

Uma Calibragem do Modelo de Krugman–Flood–Garber Para o Caso Brasileiro*

ALOÍSIO ARAUJO^{†,‡}
TOMÁS BRISOLA[§]

Sumário

1. Introdução	435
2. O Modelo de Krugman–Flood–Garber	441
3. Calibragem	445
4. A Flexibilização Cambial no Brasil em janeiro de 1999	447
5. Considerações finais	450

Palavras-chave

Ataque especulativo, crise cambial, calibração

JEL Codes

F30

Resumo · Abstract

Este artigo tem como objetivo realizar uma calibragem do modelo Krugman–Flood–Garber para o caso brasileiro, em um contexto em que o país vendia suas reservas para financiar déficit fiscais. O exercício aqui proposto possibilitou com que antecipássemos a ocorrência do ataque especulativo de 1999 com alta probabilidade.

1. Introdução

Crises do Balanço de Pagamentos acontecem frequentemente quando o governo de um país decide intervir sistematicamente no mercado cambial, com o objetivo de controlar, de alguma maneira, o valor doméstico das moedas internacionais. Como é de conhecimento teórico e prático, qualquer regime de intervenção, seja ele fixação simples, estabelecimento de bandas de flutuação ou desvalorização administrada, está sujeito a limitações em seu alcance ou duração. Se o governo tentar evitar uma depreciação da moeda local, está limitado pela quantidade de reservas internacionais que possui e sua capacidade de endividamento (ver literatura citada a seguir). Se desejar conter uma apreciação, poderá engendrar um aumento substancial dos meios de pagamento, com eventuais consequências inflacionárias ou pressão sobre a dívida pública, via operações de mercado aberto que esterilizem as intervenções no mercado de câmbio.

*Este artigo é uma versão atualizada de um manuscrito originalmente escrito em 1997. Em particular, o modelo econômico, a calibração e as simulações são idênticas as do ensaio original. Este estudo foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código Financeiro 001.

[†]Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA). Estrada Dona Castorina, 110, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22460-320, Brasil.  000-0001-5633-6994

[‡]Fundação Getulio Vargas, Escola Brasileira de Economia e Finanças (FGV/EPGE). Praia de Botafogo, 190, 11º andar, Botafogo, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22250-900, Brasil.

[§]Bahia Asset Management. Praça Pio X, 98, 10º andar, Centro, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20091-040, Brasil.  0000-0003-1842-877X

 aloisioaraujo@gmail.com  tomas@bahiaasset.com.br

Ao longo da década de 90, presenciamos várias crises cambiais: a crise no sistema de bandas europeu (ERM) em 1992–1993; a crise Mexicana e suas consequências para a América Latina em 1994–1995; a crise asiática, iniciada em julho de 1997 com a desvalorização do baht tailandês; a crise russa em agosto de 1998; e a crise brasileira em 1999. A cada rodada de problemas, fatos novos surgem como determinantes desses eventos, e os economistas tentam sempre incorporá-los à sua análise, levando a uma evolução teórica considerável nessa área recentemente. Até a eclosão da crise asiática, existiam basicamente duas maneiras de se abordar crises no Balanço de Pagamentos: (i) o modelo canônico de Krugman (1979) e Flood e Garber (1984), com ênfase em desequilíbrios nos fundamentos econômicos; e (ii) os modelos da assim chamada segunda geração, como Obstfeld (1994) e Sachs, Tornell, e Velascos (1996), que ressaltam o papel ativo do governo e a possibilidade de múltiplos equilíbrios no mercado de câmbio.

A partir de junho de 1997 teve início um período de cerca de vinte meses em que três movimentos distintos de crise tiveram lugar. As características bastante distintas dos problemas do Sudeste Asiático, Rússia e Brasil, assim como a importância desses movimentos para a economia mundial, proporcionaram um campo fértil para a pesquisa econômica. Dentre os avanços da literatura, devemos destacar os modelos que chamam a atenção para a questão do perigo moral (*moral hazard*) para intermediários financeiros apresentados por Krugman (1998/1999) e Corsetti, Pesenti, e Roubini (1999). Paralelamente, surgiram diversas teorias que tentam explicar a razão da ocorrência simultânea de crises cambiais, o chamado contágio de problemas de um país para outro, como exposto, por exemplo, em Masson (1998, 1999). Expomos abaixo as duas linhas metodológicas básicas e, em seguida, os avanços recentes da literatura. Na seção 2, descreveremos uma versão adaptada do modelo de Krugman–Flood–Garber, a partir do qual apresentaremos uma calibragem para o caso brasileiro na seção 3. A seção 4 apresenta uma descrição resumida dos principais fatos que culminaram na flutuação do Real em janeiro de 1999.

1.1 O Modelo de Krugman–Flood–Garber

A primeira linha metodológica foi adotada originalmente por Krugman (1979), colocada de maneira clara e bastante intuitiva em Flood e Garber (1984). A ideia central se baseia na constatação de que há limites, impostos pela lógica do funcionamento dos mercados, para a fixação do preço de um bem por um agente que detém um estoque finito dessa mercadoria. O raciocínio, pioneiramente adotado por Salant e Henderson (1978) para a fixação do preço do ouro, adapta-se naturalmente ao mercado de divisas, quando o preço (no caso, a taxa de câmbio) é controlado, em algum grau, pelas autoridades monetárias.

Quando o mercado de divisas é livre, o valor do câmbio depende dos fundamentos econômicos do país — tanto do valor atual desses fundamentos quanto da expectativa de sua futura evolução, evidenciando o caráter de ativo assumido pela moeda. Os agentes econômicos observam o comportamento da economia (os fundamentos) e sabem que a fixação arbitrária da taxa de câmbio pode levar à exaustão das reservas e eventual colapso do regime cambial existente, uma vez que o governo não terá mais capacidade de vender divisas para manter o câmbio. O ataque especulativo é simplesmente um movimento de compra de reservas por parte de agentes racionais que realocam seus recursos em um mercado que supostamente não oferece oportunidades de arbitragem. A simples hipótese de não-arbitragem, aliada à previsão do eventual fim da política adotada e

posterior flutuação da taxa de câmbio, leva os agentes a comprarem uma quantidade grande de reservas e assim anteciparem o fim do regime em vigor.

Esse ataque ocorre antes do que se poderia esperar sem especulação, isto é, o regime de fixação do câmbio termina antes do que preveríamos a partir de uma projeção baseada na taxa em que as reservas estão caindo e a quantidade de reservas possuídas pelo governo. O conceito de especulação, porém, tem um significado bem preciso nesse raciocínio: é simplesmente a ação de agentes racionais, competindo entre si, no sentido de evitar perdas e conseguir ganhos de capital. Especulação, aqui, não tem o sentido, algumas vezes usado em teoria econômica — e mais frequentemente no jornalismo econômico —, de movimentos no sistema de preços que não estão diretamente ligados a mudanças nos fundamentos econômicos subjacentes ou a mudanças na expectativa de evolução desses fundamentos.

No modelo de Krugman–Flood–Garber, a especulação está intrinsecamente ligada aos fundamentos. Os agentes olham para os fundamentos monetários e fiscais do país e do resto do mundo tentando prever como se comportará a economia, e particularmente a taxa de câmbio, caso o regime cambial administrado pelo governo não puder — ou até não quiser — mais usar as reservas para manipular o câmbio e sua capacidade de financiamento externo estiver esgotada. Os agentes, então, calculam qual será a taxa de câmbio sob esse novo regime. Especular significa simplesmente não permitir que a taxa de câmbio sofra uma mudança discreta, abrupta, em uma data conhecida com antecedência: a racionalidade e a competição precludem a possibilidade de perda de capital ou ganho de capital a uma taxa infinita, quando essa perda ou ganho estão ligados à ocorrência de eventos previsíveis dada a inconsistência da política econômica do governo.

Para entender essa ideia, imaginemos uma economia hipotética em que os fundamentos econômicos sejam tais que, se a autoridade monetária não intervisse no mercado de divisas, a taxa de câmbio estaria se depreciando a uma taxa anual μ . Suponha, porém, que o governo decide fixar o câmbio em um determinado nível \bar{S} , e que para isso tenha à disposição um estoque $R(0)$ de reservas. Essas divisas servem justamente para compensar os desajustes nos fundamentos: o governo as utiliza para enxugar o excesso de liquidez interna ao longo do tempo e assim viabilizar a estabilidade cambial.

O que os especuladores fazem é simplesmente responder a uma pergunta: qual será a taxa de câmbio que prevalecerá quando o governo atingir o limite máximo dessa política, isto é, quando suas reservas estiverem se esgotado? Em primeiro lugar, é preciso notar que $S'(t)$ é diferente da taxa de câmbio que prevaleceria em t caso o regime de câmbio fosse sempre flutuante. A taxa $S'(t)$ é aquela que vigoraria em um regime flutuante que se iniciasse após o colapso do regime fixo. Os fundamentos econômicos nos dois casos são diferentes: em particular, se não houvesse existido o período de intervenção no câmbio, as reservas estariam em seu nível inicial $R(0)$, enquanto que o regime pós-ataque se caracteriza pelo fato de as reservas serem nulas.

O momento do ataque especulativo será dado exatamente pelo instante em que a taxa de câmbio sombra $S'(t)$ se iguala a taxa fixada pelo governo \bar{S} . Será mostrado adiante neste artigo que esse momento depende justamente da velocidade de depreciação μ que prevalece sem intervenção, com o mercado de câmbio livre. Mostraremos que sob a única hipótese $\mu > 0$, o ataque ocorre *antes* do que a exaustão “natural” das reservas

levaria a prever. A razão é simples: se ocorresse depois da data t^* , digamos em t_1 , a contração monetária gerada pelo ataque seria insuficiente, e teríamos uma depreciação discreta, instantânea, da taxa de câmbio no valor de $S'(t_1) - \bar{S}$ e portanto um ganho de capital a uma taxa infinita para quem detém dólares. Prevendo esse movimento e competindo entre si para tentar adquirir dólares antes da valorização, os agentes compram o total das reservas restantes quando a taxa de câmbio sombra se iguala a \bar{S} , evitando, justamente, um salto no câmbio. Por outro lado, o ataque não ocorre antes porque se os agentes forçassem o colapso do regime, comprando o montante total das reservas antes de t^* , antecipando a flutuação, o enxugamento da liquidez seria excessivo, e haveria uma apreciação instantânea da taxa de câmbio para o nível $S'(t_2) < \bar{S}$, que geraria uma perda de capital instantânea para os especuladores.

Como $t^* < t_1$, pois $\mu > 0$, o regime fixo termina de maneira abrupta, com uma perda de reservas igual a $R(t^*)$: os agentes forçam o fim do regime antecipadamente para evitar possíveis ganhos arbitrários no futuro. Observa-se um movimento descontínuo no estoque de reservas, necessário justamente para evitar movimentos descontínuos previsíveis no preço da moeda. É interessante notar que quanto maiores os desajustes fundamentais da economia, isto é, quanto maior μ , maior tem que ser a contração monetária para evitar a depreciação instantânea da taxa de câmbio. Logo, maior o tamanho do ataque, pois é mais alto o nível de reservas em que deve ocorrer esse movimento.

1.2 Modelos de segunda geração

Uma segunda abordagem para ataques especulativos afasta o foco principal da hipótese de não-arbitragem, enfatizando a importância da coordenação de expectativas, em um ambiente onde os mesmos fundamentos econômicos levam à existência de múltiplos equilíbrios. Podemos destacar, entre outros, os artigos de [Obstfeld \(1994\)](#) e [Sachs et al. \(1996\)](#). Essa modelagem surgiu em face aos novos elementos evidenciados pela crise do sistema monetário europeu (ERM) em 1992–93.

Há duas contribuições fundamentais dessa metodologia:

- Governo é visto como agente econômico ativo, que está preocupado não apenas com a política cambial, e toma decisões considerando também outros indicadores macroeconômicos como taxa de juros, desemprego e saúde do sistema financeiro.
- Os critérios usados pelo governo em suas escolhas, isto é, a sua função utilidade, dependem da própria ação dos agentes privados. Os agentes privados, por sua vez, tomam suas decisões com base em uma expectativa que formam a respeito de qual será o comportamento do governo. Essa interação estratégica entre governos e agentes privados pode levar à existência de múltiplos equilíbrios.

Para entendermos esse mecanismo, consideremos um exemplo. Baseando-se em [Obstfeld \(1994\)](#), suponha que o governo esteja disposto a manter um regime de câmbio fixo enquanto a taxa de juros real permanecer abaixo de um nível crítico r^* , abandonar o regime cambial para buscar uma recuperação na atividade econômica, permitindo alguma inflação. A taxa real de juros depende da taxa de juros nominal e da inflação. A taxa nominal, por sua vez, depende da *expectativa* de inflação que os agentes têm para o próximo período.

Se a inflação depende da desvalorização, podemos imaginar a seguinte situação: se os agentes esperam que não haverá mudança de regime, então embutem uma expectativa de inflação baixa na formação da taxa de juros. O governo, por sua vez, prefere manter o regime cambial inalterado pois, mesmo com a inflação efetiva baixa, a taxa de juros real não será tão alta. Por outro lado, se os agentes privados acreditarem que haverá desvalorização, então exigirão uma taxa nominal de juros mais alta por conta da expectativa de inflação maior. Diante dessa taxa nominal de juros elevada, o governo pode decidir abandonar o regime de câmbio fixo, pois sua manutenção implicaria taxas de juros reais muito altas. Dessa maneira, a ação governamental sanciona e realiza as expectativas dos agentes. É um típico caso de profecia auto-realizada.

O modelo de Sachs et al. (1996) é parecido com o de Obstfeld (1994), mas enfatiza fatores financeiros, como a liquidez do governo para honrar seus compromissos externos. A lógica dessa linha de raciocínio é semelhante a modelos de corrida bancária, como em Diamond e Dybvig (1983), onde também o comportamento estratégico dos agentes pode levar a uma crise com características de profecia auto-realizada. Há alguns indicadores econômicos que compõem o cenário de um possível ataque. Entre eles, são ressaltados: taxa de câmbio real valorizada, crescimento excessivo de empréstimos no setor bancário (*lending boom*) e nível baixo de reservas. A decisão individual de vender a moeda nacional, porém, dependerá essencialmente da decisão que cada agente espera que os demais vão tomar. Se os outros venderem, é melhor atacar também; se os outros não venderem, é melhor não vender. A coordenação para um dos dois tipos de equilíbrios depende de fatores subjetivos. Os autores colocam, no caso do México, a desvalorização desordenada no final de 1994 como desencadeador da crise. Em outros contextos, o sinal pode ser dado pela existência de crises em outros países com estrutura semelhante. Nesse caso, há contágio no sentido de coordenação para equilíbrio ruim da economia oriundo de um evento externo.

Os modelos de segunda geração de ataques especulativos têm uma visão associada a um certo grau de indeterminação do equilíbrio dos mercados. Para um determinado país, os mesmos fundamentos econômicos podem sustentar uma política de câmbio administrada, bem como levar ao seu colapso. Mesmo com fundamentos razoavelmente satisfatórios, e mesmo sem nenhuma mudança aparente nessas variáveis, um país pode passar de uma situação de sustentabilidade para instabilidade, em um ambiente de certo pânico nos mercados.

1.3 Intermediários financeiros e modelos de contágio

Em julho de 1997, a Tailândia, após uma sequência de pressões especulativas, que já duravam pelo menos seis meses, abandonou seu sistema de câmbio atrelado ao dólar. Era o início da mais severa crise cambial e financeira em escala global da década, cujos efeitos rapidamente se espalharam para países vizinhos e estruturalmente semelhantes, como Malásia e Indonésia, e posteriormente abalaram países tão distantes e diferentes como Coréia do Sul e o próprio Japão, economia mais forte da região.

Na eterna tentativa de melhorar seus modelos e procurar explicar fatos novos, os economistas procuraram encontrar razões para essa nova modalidade de crise da economia globalizada. Os modelos da primeira geração não pareciam adequados, pois não havia, pelo menos aparentemente, um desequilíbrio fiscal que pressionasse o mercado

monetário nas economias afetadas. Nem tampouco parecia ter utilidade a literatura da segunda geração: os países em crise não estavam em recessão e nem o desemprego atingia níveis que pudessem justificar a flutuação no câmbio como uma decisão deliberada de política econômica, com o intuito de reestabelecer o pleno emprego.

Para explicar essa crise que atingiu os países asiáticos devemos mencionar o papel dos intermediários financeiros e da regulação dos mesmos, conforme as ideias expostas nos artigos de [Krugman \(1998/1999\)](#) e [Corsetti et al. \(1999\)](#).

A ênfase da explicação é colocada na fragilidade dos intermediários financeiros de países que recentemente passaram por um processo de desregulamentação do sistema financeiro, mas cujos governos continuavam influenciando diretamente a atividade econômica de maneira significativa. Uma tênue separação entre responsabilidade pública e privada é suficiente para que os investidores, tanto domésticos quanto estrangeiros, acreditem na existência de uma série de garantias implícitas às suas aplicações. Essa falsa segurança, aliada a uma precária fiscalização bancária, cria problemas de incentivos para os gerentes locais dos recursos, que começam a estar expostos ao perigo moral (*moral hazard*) em suas decisões de investimento. Nessas condições, qualquer negócio se torna um bom negócio. Temos, assim, uma possível causa para as bolhas observadas nos mercados imobiliários e bursáteis.

O desfecho desse movimento é negativo: ao menor sinal de insegurança, de menores perspectivas de crescimento e ganhos, a bolha pode estourar. No caso específico da Ásia, o mecanismo coordenador foi possivelmente a debilidade da economia japonesa, a forte apreciação frente ao dólar, diminuindo a competitividade dos países, e perspectivas ruins no mercado de semicondutores. Uma vez iniciado esse processo, o valor da moeda local tende a diminuir, causando, assim, a crise cambial observada. Os canais usuais de especulação em relação ao preço de ativos financeiros, entre eles a taxa de câmbio, entram em ação. Nessa visão, porém, o ataque especulativo é muito mais consequência de problemas com os intermediários financeiros do que a causa fundamental da crise.

O fato de vários países asiáticos terem passado ao mesmo tempo por períodos agudos de crise levou os economistas a elaborarem e testarem novas teorias a respeito da influência que a crise em um país pode ter sobre um outro — o chamado contágio. Essa vasta literatura ainda é amplamente discutida e boas revisões da literatura podem ser encontradas em [Masson \(1998, 1999\)](#) e [Bikhchandani e Sharma \(2000\)](#).

Os mecanismos de contágio podem ser classificados em três tipos. Em primeiro lugar, o país onde a crise se originou e o que é contagiado podem ter sido afetados por um fator externo, mas comum a ambos. O aumento dos juros nas economias centrais, ou diminuição das condições globais de liquidez, é um caso clássico de variável que afeta simultaneamente vários países emergentes. No caso da crise asiática, os três fatores citados acima — situação econômica japonesa, apreciação frente ao dólar e piora nos mercados de semicondutores — podem ser caracterizados com fator externo em comum. Devemos lembrar, entretanto, que o *timing* da crise em cada país dependerá da interação dessa variável comum com os fatores locais. No caso da crise mexicana, a alta dos juros nos EUA deve ter influenciado também a economia argentina, que sofreu pressões consideráveis na época.

Em segundo lugar, pode existir contágio por meio de ligações macroeconômicas diretas entre os países em questão. Essa ligação pode ser tanto no fluxo de comércio

quanto de capitais. Mais uma vez, é difícil negar que esse mecanismo teve seu papel no caso da crise asiática, embora o contágio do México para a Argentina não possa ser atribuído a esse tipo de influência direta.

Em terceiro lugar, existe uma série de mecanismos que podem ser agrupados genericamente sob a denominação de “contágio puro”. Nos dois mecanismos acima, de alguma maneira, os fundamentos da economia contagiada são afetados. No caso de contágio puro, os fundamentos macroeconômicos do país contagiado não se alteram. Existem vários mecanismos de contágio puro, e aqui vamos destacar dois deles:

- A crise em outro lugar pode trazer informação nova sobre a seriedade dos problemas do país contagiado, como em Goldstein (1998). Mais uma vez, no caso asiático, o próprio problema com intermediários financeiros, citado acima, pode ter se revelado muito mais perigoso depois que um país (Tailândia) sofreu por conta dele. Em um outro exemplo, a crise russa certamente lembrou os investidores que países com regime fiscal frágil, como o Brasil em 1998, podem eventualmente ser obrigados a abandonar a âncora cambial (a esse respeito, ver a seção 4).
- O rebalanceamento de portfólios de investidores internacionais pode afetar países que tenham um credor em comum. Alternativamente, se os ativos desses países forem correlacionados, a otimização de carteira dos investidores pode levar a movimentos prejudiciais para países não afetados em primeiro lugar, como em Kaminsky e Reinhart (1998/2000). Esse canal também esteve ativo no caso da influência da crise russa sobre o Brasil, por meio dos mercados de títulos da dívida externa — Bradies (a esse respeito, ver a seção 4).

2. O Modelo de Krugman–Flood–Garber

Adotaremos neste artigo uma versão do modelo estrutural de ataque especulativo, que se baseia essencialmente em Flood e Garber (1984). É uma formulação linear em tempo contínuo, que permite o cálculo explícito da data do colapso, enquanto preserva os elementos essenciais da análise não-linear de Krugman (1979).

Considere uma economia aberta cujos residentes consomem um único bem transacionável. A oferta doméstica do bem é exógena, e seu preço em moeda estrangeira (dólares, digamos) é fixado e normalizado para uma unidade. Os agentes detêm três tipos de ativos: moeda doméstica, títulos domésticos e estrangeiros, os quais são substitutos perfeitos. O estoque de moeda é igual a soma do crédito doméstico emitido pelo Banco Central e o valor em moeda local das reservas internacionais do Banco Central. O crédito doméstico segue um movimento browniano com drift positivo, generalizando a análise determinística de Flood e Garber. Com a introdução de incerteza, assumimos que vale a paridade descoberta de juros (*uncovered interest parity*) para o nível esperado da taxa de desvalorização da moeda doméstica.

O modelo é definido pelo seguinte conjunto de equações:

$$\frac{M(t)}{P(t)} = a_0 - a_1 i(t), \quad a_1 > 0 \quad (1)$$

$$M(t) = R(t) + D(t) \quad (2)$$

$$dD(t) = \mu dt + \sigma dz(t), \quad \mu > 0 \quad (3)$$

$$P(t) = S(t), \quad (4)$$

$$i(t) = i^* + \frac{1}{dt} \frac{\mathbb{E}_t[dS(t)]}{S(t)}, \quad (5)$$

onde $M(t)$, $P(t)$ e $i(t)$ são, respectivamente, estoque de moeda, nível de preços e taxa de juros domésticos; $R(t)$ e $D(t)$ representam as reservas internacionais e o crédito doméstico; $S(t)$ é a taxa de câmbio. O termo $dz(t)$ representa o incremento de um processo de Weiner padrão; $\mathbb{E}_t[\cdot]$ o operador esperança condicional às informações disponíveis em t . Finalmente, i^* representa a taxa de juros internacional, tomada como fixa.

A equação (1) representa o equilíbrio no mercado de moeda, lado direito a demanda por encaixes reais. A equação (2) é a própria definição do estoque de moeda como a soma do crédito doméstico e reservas internacionais. A equação (3) descreve, na forma incremental, o processo estocástico seguido pelo crédito doméstico, como uma tendência determinística de crescimento positiva igual a μ . Em (4) e (5) temos a imposição das paridades do poder de compra e da taxa de juros descoberta, respectivamente.

Substituindo (4) e (5) em (1), temos:

$$M(t) = \beta S(t) - a_1 \frac{1}{dt} \mathbb{E}_t[dS(t)], \quad (6)$$

onde $\beta = (a_0 - a_1 i^*)$.

Suponha que o governo fixe a taxa de câmbio em \bar{S} . Usando a equação (6), conclui-se que para sustentar tal política, o governo deve manter o estoque de moeda constante. Para manter o mercado de moeda em equilíbrio, as reservas devem se ajustar segundo

$$R(t) = \beta \bar{S} - D(t). \quad (7)$$

As reservas, portanto, tem incremento endogenamente determinado durante o período de fixação do câmbio, que é igual ao déficit do Balanço de Pagamentos:

$$dR(t) = -dD(t) = -\mu dt - \sigma dz(t). \quad (8)$$

Suponhamos que exista um limite inferior para o nível de reservas, $R(t) = 0$, por exemplo, ao qual as autoridades monetárias são obrigadas a abandonarem a política de câmbio fixo. Como $\mu > 0$, as reservas se esgotam em um prazo finito com probabilidade igual a 1. Assumimos que após o colapso do regime de câmbio fixo a taxa de câmbio flutue livremente.

Estamos interessados em caracterizar a distribuição de probabilidade sobre a data da mudança de regime. Para tanto, determinaremos, primeiramente, a taxa de câmbio livre condicional ao colapso ter ocorrido, para cada data t , denominada $S'(t)$, taxa de câmbio sombra. Como ficará claro a seguir, a mudança de regime ocorre com os agentes comprando o restante das reservas em um ataque especulativo final, que causa um salto discreto para baixo no estoque de moeda da economia. Esse ajuste no estoque de meios de pagamentos se dá na medida exata para compensar a mudança na expectativa de desvalorização da moeda — que neste modelo simplificado é igual a expectativa de

inflação — embutida na taxa nominal de juros, conforme definida na equação (5) e restabelecer, dessa maneira, o equilíbrio no mercado de moeda, sem saltos na taxa de câmbio. No instante imediatamente posterior ao ataque, o equilíbrio no mercado de moeda exige, a partir da equação (6):

$$M(t_+^*) = \beta S'(t_+^*) - a_1 \frac{1}{dt} \mathbb{E}_t [dS'(t_+^*)], \quad (9)$$

onde t_+^* indica o momento após o ataque e $M(t_+^*) = D(t_+^*)$, uma vez que assumimos $R(t_+^*) = 0$. Como a partir desse ponto não há mais intervenção, a taxa de câmbio começará a flutuar. Para encontrar a solução dessa taxa de câmbio sombra, vamos reescrever a equação (6) para os fundamentos pós-colapso:

$$S'(t) = \frac{M(t)}{\beta} + \alpha \frac{1}{dt} \mathbb{E}_t [dS'(t)], \quad (10)$$

onde $\alpha = a_1/\beta$.

A equação acima ressalta que em uma economia aberta e ambiente dinâmico, a demanda por moeda dos residentes — e, em equilíbrio seu preço relativo $S'(t)$ — depende dos fundamentos transacionais (primeiro termo à direita) e de um fator especulativo (segundo termo). Como a moeda tem valor hoje, amanhã e até o infinito, ela é também um ativo: de forma que o seu preço depende da expectativa dele próprio amanhã.

Podemos resolver (10) por integração. Excluindo a existência de bolhas especulativas, i.e., supondo:

$$\lim_{T \rightarrow \infty} \exp\left(-\frac{T-t}{\alpha}\right) \mathbb{E}_t [S'(t)] = 0, \quad (11)$$

temos:

$$S'(t) = \int_t^\infty \exp\left(-\frac{\tau-t}{\alpha}\right) \frac{\mathbb{E}_t \left[\frac{M(\tau)}{\beta} \right]}{\alpha} dt. \quad (12)$$

Nessa nova fase de flutuação, a variação no estoque de moeda se dará exclusivamente por uma variação no crédito doméstico, i.e.:

$$dM(t) = dD(t) = \mu dt + \sigma dz(t). \quad (13)$$

Usando a equação (13) em (12), e lembrando que o nível de reservas após o ataque é zero, isto é, $M(t) = D(t)$ para $t > t^*$, vem:

$$S'(t) = \int_t^\infty \exp\left(-\frac{\tau-t}{\alpha}\right) \frac{M(t) + \mu(\tau-t)}{\beta\alpha} d\tau = \frac{\alpha\mu + M(t)}{\beta} = \frac{\alpha\mu + D(t)}{\beta}. \quad (14)$$

Se hoje é a data t , conheço $D(t)$ e, portanto, conheço a taxa de câmbio que vigoraria hoje, caso já houvesse ocorrido o ataque, dado por $S'(t)$ em (14). Para $r > t$, isto é, para uma data futura, $D(r)$, assim como $S'(r)$, são variáveis aleatórias. Dessa maneira, a trajetória da taxa de câmbio sombra $\{S'(t)\}$ é um processo estocástico adaptado à filtração gerada por $\{D(t)\}$, isto é, as informações reveladas sucessivamente pelas realizações de $D(t)$ são suficientes para determinar simultaneamente o valor de $S'(t)$, para cada instante de tempo t .

Na introdução deste artigo, usando um modelo determinístico simplificado, argumentamos que, em equilíbrio, não podem existir saltos descontínuos na taxa de câmbio em datas previsíveis. Conforme discutido na introdução deste artigo, um modelo determinístico não pode exibir, em equilíbrio, saltos descontínuos na taxa de câmbio em datas previsíveis. Com a nossa generalização em ambiente estocástico, o mesmo raciocínio pode ser utilizado. Apesar de não conhecermos a data futura do ataque com exatidão, sabemos exatamente o valor da taxa de câmbio sombra hoje. Seja t^* o tempo markoviano do ataque especulativo final, em que os agentes compram o restante das reservas do governo e forçam a flutuação do câmbio. Se $S'(t^*) < \bar{S}$, o ataque levaria a uma apreciação instantânea da taxa de câmbio e, portanto, uma perda de capital para os especuladores, que preferem então esperar para atacar. Por outro lado, se $S'(t^*) > \bar{S}$, o ataque levaria a um ganho de capital instantâneo, que tende a ser eliminado pela competição entre os especuladores. O ataque ocorre, portanto, exatamente quando $S'(t^*) = \bar{S}$, exatidão essa garantida pela propriedade de continuidade das trajetórias de um movimento browniano. Resumindo: não conheço antecipadamente a data em que $S'(t^*) = \bar{S}$, mas sei exatamente se devo atacar ou não as reservas hoje, para cada instante de tempo. Temos, assim,

$$s = t^* \leftrightarrow S'(s) = S'(t^*) = \bar{S}, \quad \forall s \geq t > 0.$$

A equação (14) implica:

$$S'(s) = \frac{\alpha\mu + \int_t^s dD(\tau)}{\beta}, \quad s > t,$$

onde o termo $\int_t^s dD(\tau)$ é uma integral estocástica que representa o acúmulo de crédito doméstico entre as datas t e s . Vamos, agora, caracterizar o tempo do ataque:

$$s = t^* \leftrightarrow S'(s) = S'(t^*) = \bar{S} \leftrightarrow \int_t^s dD(\tau) = \beta\bar{S} - \alpha\mu. \quad (15)$$

Durante a fixação do câmbio, o estoque de moeda permanece constante, e as reservas evoluem segundo (7). Para uma data futura $s > t$ temos então

$$R(s) = \beta\bar{S} - \int_t^s dD(\tau). \quad (16)$$

Substituindo (15) em (16), vem:

$$s = t^* \leftrightarrow R(s) = R(t^*) = \alpha\mu \equiv R^*. \quad (17)$$

Lembrando que $\alpha \equiv a_1/\beta \equiv a_1/(a_0 - a_1t^*)$, a equação (17) apresenta um resultado importante: apesar da data do ataque especulativo final ser incerta — é um tempo markoviano, isto é, uma variável aleatória —, o nível de reservas que desencadeia esse colapso depende apenas de parâmetros do modelo.

Ao generalizarmos, portanto, a análise de Krugman–Flood–Garber para um ambiente estocástico, obtemos um resultado bastante intuitivo. Observando a equação (5), notamos que o salto na taxa de juros depende da expectativa de desvalorização da taxa de câmbio quando esta começar a flutuar. A expectativa depende apenas da esperança

da evolução do processo estocástico do crédito doméstico: na média, a moeda deve desvalorizar-se a uma taxa μ . Dessa maneira, o ajuste no estoque de moeda que ocorre via queda nas reservas no momento do ataque — para evitar saltos na taxa de câmbio — é função apenas da desvalorização média prevista para o novo regime, o que não depende da data do colapso.

Podemos, assim, caracterizar a data do ataque como o tempo de parada (*stopping time*) da primeira passagem do processo $\{R(t)\}$ pelo nível R^* .

3. Calibragem

Podemos admitir que o intenso movimento de saída de capitais verificado na segunda quinzena de outubro de 1997, que culminou na alta dos juros e no pacote fiscal, foi um efetivo ataque especulativo contra as reservas brasileiras. A identificação desse evento nos permite, por meio do modelo acima, calcular o valor da expectativa de queda nas reservas estimado pelos agentes para que tenha havido o ataque exatamente no nível de reservas em que ocorreu. Para tanto, algumas hipóteses adicionais devem ser feitas.

Em primeiro lugar, devemos determinar o que entendemos exatamente por crédito doméstico, $D(t)$, especificado nas equações (2) e (3). Nesta seção, adotaremos uma definição bem precisa: $D(t)$ representa, em termos anuais, o valor do déficit orçamentário fiscal que não é financiado via colocação líquida de novos títulos públicos, isto é, que deverá ser financiado com emissão monetária.

Como atualmente temos um equilíbrio entre poupança e equilíbrio privado, a análise das contas nacionais leva a uma conclusão simples: os déficits “gêmeos” (fiscal e em conta corrente) refletem o financiamento externo da dívida pública. Como o déficit fiscal é relativamente fixo no curto prazo, nossa calibragem tentará definir a expectativa de entrada de capital externo implicada pelo mercado no momento da crise.

Outro ponto importante é o fato de o Brasil não adotar um sistema de câmbio fixo, mas sim um *crawling band*. Como a largura da banda é muito estreita, o câmbio é virtualmente um *crawling peg*, ou melhor, o governo fixa uma taxa de desvalorização para o câmbio. Neste modelo, como vale a paridade do poder de compra, a equação (4), toda mudança no câmbio é transmitida integralmente para preços. Durante a vigência do câmbio, isto significa que, tudo mais constante, olhando para as equações (1) e (2), o estoque nominal de moeda pode se elevar sem alterar o valor dos encaixes reais. Em outras palavras, uma parte do déficit fiscal poderá ser monetizado sem a necessidade de se perder reservas.

Podemos agora definir μ neste modelo:

$$\mu = Df - g - k_e, \tag{18}$$

onde Df é déficit fiscal, g é o ganho do governo com a desvalorização administrada e k_e é a expectativa de entrada líquida de capital externo (todas as variáveis são fluxos medidos em bilhões de dólares/ano). Na fórmula acima, estamos supondo constante a capacidade de endividamento interno do governo.

Situação anterior ao ataque:

- μ é igual a zero, pois havia equilíbrio no mercado de divisas e o Banco central não realizava intervenções no mercado de câmbio e as reservas estavam relativamente constante.

- Elasticidade-juros da demanda por moeda $\varepsilon = 1,3$.
- Estoque inicial de moeda $M_1 + Fundos de Curto Prazo$ igual a 50.
- Taxa de juros inicial igual a 0,20.
- Taxa de desvalorização administrada igual a 7% ao ano.
- Nível de reservas que desencadeou o ataque especulativo igual a $40 = 60 - 20$, onde os 20 representam a exigência mínima do nível de reservas.

Calculando os parâmetros a_0 e a_1 a partir da elasticidade-juros $\varepsilon = 1,3$, podemos usar a equação (17) para calcular implicitamente o μ que desencadeou o ataque:

$$40 = 4,47\mu \leftrightarrow \mu = \frac{40}{4,47} \approx 9,$$

isto é, uma expectativa de saída de 9 bilhões ao longo dos próximos 12 meses gerou o ataque especulativo da segunda quinzena de outubro. Usando uma expectativa de déficit de 35 bilhões de dólares, a equação (18) nos diz que

$$9 = 35 - k_e - 3,5 \leftrightarrow k_e = 22,5.$$

Segundo este modelo, portanto, à medida que foi diminuindo a expectativa líquida de entrada de capital externo no Brasil (k_e), com o agravamento da crise no Sudeste Asiático, foi se elevando o nível de reservas crítico para desencadear um ataque. No momento em que k_e chegou a 22,5 bilhões, o nível crítico coincidiu com o valor efetivo das reservas disponíveis para a garantia do câmbio (40 bilhões) e tivemos o ataque.

A resposta do governo foi rápida e dura. As taxas de juros foram praticamente dobradas para um nível de quase 43% ao ano e um pacote fiscal da ordem de 20 bilhões foi elaborado pelo executivo.

Usando os novos parâmetros para uma taxa de juros média esperada para os próximos 12 meses de 30% ao ano e novo nível de reservas igual a $30 = 50 - 20$ bilhões, podemos inferir a partir da equação (17) que

$$R \geq R^* = \alpha\mu \leftrightarrow 30 \geq 3,02\mu \leftrightarrow \mu \leq 10,$$

isto é, como no momento não estamos sob ataque, a expectativa de queda nas reservas para o próximo ano é inferior a aproximadamente 10 bilhões de dólares. Se supusermos que o ajuste fiscal foi apenas suficiente devido à alta nos juros, então a expectativa para k_e é de no mínimo de 21,5 bilhões.

Usando as fórmulas de tempo de primeira passagem de um processo estocástico por um determinado nível (ver Karlin & Taylor, 1975, e Harrison, 1985), temos que o tempo esperado para o ataque especulativo é dado por

$$\mathbb{E}_0[t^*] = \frac{R(0) - R^*}{\mu},$$

onde R^* é dado por (17) e $R(0)$ é o nível atual das reservas.

A estatística suficiente para determinarmos o tempo esperado de duração da fixação cambial é a diferença $D_f - K_e$.

Podemos, ainda, para cada valor de $D_f - K_e$, calcular a probabilidade de o ataque acontecer durante os próximos 12 meses. Seguindo Harrison (1985), temos, para $D_f = 35$ e $K_e = 24$ (i.e., $\mathbb{E}[t^*] = 1$):

$$\sigma = 5\% \rightarrow P[t^* < 1] = 62\%,$$

$$\sigma = 10\% \rightarrow P[t^* < 1] = 71\%.$$

Por outro lado, se $D_f = 35$ e $K_e = 30$ (com $\mathbb{E}[t^*] = 12$):

$$\sigma = 10\% \rightarrow P[t^* < 1] = 3\%,$$

$$\sigma = 20\% \rightarrow P[t^* < 1] = 26\%.$$

4. A Flexibilização Cambial no Brasil em janeiro de 1999

A causa fundamental da vulnerabilidade externa e posterior colapso do regime de câmbio administrado no Brasil, existente desde 1994, reside na ausência de um equilíbrio sustentável das finanças do setor público. O Plano Real foi capaz de reduzir a inflação rapidamente por meio de um engenhoso mecanismo de desindexação, mas não obteve sucesso no combate ao déficit fiscal, que atingiu 8% do PIB em 1998, em termos nominais.

O crescente desequilíbrio fiscal também contribuiu para a ampliação do déficit em conta corrente do Balanço de Pagamentos para 4,5% do PIB em 1998. Em um primeiro momento, a abundância de financiamento externo acabou suprimindo o baixo nível de poupança doméstica. Não obstante, a combinação de taxa de câmbio administrada e déficit fiscal crônico não é sustentável a longo prazo, isto é, para um período longo o suficiente para se observar mudanças nos fluxos de capital estrangeiro, cujo padrão de comportamento é historicamente cíclico.

O ano de 1997 foi marcado por colapsos cambiais em várias economias do Sudeste Asiático, em especial Tailândia, Indonésia, Malásia e Filipinas. Apesar de terem causas diferentes das encontradas no caso brasileiro — em particular expansão excessiva dos investimentos e do crédito bancário doméstico, aliado ao fato de o Japão estar entrando em recessão —, essas crises chamaram a atenção para países emergentes que apresentavam acentuados déficits em conta corrente. Dadas as perdas dos investidores com essas crises, assim como a mudança de seu comportamento em relação a esse tipo de risco, a vulnerabilidade externa colocou em xeque o regime cambial brasileiro.

Em outubro de 1997 houve uma grande pressão sobre o Real: em uma semana o país perdeu mais de US\$8 bilhões em reservas. O governo teve duas reações. Em primeiro lugar, o Banco Central apertou a política monetária, dobrando as taxas de juros de curto prazo de 19% a.a. para 41% a.a. em 31 de outubro. Em novembro, o Ministro da Fazenda anunciou um amplo pacote de medidas fiscais com o objetivo de gerar um aumento de receitas e diminuição de despesas da ordem de 2,5% do PIB. O que ficou conhecido como “Pacote 51”, em referência ao elevado número de medidas nele previstas, e objetivava uma redução do déficit nominal de 6% em 1997 para 3,5% em 1998.

As medidas, inicialmente, obtiveram êxito em conter a especulação contra a moeda e foram, em seguida, auxiliadas pela relativa melhora nas expectativas do mercado internacional no início de 1998. As reservas brasileiras, que haviam chegado a US\$52,2 bilhões em dezembro de 1997, atingiram US\$74,7 bilhões em abril de 1998. Como o saldo

em conta corrente acumulou um déficit de US\$9,1 bilhões nesse período, o acúmulo de US\$22,5 bilhões foi gerado por um ingresso líquido de capitais externos da ordem de US\$31,6 bilhões naqueles quatro meses.

Contudo, essa estratégia ficou comprometida quando se tornou evidente a ineficácia do Pacote 51 no combate ao déficit fiscal. A partir de junho daquele ano — quando o déficit nominal acumulado em 12 meses atingira 7,8% do PIB —, dada a desconfiança dos agentes em relação ao ambiente econômico, o governo se viu obrigado a rolar sua dívida essencialmente com papéis indexados à taxa Selic. Em agosto, títulos dessa natureza já representavam cerca de R\$190 bilhões, ou mais de 60% do estoque total de títulos públicos federais. A *duration* média (elasticidade-juros do preço) dos títulos públicos federais, que era de aproximadamente 6,5 meses no final de 1998, decrescera para cerca de 3,8 meses em agosto.

Em agosto de 1998, a Rússia entrou em default em seus títulos de dívida interna e externa, dando início a mais uma rodada de crise nas economias emergentes. O Brasil foi duramente atingido por esse evento, basicamente por duas razões que são consideradas justificativas para ocorrência de contágio com fundamentos racionais. De um lado, apesar das enormes diferenças entre a economia brasileira e a russa, esta última, diferentemente das economias asiáticas, apresentava um problema fiscal crônico na origem de sua vulnerabilidade. O colapso russo serviu, de certa maneira, para revelar consequências funestas oriundas de desequilíbrios fiscais recorrentes. Por outro lado, existe um efeito perverso sobre as condições internacionais de financiamento. Como em um mercado de capitais globalizado os investidores especializados em países emergentes são basicamente os mesmos, perdas em um mercado acarretam uma diminuição de recursos para os outros. Isso ocorre tanto pela diminuição efetiva dos recursos com a própria perda, quanto pela revisão, por parte desses investidores, de seu comportamento em relação ao risco de ativos da mesma classe daquele onde ocorreram perdas inesperadas. Com essa diminuição de recursos, os retornos exigidos para aplicações com “risco Brasil”, como os Bradies (títulos de dívida externa emitidos pelo governo brasileiro), subiram muito. Esse aumento incentivou a saída de capitais do país, que buscavam obter rentabilidades melhores nos títulos externo, ou mesmo — e principalmente — evitar completamente qualquer espécie de risco Brasil.

Em resumo, portanto, há *quatro* fatores determinantes das condições em que se encontrava o Brasil quando da nova rodada de turbulência financeira a partir de agosto passado. *Primeiro*, e talvez mais importante, sua credibilidade no campo fiscal estava seriamente debilitada: não tendo sido capaz de promover um ajuste efetivo desde o Plano Real, o governo tampouco conseguira implementar o tão anunciado Pacote 51, em um momento onde ficara clara a precariedade de um modelo econômico com dependência de financiamento externo. *Segundo*, a estrutura da dívida interna, concentrada em papéis pós-fixados, tornava menos eficaz a defesa da política cambial por meio de aumentos na taxa de juros. De um lado, o efeito sobre a demanda agregada, via diminuição da riqueza do setor privado, ficara reduzido. Por outro lado, o perverso impacto fiscal de tal política comprometia as perspectivas em relação à solvência do setor público. Dado o efeito dos juros sobre os encargos da dívida pública, uma política monetária restritiva poderia gerar expectativas de inflação no futuro, o que pressionaria ainda mais o câmbio naquele momento e tornaria inócua a defesa da moeda. *Terceiro*, a

eclosão da crise na Rússia expusera, de maneira evidente, as debilidades de um regime fiscal desequilibrado. A crise explicitou, inclusive, a eventual ineficácia de uma política monetária restritiva nessas condições, possibilidade ressaltada em nosso argumento anterior. Além disso, a necessidade de financiamento externo (i.e., déficit em conta corrente) era um problema *per se*, dado o ambiente de escassez de recursos externos, com a crise em países emergentes persistindo e se alastrando havia mais de um ano. *Quarto*, a proximidade da eleição presidencial, em 4 de outubro, aumentava as incertezas sobre a condução da política econômica.

Ao longo dos meses de agosto e setembro observou-se uma perda de reservas cambiais de, respectivamente, US\$ 12 bilhões e US\$ 19 bilhões, que encerraram o mês de setembro em US\$ 45,8 bilhões. As autoridades brasileiras anunciaram, então, um aumento da taxa de juros de curto prazo, que subiram de 19% a.a. para 43% a.a., e uma série de providências fiscais. A pressão sobre o mercado cambial diminuiu, mas pelas razões expostas no parágrafo 8, as medidas se mostraram insuficientes.

O governo brasileiro começou, então, a negociar mais uma série de medidas fiscais no âmbito de um acordo de ajuda internacional liderado pelo FMI. As negociações culminaram no anúncio, em novembro, de um consistente pacote de suporte dos países desenvolvidos ao financiamento do Balanço de Pagamentos, totalizando US\$ 41,5 bilhões, dos quais US\$ 37 bilhões poderiam ser desembolsados nos 12 meses subsequentes. Esse programa estava condicionado a uma série de ambiciosas medidas fiscais destinadas a gerar, no ano de 1999, um superávit primário de 2,6% do PIB para o setor público consolidado. O novo Programa de Estabilização Fiscal (PEF) tinha uma estrutura mais simples e objetiva do que o Pacote 51. Embora intensivo no aumento de impostos, o PEF também previa um corte substancial de despesas discricionárias do Governo Federal (o item “Outras Despesas de Custeio e Capital”, o chamado OCC ou OCK), bem como aumento nas contribuições previdenciárias dos servidores federais e medidas possibilitando maior equilíbrio nas finanças estaduais.

Em novembro, as pressões financeiras diminuíram, mas voltaram a aumentar em dezembro, quando, no dia 2, o governo sofreu importante derrota no Congresso. Não conseguiu aprovar, por maioria simples, mudanças importantes no sistema previdenciário do setor público, previstas no PEF. A derrota deteriorou as perspectivas de implementação do PEF, que ainda dependia da aprovação do Congresso, tanto para as medidas de curto prazo (prorrogação da CPMF), quanto estruturais (Reformas Administrativa, Previdenciária e Lei de Responsabilidade Fiscal). Ao longo do mês de dezembro, descontada a entrada de recursos do FMI, BIS e Banco do Japão, que foi de US\$ 9,3 bilhões, o Banco Central perdeu quase US\$ 7 bilhões de reservas.

No início de janeiro, o governador do Estado de Minas Gerais, Itamar Franco, sinalizou que não estava disposto a honrar os recém-renegociados contratos de dívida com a União, que totalizavam, na época, US\$ 15 bilhões. No dia 6, anunciou uma moratória de 90 dias para todas as dívidas do estado, que incluía também o pagamento de Eurobônus. Outros recém-empossados governadores manifestaram-se simpáticos a esse tipo de medida, colocando em dúvida, mais uma vez, a capacidade de o governo executar o plano de estabilização fiscal anunciado. O evento teve grande repercussão no exterior, ampliada pelo fato de Itamar ser ex-Presidente da República. Os mercados caíram em todo o mundo, e os principais jornais destacaram a vulnerabilidade brasileira.

A virada do ano era considerada uma data chave para reversão de expectativas e do fluxo no mercado cambial, tendo em vista, principalmente, o nível baixo de divisas. Pelo conceito de Reservas Internacionais Líquidas (RIL), que não inclui o empréstimo do FMI, o Brasil tinha US\$ 35,2 bilhões, o menor valor desde o segundo semestre de 1995. Essa definição de RIL era utilizada em diversas partes do Memorando Técnico do acordo com o FMI, sendo que duas passagens merecem especial destaque, mencionadas abaixo.

Em primeiro lugar, as RIL faziam parte da definição de Crédito Doméstico Líquido, variável para a qual foram estabelecidos critérios de desempenho, isto é, condições que precisavam ser atendidas para que o país continuasse recebendo o empréstimo do FMI. Esses critérios funcionavam como uma espécie de *currency board* sintético e exigiam uma política monetária mais restritiva quanto maior fosse a perda de RIL. Conforme exposto acima nos parágrafos 6 e 8, discutimos nos parágrafos anteriores, esse tipo de restrição sobre política monetária tem um efeito perverso sobre a expectativa de solvência do setor público e, conseqüentemente, pode ampliar as pressões no mercado cambial. Em segundo lugar, havia um duvidoso item do Memorando estabelecendo um “pisso” para as RIL, fixado em US\$ 20 bilhões, que preocupou bastante o mercado. Uma vez atingido esse piso, haveria uma revisão do acordo ou mesmo, no caso de uma parcela da dívida, a possibilidade do vencimento antecipado do empréstimo.

Dados os acontecimentos do início de janeiro, a saída líquida de capitais continuou alta, totalizando US\$ 900 milhões apenas na primeira semana do ano. Na segunda-feira seguinte, a saída continuou no ritmo de US\$ 200 milhões diários e na terça-feira, 12 de janeiro, intensificou-se, atingindo US\$ 1,2 bilhões. No dia seguinte, o Banco Central, sob novo comando, promoveu um alargamento da banda cambial, cujo teto foi desvalorizado em 9%, para 1,32 R\$/US\$. A banda seria agora corrigida a cada três dias úteis, de acordo com uma complicada fórmula (era uma “banda diagonal exógena”). O novo teto seria função da taxa de câmbio nos três dias anteriores, mas o excessivo número de zeros à direita da vírgula na inovadora fórmula permitiria uma desvalorização de apenas cerca de 3,5% em 12 meses. Após dois dias — e uma saída líquida de capital de US\$ 2,9 bilhões — em 15 de janeiro o Banco Central permitiu a livre flutuação.

5. Considerações finais

Apesar do Plano Real ter contribuído para a queda da inflação no Brasil, não houve um ajuste fiscal adequado, fazendo com que o déficit nas contas do governo persistisse. Em um primeiro momento após o plano esse déficit foi financiado com expansão monetária e posteriormente através do financiamento externo que possibilitou a queda na inflação.

Com a piora da situação fiscal o governo foi obrigado a começar a vender suas reservas para financiar o desequilíbrio do chamado déficit gêmeos. É nesse contexto em que utilizamos o modelo de Krugman–Flood–Garber para fazer uma calibragem para encontrar o momento em que ocorreria um ataque especulativo contra o real.

Esse exercício apresentado neste trabalho permitiu com que antecipássemos o ataque especulativo com alta probabilidade, tal como está documentado em uma entrevista que fizemos com o jornalista Celso Pinto.

Referências bibliográficas

- Bikhchandani, S., & Sharma, S. (2000, março). *Herd behavior in financial markets: A review* (IMF Working Paper N° 00/48). <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2016/12/30/Herd-Behavior-in-Financial-Markets-A-Review-3487>
- Corsetti, G., Pesenti, P., & Roubini, N. (1999). Paper tigers? A model of the Asian Crisis. *European Economic Review*, 43(7), 1211–1236. [http://dx.doi.org/10.1016/S0014-2921\(99\)00017-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0014-2921(99)00017-3)
- Diamond, D. W., & Dybvig, P. (1983). Bank runs, deposit insurance and liquidity. *Journal of Political Economy*, 91(3), 401–419. <http://dx.doi.org/10.1086/261155>
- Flood, R. P., & Garber, P. M. (1984). Collapsing exchange rate regimes: Some linear examples. *Journal of International Economics*, 17(1-2), 1–13. [http://dx.doi.org/10.1016/0022-1996\(84\)90002-3](http://dx.doi.org/10.1016/0022-1996(84)90002-3)
- Goldstein, M. (1998). *The Asian financial crises: Causes, cures, and systemic implications* (Policy Analyses in International Economics N° 55). Institute for International Economics.
- Harrison, J. M. (1985). *Brownian motion and stochastic flow systems* [Wiley Series in Probability and Statistics]. Wiley.
- Kaminsky, G. L., & Reinhart, C. M. (2000). On crises, contagion, and confusion. *Journal of International Economics*, 51(1), 145–168. (Obra original de 1998) [http://dx.doi.org/10.1016/S0022-1996\(99\)00040-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-1996(99)00040-9)
- Karlin, S., & Taylor, H. M. (1975). *A first course in stochastic processes* (2ª ed.). Academic Press. <http://dx.doi.org/10.1016/C2009-1-28569-8>
- Krugman, P. (1979). A model of balance-of-payment crises. *Journal of Money, Credit and Banking*, 11(3), 311–325. <http://dx.doi.org/10.2307/1991793>
- Krugman, P. (1999). What happened to Asia? In R. Sato, R. V. Ramaehandran, & K. Mino (Orgs.), *Global competition and integration* (pp. 315–327). Boston, MA: Springer. (Obra original de 1998; Research Monographs in Japan-U.S. Business & Economics, vol 4) http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4615-5109-6_14
- Masson, P. R. (1998, setembro). *Contagion: Monsoonal effects, spillovers, and jumps between multiple equilibria* (IMF Working Paper N° 98/142). International Monetary Fund. <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2016/12/30/Contagion-Monsoonal-Effects-Spillovers-and-Jumps-Between-Multiple-Equilibria-2755>
- Masson, P. R. (1999, dezembro). *Multiple equilibria, contagion, and the emerging market crises* (IMF Working Paper N° 99/164). <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2016/12/30/Multiple-Equilibria-Contagion-and-the-Emerging-Market-Crises-3353>
- Obstfeld, M. (1994, fevereiro). *The logic of currency crises* (NBER Working Paper N° 4640). National Bureau of Economic Research (NBER). <http://dx.doi.org/10.3386/w4640>
- Sachs, J. D., Tornell, A., & Velascos, A. (1996). Financial crises in emerging markets: The lessons from 1995. *Brookings Papers on Economic Activity*(1), 147–215. <https://www.brookings.edu/bpea-articles/financial-crises-in-emerging-markets-the-lessons-from-1995/>
- Salant, S. W., & Henderson, D. W. (1978). Market anticipation of government policy and the price of gold. *Journal of Political Economy*, 86(4), 627–648. <https://www.jstor.org/stable/1840382>