitragem eficiente,[19] ou seja, o governo não intervém antes da taxa de câmbio atingir o limite da banda, mas sim no exato momento em que ela é atingida. Se a solução fosse uma trajetória que cortasse, por exemplo, o limite superior da banda,

19 Uma tentativa de explicar a intuição da condição de *smooth-pasting*, em um contexto diferente do aqui discutido, é apresentada por KRUGMAN (1989) quando este analisa o modelo de investimento de DIXIT (1989).

variações nos fundamentos que levassem ao rompimento da banda teriam de ser compensadas por intervenções que deslocassem a trajetória da taxa de câmbio. Este salto de $e_t$ permitiria lucros infinitos (em mercados futuros), ferindo, assim, a condição de arbitragem. Deste modo, a trajetória da taxa de câmbio deve ser tangente ao valor do limite da banda quando a taxa de câmbio tende ao limite da banda.

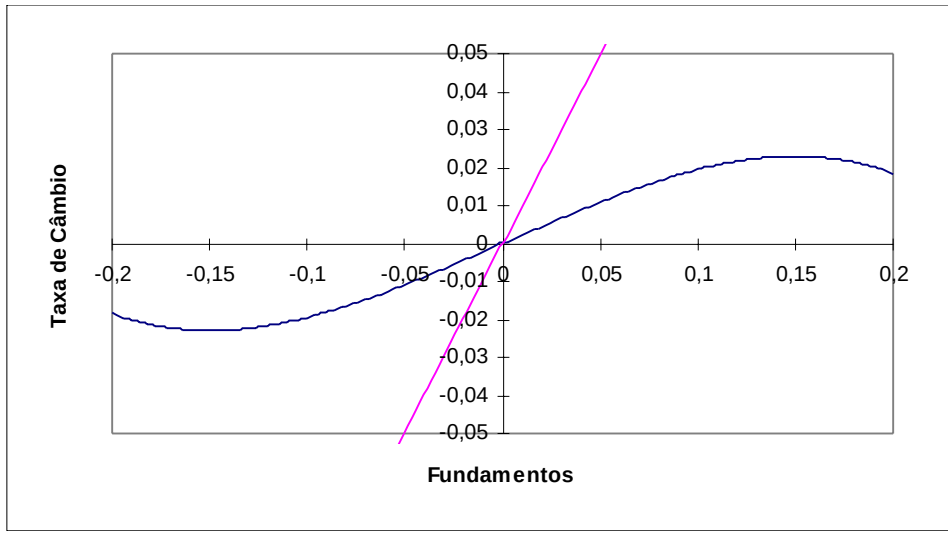
As duas condições de *smooth-pasting* - limite superior ( $f^s$ ) e inferior ( $f^i$ ) - aplicadas na equação (11) resultam em duas equações com duas incógnitas, $A_1$ e $A_2$, as quais são facilmente obtidas como função dos parâmetros ($\beta$ e $\sigma$) e dos limites dos fundamentos ( $f^s$ ) e ( $f^i$ ). Os detalhes desta solução estão no Apêndice B.

### 2.2.2 A Trajetória da Taxa de Câmbio no Regime de Bandas

A equação (11) e as condições de *smooth-pasting* permitem que se escreva a taxa de câmbio em função apenas dos fundamentos e de parâmetros (Apêndice B). A relação funcional obtida entre $e_t$ e $f_t$ é claramente não-linear. Para se obter a trajetória específica da taxa de câmbio pode-se recorrer a simulações numéricas. Os detalhes desta simulação estão no Apêndice B e a trajetória resultante de $e_t$ em relação a $f_t$ está plotada na Figura 1, onde a taxa de câmbio é medida no eixo vertical e os fundamentos no eixo horizontal.

A curva em forma de 'S' é a função taxa de câmbio no regime de bandas. A interpretação deste resultado é facilitada pela comparação com o caso da taxa de câmbio puramente flexível. Note que se $e_t$ pode variar livremente, a expectativa de depreciação futura da moeda doméstica é zero. A intuição para isto é que todo choque que atinge os fundamentos (no caso, variações em $v_t$) repercute sobre a taxa de câmbio sem qualquer restrição. Neste caso, pela equação (5), tem-se que $e_t = f_t$. Assim, a reta de 45º na Figura 1 descreve a trajetória da taxa de câmbio sob o regime flexível. Com base nisto, pode-se destacar os principais resultados do caso do regime de bandas.

*FIGURA 1 - TRAJETÓRIA DA TAXA DE CÂMBIO SOB REGIME DE BANDAS E REGIME DE CÂMBIO FLEXÍVEL*




O mais importante resultado da imposição de bandas é o que Krugman (1988) denomina de efeito lua-de-mel. Observe que, no interior da banda, o efeito de uma variação nos fundamentos sobre a taxa de câmbio é direto e menos do que proporcional no caso do regime de bandas (curva 'S'), e direto e proporcional (1:1) no caso do regime de câmbio flexível (reta de 45º). A razão para a declividade da curva 'S' ser menor do que a unidade está na criação de expectativas de depreciação da moeda. Observe que quanto mais próxima estiver a taxa de câmbio corrente, por exemplo, do limite máximo da banda, maior é a probabilidade de intervenção do Banco Central para defender a banda. No limite, quando $f_t = f^s$ e $e_t = e^s$, os agentes econômicos reconhecem que haverá uma contração monetária, no sentido de valorizar a moeda doméstica e trazer a taxa de câmbio de volta para o interior da banda. No mercado de câmbio, no entanto, a expectativa futura de apreciação traduz-se em uma taxa de câmbio mais baixa (ou apreciada) já no período corrente. Isto explica por que a taxa de câmbio não é igual ao valor do fundamento para qualquer valor de $f_t$ diferente de zero. Um choque nos fundamentos tem, portanto, um efeito menor sobre a taxa de câmbio no regime de bandas do que no regime de câmbio flexível devido à probabilidade positiva de que o Banco Central deverá intervir para defender a manutenção das bandas.[20] O efeito lua-de-mel é válido também quando a taxa de câmbio se aproxima do limite inferior da banda, e a análise é análoga.

20 A declividade menor do que um da função taxa de câmbio no regime de bandas implica que a amplitude da banda cambial é menor do que a amplitude correspondente dos fundamentos. Na simulação numérica, a banda cambial de 2,3% em relação ao valor central da taxa de câmbio corresponde a uma banda dos fundamentos de 15% em relação ao valor central dos fundamentos.

Um outro resultado que merece destaque é o fato de que o grau de resposta da taxa de câmbio a variações nos fundamentos é declinante à medida que $e_t$ se aproxima dos limites das bandas, sendo totalmente insensível a mudanças em $f_t$ quando a taxa de câmbio alcança o limite superior ou inferior da banda. Este resultado decorre da condição de '*smooth-pasting*' apresentada na seção anterior e pode ser intuitivamente justificado como segue. Suponha que o valor aleatório do fundamento seja tal que a taxa de câmbio corrente esteja infinitamente próxima de $e^s$. Neste caso, a probabilidade de que haja intervenção, por meio de uma contração monetária (queda de $m_t^s$) que devolva $e_t$ para o interior da banda, é igual a 1.

Deste modo, tem-se um salto (não contínuo) em $m_t^s$ e, logo, na expectativa de variação dos fundamentos. Por outro lado, não pode haver qualquer salto no valor da expectativa de variação da taxa de câmbio em função da condição de arbitragem. Assim, uma vez que no limite da banda $f_t$ salta descontinuamente e $e_t$ varia de forma contínua, a taxa de câmbio é insensível a mudanças nos fundamentos quando $e_t \to e^s$ (e de forma análoga, quando $e_t \to e^i$).

### *2.3 Regime de Bandas e a Variabilidade da Taxa de Câmbio*

Como visto na seção anterior, a imposição de um regime de bandas produz um efeito estabilizador da taxa de câmbio em relação ao caso de um regime de câmbio flexível. Isto se deve ao fato de que o impacto sobre a taxa de câmbio, decorrente de uma variação nos fundamentos, é menor no regime de bandas do que no regime de câmbio livre. Pode-se demonstrar o resultado da redução da volatilidade cambial no regime de bandas pelo cálculo do desvio padrão da variação da taxa de câmbio. Para tanto, deve-se observar que a taxa de câmbio é uma função dos fundamentos e que, no interior da banda, a única força que atua sobre $f_t$ são os choques aleatórios em $v_t$ (pois $dm = 0$). Assim, os fundamentos e, por conseguinte, a taxa de câmbio seguem um caminho aleatório contínuo (movimento browniano sem tendência). Logo, a trajetória de $e_t$, no interior da banda, pode ser descrita por:

$$de = \sigma_e(f)dZ \qquad (12)$$

onde $\sigma_e$ é o desvio padrão do incremento da taxa de câmbio, o qual depende do valor dos fundamentos. As principais características estatísticas (média e variância) desta trajetória são as seguintes:

A média é dada a partir da equação (8)

$$E[de]/dt = \frac{1}{2} g''(f)\sigma^2$$

E a variância é:

$$VAR[de] = [g'(f)]^2 VAR[df] + \frac{1}{4}[g''(f)]^2 VAR[(df)^2]$$

Substituindo $df = \sigma dZ$ e notando que $VAR[dZ^2] = 0$, tem-se:

$$VAR[de] = [g'(f)]^2 \sigma^2$$

Assim, o desvio padrão é dado por:

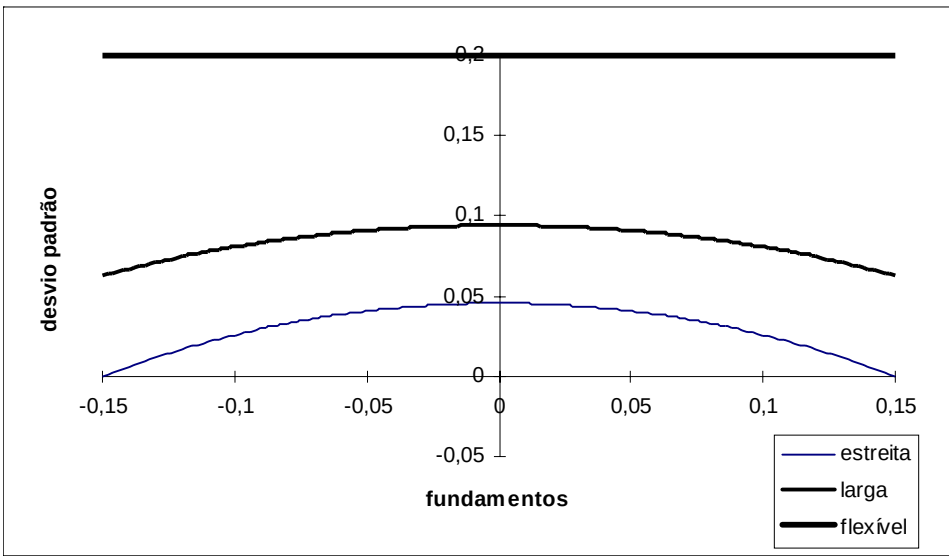
$$\sigma_e = g'(f)\sigma \qquad (13)$$

A volatilidade do incremento da taxa de câmbio ($\sigma_e$) depende, então, do valor dos fundamentos ($f$) e da volatilidade do incremento dos fundamentos ($\sigma$). Para se calcular $\sigma_e$, obtém-se $g'(f)$ a partir da equação (11) e procede-se, então, a simulações numéricas. Para caracterizar a influência da banda cambial sobre a volatilidade cambial consideram-se o regime de câmbio flexível e dois exemplos de regime de bandas: bandas estreitas, que se referem ao caso descrito na Figura 1 (onde $f^i = -0{,}15$ e $f^s = 0{,}15$), e bandas largas, onde se estabelece $f^i = -0{,}25$ e $f^s = 0{,}25$. Todos os demais parâmetros assumem os mesmos valores que na simulação anterior (ver Apêndice B).

Os resultados da simulação numérica para o desvio padrão do incremento da taxa de câmbio estão descritos na Figura 2. Note que quando a taxa de câmbio pode flutuar livremente $g'(f) = 1$, e, portanto, a volatilidade do câmbio é igual à volatilidade dos fundamentos. Isto é conseqüência de que $e_t = f_t$ sob o regime de câmbio flexível. Além disso, a variabilidade cambial é constante e independente do valor dos fundamentos, pois qualquer que seja o choque nos fundamentos a repercussão sobre a taxa de câmbio é integral, no sentido que não há intervenção ou expectativa de intervenção para minimizar os efeitos. Com relação à volatilidade cambial sob o regime de bandas, pode-se observar que o tipo de trajetória é semelhante tanto para o caso de bandas estreitas como para o caso de bandas largas. Quando o valor dos fundamentos está próximo de zero, ou seja, quando o

choque em $f_t$ não afastou $e_t$ para muito longe do valor central, a variabilidade cambial é alta. Isto reflete o fato de que quando a taxa de câmbio está longe dos limites da banda a política monetária mantém maior grau de independência e $e_t$ varia sem que haja necessidade de intervenção. Contudo, à medida que o valor dos fundamentos se aproxima de um dos extremos da banda, a variabilidade cambial diminui; não porque o Banco Central intervém, mas sim devido à crescente expectativa de intervenção. Por exemplo, quando $f_t \rightarrow f^s$, cresce a expectativa de apreciação da taxa de câmbio (i.e., $E[de/\Omega_t]$ é negativa), fazendo com que o impacto de variações nos fundamentos seja pouco refletido na taxa de câmbio.[21]

*FIGURA 2 - VOLATILIDADE CAMBIAL SOB REGIME DE CÂMBIO FLEXÍVEL E REGIME DE BANDAS*




A comparação entre os dois regimes de bandas cambiais e o regime de câmbio flexível permite ainda afirmar que, para qualquer valor dos fundamentos, a volatilidade cambial é maior quanto maior é a flexibilidade atribuída ao câmbio. Assim, a variabilidade cambial em um regime de bandas estreitas é menor do que em um regime de bandas largas, e menor neste último em relação ao regime de câmbio flexível.

21 Em termos da equação (5'), na região próxima ao limite superior da banda, aumentos de $f_t$ serão compensados por valores negativos crescentes de $E[de/\Omega_t]$, fazendo com que o efeito sobre $e_t$ seja reduzido.

Por fim, é importante salientar que o efeito estabilizador da taxa de câmbio decorrente do regime de bandas não é obtido sem custo. De acordo com Svensson (1991), o Banco Central obtém a redução da volatilidade do câmbio a expensas de um aumento da volatilidade da taxa de juros. A intuição para isto é que quando a taxa de câmbio aproxima-se do limite da banda há uma expectativa crescente de intervenção: contração monetária, no caso da banda superior; e expansão monetária, no caso da banda inferior. A expectativa de uma maior variabilidade da oferta monetária aumenta a variabilidade esperada da taxa de juros e também, por conseqüência de um processo de expectativas racionais, a variabilidade corrente da taxa de juros.[22]

## *CONCLUSÃO*

A escolha de um regime cambial tem, sem dúvida, importantes implicações de política econômica. Neste estudo, dá-se ênfase aos efeitos do regime de bandas cambiais, uma vez que este modelo representa uma alternativa de crescente popularidade na prática e com uma estrutura teórica distinta da controvérsia entre câmbio fixo e flexível.

Inicialmente, discutem-se as principais vantagens e desvantagens dos dois regimes extremos de taxa de câmbio (fixo *versus* flexível) e apresentam-se as características gerais de um modelo de bandas cambiais. Na seção seguinte apresenta-se um modelo simples de bandas cambiais, o que pode ser visto como uma extensão do trabalho de Krugman (1988). O principal resultado é que a instabilidade cambial aumenta diretamente com o grau de flexibilidade da taxa de câmbio. Este resultado é intuído a partir da análise gráfica da trajetória da taxa de câmbio (como em KRUGMAN, 1988) e também com base em simulações numéricas. Assim, a variabilidade cambial não só é menor em um regime de bandas em relação ao regime de câmbio flutuante, mas também é menor em um regime de bandas estreitas em relação a um regime de bandas largas.

---

22 Em termos mais formais, tem-se o seguinte. A partir da paridade ampliada da taxa de juros.

$$i_t = i^* + E[de / \Omega_t] / dt$$

Substituindo a equação (5') na expressão acima, notando que $e_t = g(f_t)$ e aplicando o operador de variância, obtém-se:

$$Var\ (i_t) = 0 + \frac{1}{\beta} Var\ [\, g(f_t) - f_t\,]$$

o que resulta em: $Var(i_t) = 0$ sob o regime da câmbio flexível, pois $g(f_t) = f_t$; e $Var\ (i_t) = \frac{1}{\beta^2} Var\ [\, g(f_t) - f_t\,] > 0$ sob o regime de bandas cambiais.

Quanto a implicações de política econômica, pode-se atribuir à opção do regime de bandas cambiais, além da vantagem de fornecer uma âncora monetária, a qualidade de reduzir a instabilidade cambial. Contudo, a administração de um regime de bandas cambiais não deve permitir que a taxa de câmbio corrente desvie-se, de modo significativo e duradouro, dos fundamentos ou da taxa de câmbio de equilíbrio. O regime de bandas deve ser entendido como um regime com limites fixos, mas ajustáveis, de modo que os desalinhamentos sejam evitado e que, portanto, o regime goze de credibilidade.

## *APÊNDICE A*

O objetivo é resolver a equação de determinação da taxa de câmbio em função dos fundamentos (equação 10), a qual é descrita como a seguinte equação diferencial não-homogênea de segunda ordem:

$$\frac{1}{2}\sigma^2\beta g''(f_t) - g(f_t) = -f_t \qquad \text{(A1)}$$

Para resolver a parte homogênea desta função, escreve-se a função complementar como:

$$\frac{1}{2}\sigma^2\beta g''(f_t) - g(f_t) = 0 \qquad \text{(A2)}$$

A solução é dada pelo cálculo das raízes da equação característica ($r^2 + a_1 r + a_2 = 0$), onde $r$ é obtido pela seguinte tentativa de solução $g(f) = A\ exp[rf]$. Logo, por substituição, tem-se:

$$\frac{1}{2}\sigma^2\beta r^2 - 1 = 0$$

onde as raízes são, portanto:

$$r_1 = +\frac{\sqrt{2\beta\sigma^2}}{\beta\sigma^2} > 0$$

$$r_2 = -\frac{\sqrt{2\beta\sigma^2}}{\beta\sigma^2} < 0$$

Logo, a função complementar é dada por:

$$g_c(f) = A_1 \exp[r_1 f_t] + A_2 \exp[r_2 f_t] \qquad \text{(A3)}$$

Para se obter a integral particular, supõe-se a solução $g(f_t) = k(f_t)$, o que resulta na seguinte expressão (por substituição na equação A1):

$0 - k = -f_t$
$k = f_t$

A integral particular é, então, dada por:

$$g_p(f) = f_t \qquad \text{(A4)}$$

A solução geral, dada por $g_c(f)$ mais $g_p(f)$, é a seguinte:

$$e_t = g(f) = f_t + A_1 \exp[r_1 f_t] + A_2 \exp[r_2 f_t] \qquad \text{(A5)}$$

ou seja, a equação (11).

## *APÊNDICE B*

A trajetória da taxa de câmbio no regime de bandas é determinada pela equação (11)

$$e_t = g(f) = f_t + A_1 \exp[r_1 f_t] + A_2 \exp[r_2 f_t] \qquad \text{(11)}$$

e pelas condições de *smooth-pasting*. Aplicando estas condições ( $g'(f^i) = g'(f^s) = 0$ ) na equação (11) obtêm-se duas equações em função de $A_1$ e $A_2$, as quais, resolvidas, levam ao seguinte resultado:

$$A_1 = \frac{r_2 \exp[r_2 f^i] - r_2 \exp[r_2 f^s]}{r_1 r_2 \exp[r_1 f^i + r_2 f^s] - r_1 r_2 \exp[r_1 f^s + r_2 f^i]} \quad \text{(B1)}$$

$$A_2 = \frac{r_1 \exp[r_1 f^s] - r_1 \exp[r_1 f^i]}{r_1 r_2 \exp[r_1 f^i + r_2 f^s] - r_1 r_2 \exp[r_1 f^s + r_2 f^i]} \quad \text{(B2)}$$

Note ainda, como obtido no Apêndice A, que:

$$r_1 = +\frac{\sqrt{2\beta\sigma^2}}{\beta\sigma^2} > 0$$

$$r_2 = -\frac{\sqrt{2\beta\sigma^2}}{\beta\sigma^2} < 0$$

Assim, $e_t$ depende da elasticidade dos encaixes reais de moeda em relação à taxa de juros (β), da variância instantânea do choque de velocidade ($\sigma^2$) e dos valores arbitrários da banda ( $f^i$ e $f^s$ ). Para efeito da simulação numérica, adota-se: $\beta = 2$, i.e., a demanda por moeda é elástica em relação a variações no juro nominal; $\sigma^2 = 0{,}0025$, i.e., o desvio padrão do choque é 5% ao ano e 10% em 4 anos, uma vez que o desvio padrão aumenta com a raiz quadrada de *t*. Além disso, assume-se que os limites da banda cambial são tais que o Banco Central intervém quando os fundamentos variam 15% para cima ou para baixo do valor central, ou seja, $f^i = -0{,}15$ e $f^s = 0{,}15$. Substituindo estes valores arbitrários na equação (11) e fazendo o valor dos fundamentos ( $f_t$ ) variar dentro de uma larga faixa, obtém-se a trajetória da taxa de câmbio em função do valor dos fundamentos descrita na **Figura 1.** Observe que quando $f_t = f^i = -0{,}15$ e $f_t = f^s = 0{,}15$ obtêm-se os limites correspondentes da banda cambial, que são, respectivamente, $e^i = -0{,}023$ e $e^s = 0{,}023$. Isto é, a taxa de câmbio pode variar até 2,3% para cima ou para baixo em relação a um valor central. Por fim, cabe ressaltar que a trajetória da taxa de câmbio obtida pela simulação não é afetada qualitativamente pela escolha dos valores dos parâmetros.

## *REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

DIXIT, Avinash. Entry and exit decisions under uncertainty. *Journal of Political Economy,* v. 97, n. 3, p. 620-38, 1989.

FLOOD, R.; BHANDARI, J.; & HORNE, J. *Evolution of exchange rate regimes*. Washington, D.C.: International Monetary Fund, 1989.

FRENKEL, Jacob A. A monetary approach to the exchange rate: doctrinal aspects and empirical evidence. *Scandinavian Journal of Economics,* v. 78, n. 2, p. 200-24, 1976.

FRIEDMAN, Milton. The case for flexible exchange rates. *In*: *Essays in positive economics*. Chicago: University of Chicago Press, 1953, p. 157-203.

GIOVANNINI, Alberto. How do fixed-exchange-rate regimes work? Evidence from the gold standard, Bretton Woods and the SEM. *In*: MILLER, M., EICHENGREEN, B. & PORTES, R. (eds.), *Blueprints for exchange rate management*. New York: Academic Press and CEPR, 1989.

DE GRAWE, Paul. *The economics of monetary integration*. Oxford: Oxford University Press, 1992.

HARRISON, J. M. *Brownian motion and stochastic flow systems*. New York: John Wiley and Sons, 1985.

KRUGMAN, Paul. Target zones and exchange rate dynamics. *NBER Working Paper*, n. 2841, 1988.

_____. Target zones and exchange rate dynamics. *Quaterly Journal of Economics*, 106, p. 669-82, 1991.

MILLER, Marcus & SUTHERLAND, Alan. Britain's return to gold and entry into the EMS: joining conditions and credibility. *In*: KRUGMAN, P. & MILLER, M. (eds.), *Exchange rate targets and currency bands*. Cambridge: Cambridge University Press, 1991, p. 82-106.

NIELSEN, Jorgen, HEINRICH, Hans & HANSEN, Jorgen. *An economic analysis of the EC*. London: McGraw-Hill, 1991.

PINDYCK, Robert. Irreversibility, uncertainty, and investment. *Journal of Economic Literature*, 29, p. 1110-1148, 1991.

SOUZA, Francisco Eduardo P. O regime de câmbio flutuante numa etapa de transição. *Análise Econômica*, v. 9, n. 15, p. 59-78, março 1991.

SVENSSON, Lars E. O. Target zones and interest rate variability. *Journal of International Economics,* 31, p. 27-54, 1991.

WICKHAM, Peter. The choice of exchange rate regime in developing countries: a survey of the literature. *IMF Staff Papers*, v. 32, n. 2, p. 248-88, 1985.

WILLIAMSON, John. Exchange rate management. *Economic Journal*, 103, p. 188-197, 1993.

ZINI JR., Álvaro Antônio. Política cambial com liberdade ao câmbio. *In*: BAUMANN, Renato (org.), *O Brasil e a economia global*. Rio de Janeiro: Campus, 1996.

O autor agradece o apoio financeiro, dado ao Projeto nº 521339/95-2, pelo CNPq, do qual originou este artigo.

(Recebido em abril de 1997. Aceito para publicação em fevereiro de 1998).