



**BANCO CENTRAL DO BRASIL**

Trabalhos para Discussão

278

**Liquidez do Sistema e Administração  
das Operações de Mercado Aberto**

*Antonio Francisco de A. da Silva Jr.*  
Maio, 2012

ISSN 1519-1028  
CGC 00.038.166/0001-05

Trabalhos para Discussão	Brasília	n° 278	maio	2012	p. 1-41
--------------------------	----------	--------	------	------	---------

# *Trabalhos para Discussão*

Editado pelo Departamento de Estudos e Pesquisas (Depep) – *E-mail*: workingpaper@bcb.gov.br

Editor: Benjamin Miranda Tabak – *E-mail*: benjamin.tabak@bcb.gov.br

Assistente Editorial: Jane Sofia Moita – *E-mail*: jane.sofia@bcb.gov.br

Chefe do Depep: Adriana Soares Sales – *E-mail*: adriana.sales@bcb.gov.br

Todos os Trabalhos para Discussão do Banco Central do Brasil são avaliados em processo de *double blind referee*.

Reprodução permitida somente se a fonte for citada como: Trabalhos para Discussão nº 278.

Autorizado por Carlos Hamilton Vasconcelos Araújo, Diretor de Política Econômica.

## **Controle Geral de Publicações**

Banco Central do Brasil

Secre/Comun/Cogiv

SBS – Quadra 3 – Bloco B – Edifício-Sede – 1º andar

Caixa Postal 8.670

70074-900 Brasília – DF

Telefones: (61) 3414-3710 e 3414-3565

Fax: (61) 3414-3626

*E-mail*: editor@bcb.gov.br

As opiniões expressas neste trabalho são exclusivamente do(s) autor(es) e não refletem, necessariamente, a visão do Banco Central do Brasil.

Ainda que este artigo represente trabalho preliminar, citação da fonte é requerida mesmo quando reproduzido parcialmente.

*The views expressed in this work are those of the authors and do not necessarily reflect those of the Banco Central or its members.*

*Although these Working Papers often represent preliminary work, citation of source is required when used or reproduced.*

## **Central de Atendimento ao Público**

Banco Central do Brasil

Secre/Comun/Diate

SBS – Quadra 3 – Bloco B – Edifício-Sede – 2º subsolo

70074-900 Brasília – DF

DDG: 0800 9792345

Fax: (61) 3414-2553

Internet: <<http://www.bcb.gov.br>>

# Liquidez do Sistema e Administração das Operações de Mercado Aberto

Antonio Francisco de A. da Silva Jr.\*

## Resumo

*Este Trabalho para Discussão não deve ser citado como representando as opiniões do Banco Central do Brasil. As opiniões expressas neste trabalho são exclusivamente do(s) autor(es) e não refletem, necessariamente, a visão do Banco Central do Brasil.*

No sistema de metas de inflação, compete ao Comitê de Política Monetária (Copom) estabelecer a meta para a taxa básica de juros (Selic ) com o objetivo de controlar as variações nos índices de preços da economia. O Banco Central utiliza as operações de mercado aberto para manter a taxa Selic próxima da meta, injetando ou retirando liquidez no sistema bancário.

Os dados históricos mostram que o diferencial da Selic para a meta tem se mantido sistematicamente negativo, em níveis compatíveis com os objetivos de política monetária. Discute-se neste trabalho um modelo estocástico de controle por impulso compatível com as observações empíricas. O modelo indica que em situações em que há maior tolerância com a presença de liquidez do que com sua falta, o diferencial médio entre a Selic e sua meta tende a ser negativo. Assim, a situação estrutural do diferencial negativo entre a Selic e sua meta reflete essa maior tolerância à liquidez do que com sua falta. As causas para essa maior tolerância estrutural são discutidas no trabalho. Além disso, discute-se com base no modelo a administração da volatilidade do diferencial entre a Selic e sua meta. Argumenta-se que o banco central pode gerenciar essa volatilidade, condicionando-a aos seus objetivos de política monetária.

**Keywords ou Palavras-chave: mercado aberto, taxa de juros, liquidez**

**JEL Classification ou Classificação JEL: E52, E58**

---

\* Gerência Executiva de Riscos Corporativos e Referências Operacionais do Banco Central do Brasil. As opiniões expressas no texto são de responsabilidade do autor e não do Banco Central do Brasil.

## 1. Introdução

Tipicamente, os bancos centrais utilizam três instrumentos para a implantação da política monetária: os recolhimentos compulsórios, a assistência financeira de liquidez e as operações de mercado aberto<sup>1</sup>.

Os recolhimentos compulsórios são depósitos obrigatórios que os bancos têm que manter no banco central na conta de reservas bancárias. Os recolhimentos compulsórios desempenham diversas funções, tais como: assegurar liquidez, realizar o controle monetário e do crédito e estabilizar a demanda por reservas bancárias. No Brasil, o exigível de reservas bancárias tem uma estrutura de dois períodos de duas semanas cada. O período de cálculo é a faixa de tempo utilizada para definir os requisitos de reservas bancárias para o período de movimentação. O requerimento legal de reservas bancárias não é feito apenas sobre os depósitos à vista. Há também exigível de reservas sobre depósitos de poupança e depósito a prazo.<sup>2</sup> No Brasil, a demanda por reservas bancárias é bastante inelástica à taxa de juros, dado o elevado exigível de reservas bancárias (Sales, 2005).

O valor do exigível sobre recursos à vista não sofre qualquer tipo de remuneração, assim como o saldo acima desse valor. Logo, como existem punições para os saldos médios inferiores ao valor do exigível, não existem incentivos para que na média o desvio sobre a reserva compulsória seja diferente de zero (Queiroz, 2004). O uso de média de posições diárias exige menor ativismo no gerenciamento de liquidez.<sup>3</sup> Isso criaria, então, mecanismo de estabilização para a taxa de juros do mercado de reservas bancárias, especialmente nas situações onde o banco central cometesse erros na quantidade ofertada de liquidez.

---

<sup>1</sup> Borio (1997) apresenta uma revisão dos procedimentos operacionais de política monetária em países industrializados.

<sup>2</sup> Queiroz (2004) e Rodrigues e Takeda (2004) analisam estruturas de compulsório e comportamento de reservas bancárias no Brasil.

<sup>3</sup> Ver Clinton (1997), Borio (1997) e Feinman (1993).

As operações de assistência de liquidez são financiamentos, na forma de crédito em reservas bancárias, oferecidos pelo banco central a um determinado banco diretamente. Na Europa, uma função da assistência financeira de liquidez é prover ou absorver liquidez com a maturidade de um dia para uma contraparte individual que se defrontou com um choque de liquidez não esperado. Assim, a assistência financeira de liquidez oferece um tipo de seguro para os bancos, mas a uma taxa de juros punitiva. Uma contraparte do sistema Europeu pode usar uma linha marginal de empréstimo, com garantia de colaterais, para obter liquidez de um dia, ou pode usar uma linha de depósito em caso de um excesso individual de liquidez (Hartmann et. al., 2001). Quirós e Mendizábal (2000) argumentam que a assistência financeira de liquidez leva a uma redução da volatilidade das taxas de juros na véspera do vencimento do período de manutenção dos requisitos de reservas.

As operações de mercado aberto são as transações de compra (venda) de títulos públicos, com compromisso de revenda (recompra) ou definitivas, realizadas pelo banco central com o objetivo de gerenciar a liquidez do sistema ou de sinalizar a trajetória da taxa de juros. No Brasil, com o sistema de metas de inflação, compete ao Comitê de Política Monetária (Copom) estabelecer a meta para a taxa básica de juros (Selic<sup>4</sup>) com o objetivo de controlar as variações nos índices de preços da economia. O Banco Central do Brasil (BCB) utiliza as operações de mercado aberto para manter a taxa Selic próxima da meta.

Este trabalho investiga o diferencial entre a taxa Selic e sua meta em base diária a partir de um modelo de controle estocástico por impulso. O problema investigado envolve administrar o diferencial entre a taxa Selic e sua meta e a volatilidade dessa diferença dentro dos limites

---

<sup>4</sup> O Selic, Sistema Especial de Liquidação e Custódia, é um sistema computacional para registro das transações com títulos públicos federais. A taxa de juros Selic é a média ponderada de todas as operações interbancárias com reservas. Para o cálculo, consideram-se as negociações ocorridas via operações compromissadas e com maturidade de um dia (Torres, 1999).

operacionalmente aceitos pelo Banco Central, e ao mesmo tempo lidar com a situação de liquidez de mercado utilizando as operações de mercado aberto.

O artigo tem o objetivo de discutir apenas a implantação das operações de mercado aberto e as opções disponíveis para essa implantação, com base em um modelo de controle estocástico com impulso. O que o texto deixa evidente é que o Banco Central do Brasil mantém a taxa Selic muito próxima da meta e com baixa volatilidade do diferencial entre a taxa efetiva e a meta. Como não há saltos significativos da taxa acima da meta, o texto evidencia que a operação do BC é feita mantendo liquidez estrutural no sistema. O artigo apresenta um modelo de controle estocástico que é compatível com a implantação das operações de mercado aberto. O modelo permite evidenciar que existem estratégias possíveis para operar a média e a volatilidade do diferencial entre a taxa e sua meta. Assim, a conclusão é de que a decisão de como operar esses valores é uma decisão de estratégia de operação do BC e não uma decisão não autônoma de operação.

## **2. Operações de mercado aberto**

No mercado de *federal funds*<sup>5</sup> (Fed funds) dos Estados Unidos, o banco central americano (Fed) controla a oferta de reservas bancárias via intervenções diárias. Apesar do importante papel desse mercado no canal de implementação da política monetária, os detalhes do mecanismo de transmissão das ações do Fed para as taxas de juros dos *federal funds* recebeu pouca atenção dos pesquisadores (Bartolini et. al., 2000b).

Garcia (2002) destaca que as operações de mercado aberto representam o principal canal de ligação entre política monetária e política de gerenciamento da dívida pública. Schabert (2003) desenvolve um modelo, baseado em ciclo de negócios, onde a oferta de reservas é

---

<sup>5</sup> Reservas bancárias que bancos depositários emprestam entre si nos EUA, geralmente, por um dia. A taxa a que ocorrem estes empréstimos é a taxa básica de juros americana.

controlada via operações de mercado aberto (operações compromissadas). Nesse modelo, quando apenas títulos do governo são aceitos como colateral e a dívida privada tem um custo superior à pública, a dívida pública influencia o acesso ao dinheiro por parte dos investidores e a equivalência Ricardiana não pode ser aplicada.<sup>6</sup>

Para o mercado de reservas bancárias dos Estados Unidos, Bartolini et. al. (2000b) sugerem que a volatilidade da taxa de juros de equilíbrio no período de movimentação das reservas bancárias depende da percepção do mercado da probabilidade e do volume da intervenção do Fed. Grandes desvios no tempo das taxas dos *federal funds* da sua meta podem reduzir a credibilidade do mandato da mesa de operações de mercado aberto, especialmente se as mudanças diárias nas taxas de mercado excederem o valor de 0,25%, que corresponde às variações típicas da meta de taxa de juros do Fed. Bartolini et. al. (2000b) afirmam ainda que, em geral, os desvios se devem ao fato de que o Fed pode acomodar apenas de forma incompleta os choques de liquidez no mercado de reservas bancárias, em função de características institucionais do mercado que limitam a habilidade de intervenção do Fed em um determinado dia, ou porque o Fed prefere permitir que as mudanças na taxa de juros absorvam parte dos choques de liquidez verificados. Além disso, as operações de mercado aberto do Fed não têm influência direta no cálculo das taxas dos *federal funds*.

Na Europa, o ECB (Banco Central Europeu) conduz as operações principais de refinanciamento (MRO) por ofertas semanais de compromissos de recompra, com maturidade de duas semanas. No procedimento de oferta, o ECB determina a quantidade a ser leiloadada com base em sua própria avaliação das necessidades de liquidez do mercado. Essa quantidade é dividida *pro rata* entre os participantes do leilão. Se o ECB percebe que há uma pressão

---

<sup>6</sup> A equivalência Ricardiana estabelece a indiferença entre o financiamento dos gastos governamentais via impostos ou dívida pública. Sob condições restritivas, em que a equivalência Ricardiana fosse válida, o método de financiamento dos gastos governamentais não afetaria a decisão dos agentes (Cabral e Lopes, 2004).

inflacionária, a instituição aloca menos liquidez nas operações de mercado aberto, ou pela redução do total alocado no leilão ou pelo aumento das taxas de MRO. No entanto, a principal política usada é a alteração da taxa das MRO, pelo ECB Governing Council, e não da quantidade de liquidez a ser alocada ao sistema. As decisões de alocação nos leilões são tomadas pelo ECB Executive Board em um nível operacional (Hartmann et. al., 2001).

A previsão de necessidade de liquidez do sistema não é uma tarefa fácil. Harvey e Huang (2002) descrevem o processo de operações de mercado aberto dos EUA, onde são feitos contatos com os *dealers* e alguns dos principais bancos para uma primeira previsão das necessidades de liquidez do sistema. Esses contatos são feitos pela mesa de operações de mercado aberto. Em paralelo, são feitas estimativas da necessidade de liquidez pelos departamentos de pesquisa. É realizado também um contato com o Tesouro americano para obter informações sobre o impacto monetário de suas operações durante o dia. As previsões das mesas de operações são combinadas com as previsões dos departamentos de pesquisa que fazem parte do Fed. Em uma *conference call* os gerentes de operações de mercado aberto e seu *staff*, em conjunto com o diretor da divisão de política monetária do Board of Governors e com um dos presidentes do Federal Reserve Bank, com assento nas reuniões do FOMC<sup>7</sup>, decidem sobre o plano de ação do dia que será implementado pela mesa de operações.

O Brasil executa uma política de meta de inflação para perseguir a estabilidade de preços na economia. A variável de controle utilizada é a taxa de juros básica Selic. O Comitê de Política Monetária (Copom) estabelece a meta para a taxa Selic e o BCB, utilizando as operações de mercado aberto procura manter a taxa de juros básica igual ou próxima da meta. O banco central busca neutralizar as variações autônomas das reservas bancárias<sup>8</sup>, utilizando as

---

<sup>7</sup> Federal Open Market Committee.

<sup>8</sup> Nas variações autônomas de reservas, são consideradas as variações dos ativos externos líquidos, a variação do papel moeda em circulação e a variação dos depósitos do Tesouro Nacional na conta única do BCB, entre outras variações.

operações de mercado aberto, com o objetivo de evitar flutuações excessivas nas taxas de juros.

As reservas requeridas são a maior parte do total de reservas que os bancos mantêm. O montante total de reservas é superior ao obrigatório, formando um excesso de reservas que possui custo de manutenção. Assim, do ponto de vista da demanda, o total de reservas é igual à soma das reservas requeridas e do excesso de reservas. No caso brasileiro, a demanda por reservas é praticamente definida pelo requerimento dos depósitos compulsórios. Do ponto de vista da oferta, a quantidade total de reservas é a soma do montante que os bancos pedem emprestado diretamente ao BCB, ou reservas mutuadas (originadas das operações de redesconto) mais as reservas ofertadas via operações de mercado aberto, as reservas não-mutuadas. Vale destacar que no Brasil a taxa de redesconto, atualmente, não possui tarefa importante nas decisões de política monetária. Assim, a oferta e a demanda por reservas bancárias interagem de modo a determinar o total de reservas de equilíbrio (Sales e Tannuri-Pianto, 2005).

Assim como os outros bancos centrais, um dos mecanismos utilizados pelo Banco Central do Brasil para controlar a taxa de juros, e aproximá-la da meta, é o uso das operações de mercado aberto via compra e venda de títulos públicos no mercado doméstico, utilizando, basicamente, as operações compromissadas. O volume diário de operações compromissadas de compra e venda de títulos é definido por uma avaliação das condições de liquidez do mercado. Para realizar as operações compromissadas, o BCB precisa dispor de uma carteira de títulos. Essa carteira de títulos públicos necessariamente deve ter um volume financeiro adequado. Se o BCB estima que haverá excesso de liquidez, são efetuadas operações definitivas de venda de títulos públicos ou operações de venda com compromisso de recompra (mais usuais). No caso de uma estimativa de falta de liquidez, são realizadas operações definitivas de compra de

títulos públicos ou de compras com compromisso de revenda. Thornton (2004) destaca que é amplamente aceita a idéia de que o banco central controla a taxa de juros alterando o grau de pressão no mercado de reservas bancárias com as operações de mercado aberto, embora alguns analistas sugiram que o banco central americano (Fed) não necessita das operações de mercado aberto para mudar as taxas dos *Fed funds*.

No Brasil, os leilões competitivos com os *dealers* são realizados diariamente pela manhã, com base nas previsões de necessidades de liquidez do sistema. No final do dia, são feitas operações de nivelamento, por demanda direta das instituições que por motivos de erros de previsão ou problemas de desequilíbrios momentâneos, tiveram excesso ou falta de liquidez. Essas operações são realizadas com um spread punitivo. Essa operação pode ser considerada um *standing facility*.

### **3. O Diferencial da Meta Selic e as Operações de Mercado Aberto**

A figura 3.1 apresenta a evolução da meta Selic e da diferença da taxa para a meta, no período de março de 1999 a fevereiro de 2011. Os dados de taxas de juros foram obtidos do sítio do BCB na internet. A inspeção visual da figura 3.1 deixa clara a existência de diferentes regimes do diferencial entre a Selic e sua meta no tempo, o que pode ser comprovado também na figura 3.2 (desvio padrão mensal com dados diários).

A média móvel mensal com dados diários dos diferenciais entre a Selic e sua meta tem sido negativa, ou seja, em geral a Selic fica abaixo do valor da sua meta estabelecida pelo Copom, conforme pode ser observado na figura 3.2.

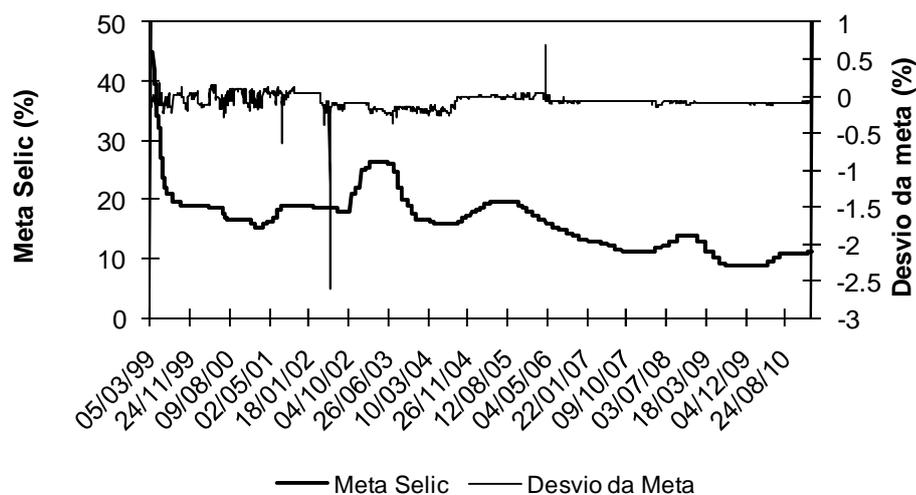


Figura 3.1 – Meta Selic e Diferencial da Meta

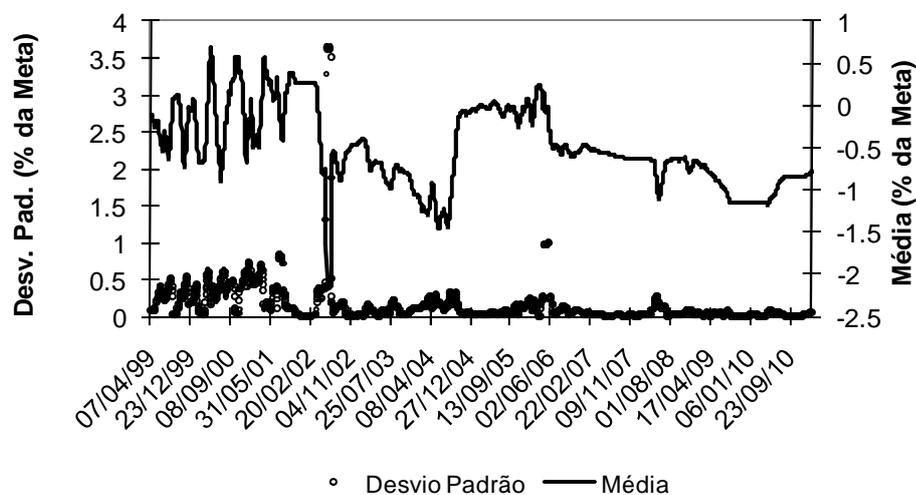


Figura 3.2 – Média e Desvio Padrão dos Diferenciais da Selic (em % da Meta) com janela móvel de um mês

Algumas mudanças estruturais ocorreram no período, como a implantação de operações em tempo real com o Sistema de Pagamentos Brasileiro (SPB) e o processo de acúmulo de reservas internacionais. As mudanças ocorridas em 2002 fizeram com que o SPB tivesse alto

grau de automação, com redução no tempo de transferência de recursos e maior eficiência do sistema. Por outro lado, o processo de acúmulo de reservas internacionais fez com que o Banco Central tivesse que enxugar maior volume de liquidez com as esterilizações das compras de dólares.

A princípio, se a demanda por reservas bancárias for plenamente atendida pelo BCB, os movimentos da taxa de juros no mercado interbancário serão mínimos. A mesa de operações de mercado aberto poderia aproximar a Selic da sua meta (minimizar os diferenciais entre a Selic e sua meta) controlando a oferta de reservas bancárias. O banco central reduz a liquidez do sistema via venda de títulos com compromisso de recompra. A redução de liquidez é feita com um custo que se aproxima da Selic. Por outro lado, a oferta de liquidez é alcançada via compra de títulos com compromisso de revenda, o que gera receita ao banco central. Assim, no caso de uma previsão de que haverá um aumento de liquidez do sistema em uma determinada data, o banco central atuaria vendendo títulos (com compromisso de recompra) e pagaria o custo de carregamento nessa operação (aproximadamente a Selic para um dia). Essa ação evitaria que o aumento de liquidez provocasse um declínio da taxa Selic e a afastasse de sua meta. Um fato relevante que caracteriza a atuação do Banco Central do Brasil na administração da Selic é que as operações de mercado aberto entram no cômputo da taxa Selic. Isso tem influência direta na decisão do Banco Central do Brasil, uma vez que se ele atuar com a taxa no limite da Selic ele fará com que o valor médio da taxa seja superior, pois as outras operações utilizariam a atuação do Banco Central como piso. Em síntese, esse seria o princípio de funcionamento do mecanismo de controle da taxa de juros via as operações de mercado aberto.

A figura 3.3 apresenta a evolução diária das reservas bancárias, enquanto que a figura 3.4 apresenta o desvio padrão da variação das reservas bancárias em base diária com janela móvel

de um mês. Os dados de reservas bancárias foram obtidos do sítio do BCB na internet. O desvio padrão médio foi de 12,6%, o que significa que para um volume de reservas bancárias de R\$ 42,5 bilhões (média de janeiro a dezembro de 2010), a variação diária das reservas bancárias tem um desvio padrão de R\$ 5,4 bilhões. Assim, para gerenciar o nível de reservas bancárias existiria uma variação intrínseca ao comportamento estocástico dessas reservas. Esse comportamento pode acontecer por alguns motivos, como o fato dos bancos gerenciarem suas reservas bancárias durante o período de cálculo de forma a gerar uma volatilidade no montante global de reservas, ou devido aos choques diários em função do controle dos fluxos de caixa dos bancos que provocam uma variação “natural” de reservas bancárias no sistema.

Em uma análise das reservas bancárias brasileiras, Queiroz (2004) conclui que seu comportamento está relacionado à interdependência de fatores endógenos e exógenos. Os fatores endógenos seriam os choques nos fluxos de pagamentos e recebimentos resultantes do comportamento do setor não bancário da economia, que são função dos níveis de requerimento legal de reservas e da atividade econômica. Dentre os fatores exógenos o autor explora a estrutura do sistema de pagamentos, os aspectos relacionados à regulamentação do compulsório e a condução da política monetária. Segundo o autor, o comportamento evidenciado seria também o resultado do objetivo de maximização de lucro, com tentativas de antecipação dos movimentos da taxa Selic.

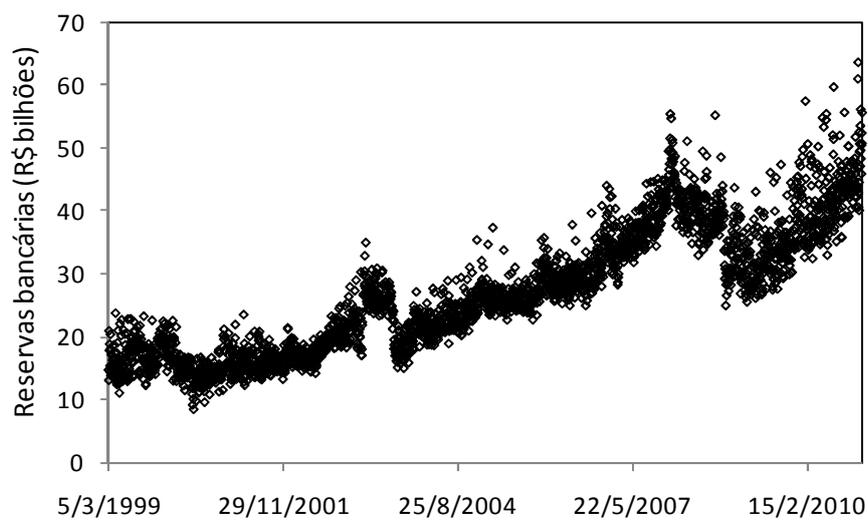


Figura 3.3 – Reservas bancárias (R\$ bilhões)

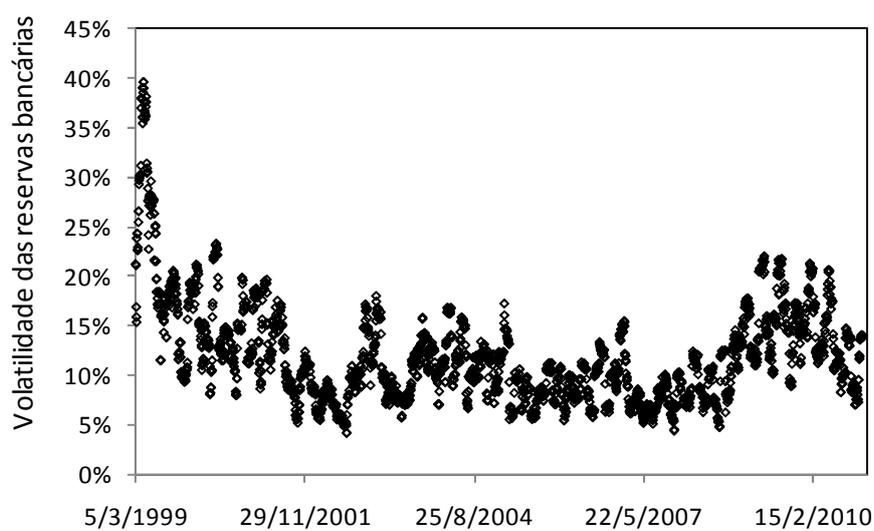


Figura 3.4 – Desvio Padrão (%) da Variação Diária das Reservas Bancárias com janela móvel de um mês

Vale destacar que no período de 1999 a 2010, em 80% dos dias úteis a Selic esteve abaixo de sua meta, sendo que entre 2007 e 2010 a Selic ficou abaixo da meta em 100% dos dias. Isso evidencia a existência de liquidez sistemática no mercado, que não tem afetado a

credibilidade da autoridade monetária no que diz respeito ao seu compromisso de manter a Selic próxima à meta.

#### 4. Definição do problema de controle e sua solução

Nesta seção apresentamos um modelo de controle estocástico por impulso para a ação do banco central de manter a taxa de juros de curto prazo próxima à meta, utilizando as operações de mercado aberto. São realizadas análises de sensibilidade do modelo com parâmetros hipotéticos.

##### 4.1 O Problema Estocástico de Controle

Considere que  $X(t)$  é o diferencial da taxa Selic para a sua meta, ou seja,  $X(t) = Selic_{efe}(t) - Selic_{meta}(t)$ .<sup>9</sup> Suponha, então, que o diferencial da taxa Selic para sua meta segue um processo de Lévy, sendo que o Banco Central pode influir nesse diferencial com suas operações de mercado aberto, injetando ou retirando liquidez do sistema. Vale lembrar que o BCB realiza operações diárias com base em estimativas de necessidade de liquidez. Essas estimativas são feitas em consultas a bancos e também são realizados levantamentos de operações de impacto monetário. Note que o volume da estimativa em tese seria aquele que garantiria o equilíbrio de oferta e de demanda por reservas bancárias e que deveria conduzir a  $X(t) = 0$ . Erros de estimativa, realização intencional de operações para sinalização de política monetária, ou choques no mercado de reservas interbancárias fariam com que  $X(t) \neq 0$ . Isso significa que consideramos intervenções apenas ao volume de operações além ou aquém da estimativa diária de liquidez, com o interesse de controlar o diferencial da taxa.

---

<sup>9</sup> Quiroz (2004) argumenta que o diferencial entre a taxa de juros EONIA (média ponderada da taxa de juros das operações de empréstimos não seguradas de um conjunto de bancos da zona do Euro) e a *Main Refinancing Operations* (MRO) pode ser considerado um *martingale*.

Uma intervenção corretiva seria aquela onde a autoridade monetária buscaria reverter uma persistência do diferencial da taxa Selic, ou seja um sinal persistente da variável  $X(t)$ , seja ele positivo, ou negativo. Uma intervenção intencional seria aquela em que a autoridade monetária teria interesse em de fato alterar o montante de liquidez do sistema com vistas à transmissão de sinais de política monetária, ou por outra motivação qualquer.

Dessa forma, vamos assumir que o comportamento de  $X(t)$  pode ser modelado pela seguinte equação diferencial estocástica:

$$dX(t) = dB(t) + \int_{R^k} \gamma(X(t^-), z) \bar{N}(dt, dz) \quad (4.1)$$

Em função do fechamento da taxa de juros em  $t-1$ , ou seja, da diferença da taxa de juros efetiva para a taxa de juros meta dada por  $X(t-1) = Selic_{efe}(t-1) - Selic_{meta}(t-1)$ , o banco central pode decidir em atender ou não as necessidades de liquidez estimadas. Se a taxa de juros efetiva estiver acima (abaixo) da meta, o banco central poderá decidir por fornecer (retirar) liquidez ao (do) sistema via operações de mercado aberto considerando valores acima (abaixo) das estimativas de necessidades de liquidez, se considerar que essas estimativas não são suficientes para atingir a política estabelecida para  $X(t)$ . A diferença entre o valor da intervenção e a estimativa de necessidade de liquidez é chamada aqui de  $\xi_i$ , e essa é a variável utilizada para controlar  $X(t)$ .

Considere que o objetivo do problema de controle por impulso é controlar o processo sujeito à seguinte condição de custo:

$$\Phi(s, j) = \inf_v J^{(v)}(s, x) = J^{(v^*)}(s, x) \quad (4.3)$$

onde  $s$  é um instante qualquer no tempo,  $v^*$  representa decisões ótimas de controle que são tomadas com as intervenções  $v = (\tau_1, \tau_2, \dots; \xi_1, \xi_2, \dots)$ , e:

$$J^v(s, x) = E \left[ \int_0^\infty e^{-\rho(s+t)} (X^{(v)}(t))^2 dt \right] + \sum_{k=1}^N e^{-\rho(s+\tau_k)} (c + q(\xi_k)) \quad (4.4)$$

O *inf* na equação 4.3 é tomado sobre todos os controles  $v = (\tau_1, \tau_2, \dots; \xi_1, \xi_2, \dots)$ , onde  $\tau_i$  é a seqüência com os tempos de intervenção com  $\xi_i \in \mathfrak{R}$ .

É importante observar a equação (4.4) detalhadamente. O primeiro termo do lado direito da equação atribui custo ao diferencial da taxa Selic de sua meta. Dessa forma, um diferencial positivo ou negativo teria o mesmo impacto na função de desempenho. Desvios excessivos da Selic com relação à meta podem comprometer a credibilidade do banco central e por em dúvida o seu compromisso com o sistema de metas de inflação. Além disso, a volatilidade excessiva nas taxas de juros de curto prazo pode ser repassada à estrutura a termo de taxa de juros, aumentando a volatilidade das taxas de longo prazo.

O segundo termo no lado direito da equação (4.4) apresenta uma função  $q(\xi_k)$  das intervenções com as operações de mercado aberto. Vale lembrar que existem dois aspectos envolvidos nas intervenções. Em uma situação em que há um volume de liquidez no mercado que é retirado diariamente via operações compromissadas, ao custo da taxa de juros Selic, uma intervenção da mesa de mercado aberto com aumento de liquidez pode ser efetivada pela redução da rolagem das operações de venda com compromisso de recompra, o que reduz o custo operacional de retirar liquidez do sistema. Sob esse enfoque, poderíamos então afirmar que uma intervenção de injeção de liquidez tem um custo operacional inferior a uma intervenção de retirada de liquidez, do ponto de vista financeiro. Na verdade poderíamos

considerar o custo financeiro de injeção de liquidez como zero, desde que todo o aumento de liquidez seja de fato absorvido pelo mercado.

No entanto, existe outro aspecto a ser considerado nas operações de mercado aberto. Ainda que a taxa de juros fosse pouco sensível às variações do nível de liquidez, o banco central não poderia injetar liquidez em demasia, já que um excesso de liquidez poderia comprometer a estabilidade de preços da economia. Assim, embora o custo financeiro da injeção de liquidez seja baixo, há um custo do ponto de vista de controle da inflação.

A gestão de liquidez do sistema pode levar em consideração também outros aspectos como a sinalização ao mercado do que a autoridade monetária pretende em termos de política monetária. Assim, a liquidez pode ser o resultado de uma política do Banco Central de afrouxamento ou de contração monetária, o que poderá afetar  $q(\xi_k)$ .

Outro aspecto de relevância diz respeito à rolagem da dívida pública, já que o mercado pode, por exemplo, restringir o financiamento de longo prazo do governo, evitando os títulos mais longos, o que aumenta a quantidade de dinheiro no curto prazo a ser enxugada via operações de mercado aberto. Enfim, existem várias motivações para a parametrização da função custo do problema de controle estocástico.

Do exposto acima, a calibração da função  $q(\xi_k)$  na equação (4.4) é uma tarefa que envolve diferentes aspectos relacionados à política monetária. Se for assumido que a oferta monetária é endógena, e que o banco central não consegue fazer com que o sistema absorva liquidez diferente de sua demanda, não haveria espaço para argumentar que  $\xi_k \neq 0$ , a não ser por erros de previsão. No entanto, esses erros deveriam se anular no tempo e o diferencial médio entre a Selic e sua meta seria exatamente igual a zero, a não ser que houvesse o controle do diferencial da taxa Selic pelos preços estabelecidos pelo Banco Central nos leilões de mercado

aberto (se houvesse ausência de simetria nas taxas de doação e de enxugamento de liquidez). Outro motivo que poderia impedir o diferencial médio entre a taxa Selic e sua meta ser igual a zero no longo prazo seria a existência de situações estruturais de excesso ou de falta de liquidez com as quais o Banco Central tivesse algum problema operacional em lidar.

No modelo discutido nesse capítulo, caso a oferta de reservas bancárias seja exógena, as intervenções  $\xi_k$  são interpretadas como a administração do volume de oferta de liquidez diferente da estimativa. Na hipótese de oferta endógena, as intervenções  $\xi_k$  são consideradas como função das taxas de corte nos leilões de mercado aberto.

O objetivo do modelo é apenas mostrar que em ambos os casos o Banco Central pode controlar o diferencial da Selic para sua meta. Uma vez que esse controle pode ser efetivado, a seção seguinte discute a administração desse diferencial, sugerindo que uma vez estabelecidos os riscos na administração do diferencial da Selic para a sua meta e calibrados os parâmetros para a função de desempenho, calibração da equação (4.4), podemos avaliar as consequências das escolhas.

Assim, o processo correspondente para o diferencial da taxa Selic para a sua meta,  $X^{(v)}(t)$ , é dado por:

$$X^{(v)}(t) = x + B(t) + \int_0^t \int_{\mathfrak{R}} \tilde{N}(ds, dz) + \sum_{\tau_k \leq t} \beta \cdot \xi_k \quad (4.5)$$

onde,  $B(0) = 0, x \in \mathfrak{R}$  e nós assumimos que a medida de Lévy correspondente,  $\nu$  é simétrica, isto é  $\nu(G) = \nu(-G)$  para todo  $G \subset \mathfrak{R} \setminus \{0\}$ . Em outras palavras, o diferencial da taxa Selic em relação à meta responde de maneira simétrica a choques de aumento ou de diminuição de liquidez. A diferença entre  $\bar{N}$ , da equação 4.1 e  $\tilde{N}$ , da equação 4.5, é que a primeira função

inclui os saltos no processo de difusão provocados pelas intervenções  $\xi_k$  e a segunda função não os inclui sendo os saltos intrínsecos ao processo de difusão. Podemos reescrever o processo  $X(t)$  da seguinte forma:

$$Y^{(v)}(t) = \begin{bmatrix} s+t \\ X^{(v)}(t) \end{bmatrix}; \quad t \geq 0; \quad Y^{(v)}(0^-) = \begin{bmatrix} s \\ x \end{bmatrix} = y \in \mathfrak{R}^2 \quad (4.6)$$

## 4.2 A Solução do Problema de Controle

Seja o impacto da intervenção ( $\Gamma$ ) no processo de difusão dado por:

$$\Gamma(y, \xi) = \Gamma(s, x, \xi) = \begin{bmatrix} s \\ x + \beta\xi \end{bmatrix}; (s, x, \xi) \in \mathfrak{R}^3 \quad (4.7)$$

Seja  $K$  a função de contribuição das intervenções na função de desempenho, ou função de utilidade:

$$K(y, \xi) = K(s, x, \xi) = e^{-\rho s} (c + q(\xi)) \quad (4.8)$$

Seja  $F$  a função de contribuição na função de desempenho, ou função de utilidade, do diferencial da taxa Selic em relação à sua meta dada por:

$$F(y) = F(s, x) = e^{-\rho s} \cdot x^2 \quad (4.9)$$

A região de continuação  $D$  é aquela em que nenhuma intervenção ocorre. Essa região é dada por:

$$D = \left\{ (s, x) : \bar{x}_1 < x < \bar{x}_2 \right\} \quad (4.10)$$

com  $\bar{x}_1$  e  $\bar{x}_2$  sendo os limites inferior e superior, respectivamente, para o diferencial da taxa Selic em relação à sua meta. Esses valores são determinados pela solução do problema estocástico de controle por impulso.

Dessa forma, assim que  $X(t)$  alcança um valor desconhecido, a priori, e que será determinado como solução do problema de controle estocástico ótimo,  $\bar{x}_1$  (ou  $\bar{x}_2$ ), há uma intervenção e  $X(t)$  é levado para cima (ou para baixo) para um certo valor  $\hat{x}_1$  (ou  $\hat{x}_2$ ), onde  $\bar{x}_1 < \hat{x}_1 < 0 < \hat{x}_2 < \bar{x}_2$ . As intervenções são realizadas nos instantes  $\tau_k$ . A figura 4.1 ilustra esse processo.

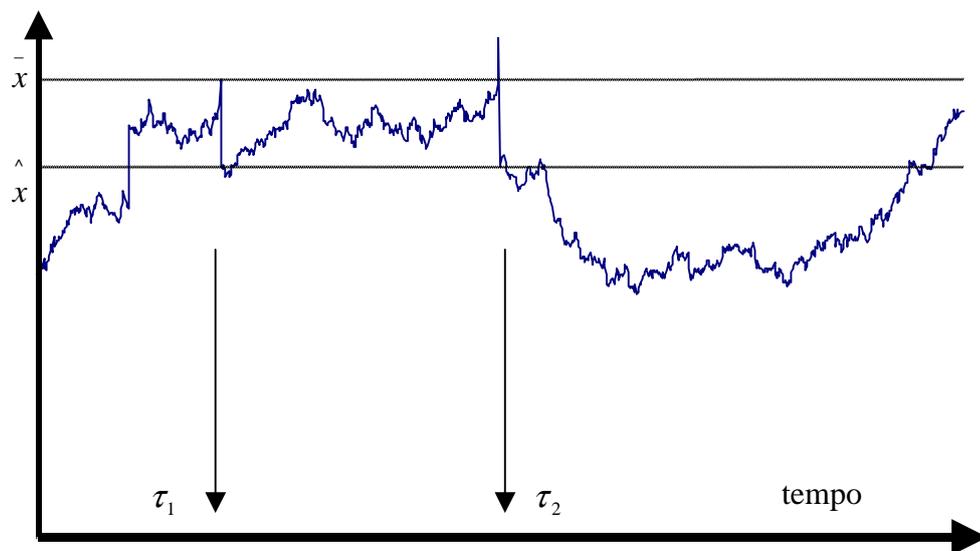


Figura 4.1 – Controle por Impulso

Oksendal e Sulem (2005) sugerem que a função valor, da equação (4.3), que apresenta o *inf* na equação (4.4) seja da forma:

$$\phi(s, x) = e^{-\rho s} \psi(x) \quad (4.11)$$

Na região de continuação, nós temos pela condição  $x$  do teorema do apêndice A (extraído de Oksendal e Sulem (2005)):

$$A\phi + F = 0 \quad (4.12)$$

onde  $A$  é o gerador infinitesimal do processo de difusão  $Y$ , isto é:

$$A\phi(s, x) = \frac{\partial \phi}{\partial s} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} + \int_{\mathfrak{R}} \left\{ \phi(s, x+z) - \phi(s, x) - z \frac{\partial \phi(s, x)}{\partial x} \right\} \nu(dz) \quad (4.13)$$

Neste caso, a equação (4.12) se torna:

$$-\rho \psi(x) + \frac{1}{2} \psi''(x) + \int_{\mathfrak{R}} \left\{ \psi(x+z) - \psi(x) - z \frac{\partial \psi}{\partial x} \right\} \nu(dz) + x^2 = 0 \quad (4.14)$$

Tenta-se então uma solução da seguinte forma:

$$\psi(x) = C \cdot \cosh(\eta \cdot x) + \left[ \frac{1}{\rho} x^2 + \frac{b}{\rho^2} \right] \quad (4.15)$$

onde  $C$  é uma constante a ser determinada,  $b = 1 + \int_{\mathfrak{R}} z^2 \nu(dz)$  e  $\eta > 0$  é a solução positiva da equação:

$$F(\eta) := -\rho + \frac{1}{2} \eta^2 + \int_{\mathfrak{R}} \{e^{\eta z} - 1 - \eta z\} \nu(dz) = 0 \quad (4.16)$$

Note que se não for feita intervenção, o valor de  $J^{(v)}(s, x)$  é:

$$J^{(v)}(s, x) = e^{-\rho s} \cdot E^x \left[ \int_0^\infty e^{-\rho t} \left( x + B(t) + \int_0^t \int_{\mathfrak{R}} z \tilde{N}(ds, dz) \right)^2 dt \right] = e^{-\rho s} \left( \frac{x^2}{\rho} + \frac{b}{\rho^2} \right) \quad (4.17)$$

então,

$$0 \leq \psi(x) \leq \left[ \frac{x^2}{\rho} + \frac{b}{\rho^2} \right] \quad (4.18)$$

Da equação (4.18), conclui-se que a constante é negativa e dado um valor a ser encontrado

$a > 0$ ,  $C = -a$ . Nós definimos então:

$$\psi_0(x) = \left[ \frac{x^2}{\rho} + \frac{b}{\rho^2} \right] - a \cdot \cosh(\eta x) \quad (4.19)$$

e dizemos que:

$$\psi(x) = \psi_0(x); \quad x \in D \quad (4.20)$$

Vale destacar que de acordo com o teorema do apêndice A, na região de continuação (onde não há intervenção) vale a seguinte relação:

$$D = \{(s, x) : \phi(s, x) < M\phi(s, x)\} = \{x : \psi(x) < M\psi(x)\} \quad (4.21)$$

e o operador de intervenção nesse caso é dado por:

$$M\psi(x) = \inf \{\psi(x + \xi) + c + q(\xi); \xi \in \mathfrak{R}\} \quad (4.22)$$

Vamos assumir que  $q(\xi) = \lambda \cdot \xi$ . A condição de primeira ordem para o ponto de mínimo

$\hat{\xi} = \hat{\xi}(x)$  da função:

$$G(\xi) = \begin{cases} \psi(x + \beta\xi) + c - \lambda_1\xi & \xi < 0 \\ \psi(x + \beta\xi) + c + \lambda_2\xi & \xi > 0 \end{cases} \quad (4.23)$$

é a seguinte:

$$(i) \quad \xi < 0: \quad \psi'(x + \beta\xi) = \lambda_1 / \beta \quad (4.24)$$

$$(ii) \quad \xi > 0: \quad \psi'(x + \beta\xi) = -\lambda_2 / \beta \quad (4.25)$$

Assim, nós procuramos os pontos  $\hat{x}, \bar{x}$  tais que:  $\bar{x}_1 < \hat{x}_1 < 0 < \hat{x}_2 < \bar{x}_2$ , e, além disso:

$$\begin{cases} \psi'(\hat{x}_1) = \lambda_1 / \beta & (\xi < 0) \\ \psi'(\hat{x}_2) = -\lambda_2 / \beta & (\xi > 0) \end{cases} \quad (4.26)$$

Note que se  $\hat{x}_2 < \bar{x}_2$ , estamos na região de continuação e da equação (4.20) temos que

$$\psi'(\hat{x}) = \psi'_0(\hat{x}).$$

Vamos assumir então que:

$$\psi(x) = \begin{cases} \psi_0(x) & \bar{x}_1 \leq x \leq \bar{x}_2 \\ \psi_0(\hat{x}_1) + c - \lambda_1 \frac{\hat{x}_1 - x}{\beta} & x < \bar{x}_1 \quad (\xi < 0) \\ \psi_0(\hat{x}_2) + c + \lambda_2 \frac{\hat{x}_2 - x}{\beta} & x > \bar{x}_2 \quad (\xi > 0) \end{cases} \quad (4.27)$$

Nós temos que mostrar que existe  $0 < \hat{x}_2 < \bar{x}_2$  e um valor de  $a$  tal que  $\phi(s, x) := e^{-\rho s} \psi(x)$  satisfaz todos os requisitos da versão de mínimo do teorema do apêndice A. Vamos assumir que  $x > 0$  e  $\xi > 0$  na demonstração que se segue (por simetria podemos desenvolver o raciocínio para  $x < 0$  e  $\xi < 0$ ). A continuidade em  $x = \bar{x}_2$  fornece a seguinte equação:

$$\psi_0\left(\hat{x}_2\right) + c + \lambda_2 \frac{\left(\hat{x}_2 - \bar{x}_2\right)}{\beta} = \psi_0\left(\bar{x}_2\right) \quad (4.28)$$

A diferenciabilidade em  $x = \hat{x}_2$  fornece o seguinte resultado:

$$\frac{-\lambda_2}{\beta} = \psi_0'\left(\bar{x}_2\right) \quad (4.29)$$

Substituindo  $\psi_0$  da equação (4.19) nas equações (4.28) e (4.29):

$$\frac{1}{\rho} \hat{x}_2^2 - a \cosh\left(\eta \hat{x}_2\right) + c + \frac{\lambda_2 \hat{x}_2}{\beta} = \frac{1}{\rho} \bar{x}_2^2 - a \cosh\left(\eta \bar{x}_2\right) + \frac{\lambda_2 \bar{x}_2}{\beta} \quad (4.30)$$

$$\frac{-\lambda_2}{\beta} = \frac{2}{\rho} \bar{x}_2 - a \eta \sinh\left(\eta \bar{x}_2\right) \quad (4.31)$$

Além disso, nós requeremos de (4.26) que:

$$\frac{-\lambda_2}{\beta} = \frac{2}{\rho} \hat{x}_2 - a \eta \sinh\left(\eta \hat{x}_2\right) \quad (4.32)$$

Assim, as incógnitas do sistema de equações não lineares (4.16), (4.30), (4.31) e (4.32) são

$a, \eta, \bar{x}_2$  e  $\hat{x}_2$ .

A solução do sistema de controle por impulso, então, é realizar a intervenção toda vez que o diferencial de taxa Selic para a meta ultrapassar um valor tolerável do ponto de vista de implementação da política monetária ( $\bar{x}$ ). Esse valor é função dos parâmetros calibrados no modelo, ou seja, dos valores de  $c, \lambda, \beta$  e  $\rho$ . Como resultados do modelo serão também

obtidos o valor do diferencial da taxa de juros após a intervenção ( $\hat{x}$ ) e a magnitude da intervenção ( $\xi$ ).

O modelo discutido neste capítulo assume que o diferencial da taxa Selic para a sua meta pode ser controlado pelo Banco Central, ou seja, o diferencial não é o resultado apenas dos choques não esperados de demanda por reservas bancárias. O controle pode ser feito via gerenciamento de liquidez nas operações de mercado aberto, onde o banco central injeta ou retira liquidez do sistema, no caso de oferta de reservas exógena, ou mesmo na taxa de corte dos leilões das operações compromissadas. No caso de oferta de reservas endógena, ou seja, no caso em que a oferta de moeda é resultado apenas da demanda de liquidez do sistema bancário, a intervenção do banco central é na taxa de corte das operações compromissadas. O modelo mostra que a estratégia de controle por impulso é realizar uma intervenção toda vez que o diferencial da taxa Selic para sua meta ultrapassar um limite calculado em função dos pesos atribuídos aos parâmetros da função desempenho e da sensibilidade do diferencial ao valor da intervenção (parâmetro  $\beta$ ).

Dessa forma, podemos realizar análises de sensibilidade do modelo aos parâmetros e mostrar que é possível gerar um diferencial médio para a taxa Selic diferente de zero. Para isso, é necessário apenas fazer com que  $\lambda_1 \neq \lambda_2$ , na equação (4.23). Essa afirmação será explorada na próxima seção.

### **4.3 Análise de Sensibilidade do Modelo**

A análise de sensibilidade do modelo tem como objetivo discutir estratégias na administração do diferencial entre a taxa Selic e sua meta. Uma vez que esse diferencial pode ser gerenciado, são discutidos os impactos dessa administração.

Para analisar a sensibilidade do modelo à calibração dos parâmetros, foi implementado no Matlab o sistema de equações não lineares em (4.16), (4.30), (4.31) e (4.32). Foram realizadas simulações de Monte Carlo para avaliar os resultados do modelo como função de seus parâmetros. Cada simulação contou com 1000 passos e foram realizadas 1000 simulações. Foi assumido que o diferencial da taxa Selic para a sua meta segue um movimento browniano que pode ser influenciado pelas intervenções do banco central, conforme a equação (4.5). A função desempenho definida pela equação (4.4) deve ser calibrada de acordo com as preferências de risco do Banco Central. A calibração feita nessa seção tem apenas o objetivo de analisar o comportamento do modelo.

Os parâmetros utilizados para as análises de sensibilidade foram:

$$\rho = 0,1 \quad c = 5E - 5 \quad \beta = -0,5 \quad \lambda = 5E - 4$$

Na simulação base foi utilizado  $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda$ . Isso significa que o banco central não diferencia entre as intervenções de injeção ou retirada de liquidez na sua função de desempenho. Pode-se argumentar também que se a oferta de reservas fosse endógena, não haveria intervenções do banco central e a média esperada para o diferencial da taxa Selic para a sua meta seria igual a zero. Se o banco central nas suas operações de mercado aberto gerenciasse de forma neutra os preços dos leilões, a média esperada para o diferencial da taxa Selic também seria igual a zero. Isso porque a oferta e demanda se equilibrariam pelo próprio mercado. Com base nos parâmetros acima, a média encontrada se aproxima do valor esperado que é zero, conforme pode ser verificado na tabela 4.1.

Foram feitas análises tendo a situação base da tabela 4.1 como referência. Nas análises 1 e 3, da tabela 4.1, foi reduzido o peso atribuído às retiradas de liquidez do sistema, em relação às injeções de liquidez. Nesses casos, a média do desvio do diferencial da Selic para a sua meta

foi positiva, e quanto menor o peso atribuído às retiradas de liquidez, maior o valor médio do diferencial. As análises 2 e 4, da tabela 4.1, seguiram o caminho inverso, pois foi reduzido o peso das injeções de liquidez no sistema, em relação às retiradas de liquidez.

Verifica-se na tabela 4.1 que o valor médio do diferencial da Selic para a sua meta é positivo no caso em que o banco central intervém retirando liquidez do sistema. No caso de acréscimo de liquidez o diferencial da taxa Selic é negativo. Assim, conforme se argumenta neste trabalho, o diferencial da Selic para a sua meta pode ser administrado pelo Banco Central desde que os pesos atribuídos na função desempenho, da equação (4.4), às injeções e retiradas de liquidez, sejam diferentes, ou seja, desde que haja um tratamento diferenciado entre as operações de enxugamento e de injeção de liquidez. Com diferentes pesos, a solução do problema de controle conduz a média do diferencial para cima ou para baixo. Em situações em que o Banco Central considera que a injeção ou manutenção de liquidez no mercado tem menor custo do que a retirada de liquidez, ou que por algum motivo operacional ou de política monetária ou de condição estrutural excessos de liquidez no sistema sejam tratados de forma mais tolerável do que a escassez de liquidez, a média do diferencial da taxa Selic para sua meta tenderá a ser negativa, que é o que se constata em uma análise dos dados históricos do diferencial entre a Selic e sua meta, conforme já discutido.

Tabela 4.1 – Análise de Sensibilidade do Modelo de Controle por Impulso

Caso	Base	1	2	3	4
$\lambda_1$	5E-4	2E-4	5E-4	2E-4	8E-4
$\lambda_2$	5E-4	5E-4	2E-4	8E-4	2E-4
$\mu$	-0,0013	0,0034	-0,0057	0,0062	-0,0088
$\bar{x}_1$	-0,1651	-0,1526	-0,1651	-0,1526	-0,1750
$\hat{x}_1$	-0,0422	-0,0213	-0,0422	-0,0213	-0,0574
$\xi_1$	-0,2458	-0,2626	-0,2458	-0,2626	-0,2353
$\bar{x}_2$	0,1651	0,1651	0,1526	0,1750	0,1526
$\hat{x}_2$	0,0422	0,0422	0,0213	0,0574	0,0213
$\xi_2$	0,2458	0,2458	0,2626	0,2353	0,2626

Considere que haja um excesso de liquidez estrutural no mercado de reservas bancárias. Os dados discutidos em seção anterior indicam que isso ocorre, já que o diferencial da Selic para sua meta é sistematicamente negativo. Suponha que o BCB tentasse enxugar a liquidez ao máximo nos leilões, aceitando remunerar a taxas maiores essa liquidez. Caso a oferta de reservas bancárias seja endógena, a taxa de corte mais alta seria a forma de influir no diferencial da Selic para sua meta, já que as taxas das operações compromissadas entram no

cálculo da Selic. Caso a oferta seja exógena, o mercado absorveria a oferta do BCB. Para atender a oferta, haveria troca de ativos por parte das instituições em busca de remuneração no interbancário.

Duas perguntas surgem a partir da análise do diferencial entre a Selic e sua meta. A primeira pergunta é por que ocorre o excesso de liquidez estrutural no mercado interbancário, ou seja, por que o BCB sistematicamente opera enxugando liquidez. A segunda pergunta é o que impediria (ou, motivaria) o BCB de fazer com que o diferencial médio da taxa Selic para a sua meta seja igual a zero. A resposta à primeira pergunta está associada à estrutura de financiamento da dívida pública brasileira que é lastreada com considerável volume em títulos de curto prazo. Além disso, a taxa paga pelas operações compromissadas garante remuneração para o excesso de liquidez compatível com os retornos dos negócios bancários. A resposta à segunda pergunta é que os leilões do BCB cortam a taxa em um nível menor do que a Selic meta e as operações no interbancário usam as compromissadas com o BCB como balizador de taxas impedindo flutuações nesse mercado.

Além da discussão sobre a média do diferencial entre a Selic e sua meta, outra discussão relevante é a baixa volatilidade desse diferencial. Essa baixa volatilidade é consequência direta das respostas às duas questões anteriores. Como há grande liquidez e como as taxas das operações compromissadas do BCB servem de balizador para as operações do interbancário, o espaço para maior volatilidade do diferencial entre a Selic e sua meta é limitado. Isso não significa que o BCB não possa provocar maior volatilidade, de acordo com o modelo descrito acima. Essa maior volatilidade pode ser inserida no sistema se o BCB deixa de enxugar toda a liquidez em uma determinada data. Isso poderá fazer com que a taxa de juros naquele dia seja menor. No entanto, o BCB pode corrigir no dia seguinte enxugando aquele excesso, aceitando taxas de corte maiores. Evidentemente, a questão que necessita resposta é qual a consequência

de uma maior volatilidade do diferencial da Selic para sua meta. No exemplo discutido acima, operacionalmente poderia se argumentar que haveria espaço para redução dos custos do enxugamento de liquidez. Além disso, poderia haver deslocamento dessa liquidez para outros ativos, com pressão positiva nos preços dos papéis de maior prazo e mesmo para outras operações bancárias. Por outro lado, maior volatilidade no diferencial da taxa Selic poderia implicar em consequências para a execução da política monetária e, além disso, seria necessário avaliar se essa volatilidade se refletiria ao longo da curva de juros.

A título de ilustração, as figuras 4.1 e 4.2 apresentam os níveis de volatilidade do diferencial de taxa de juros nos Estados Unidos e na zona do Euro. Os valores estão acima dos valores de volatilidade para o diferencial da taxa Selic.

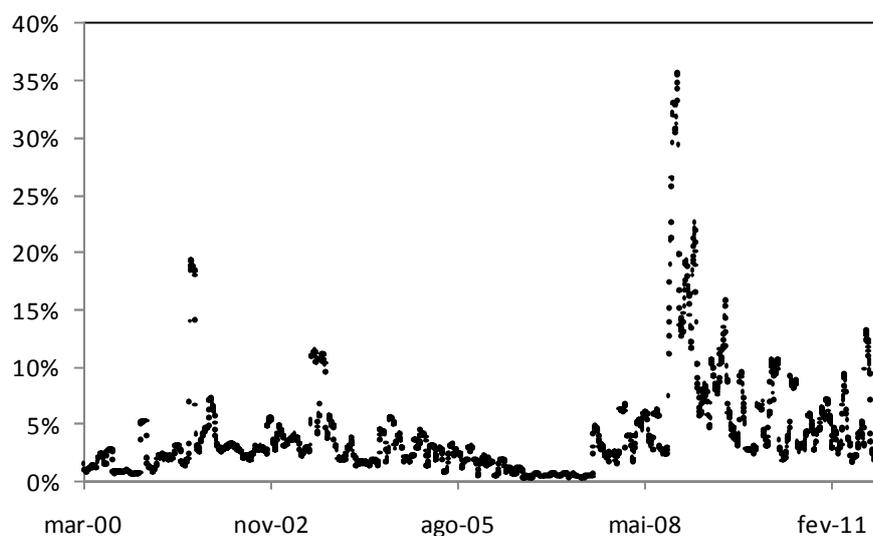


Figura 4.2 – Volatilidade do diferencial dos Fed funds em relação à taxa de referência

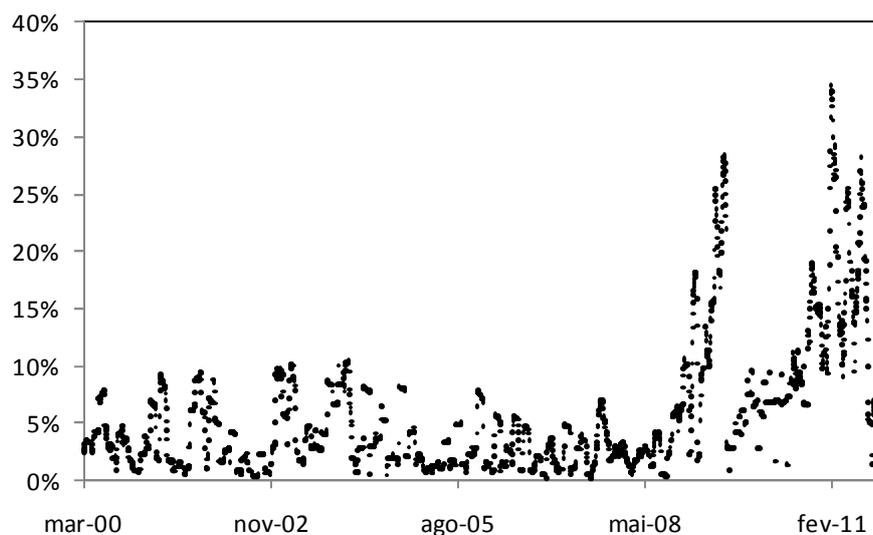


Figura 4.3 – Volatilidade do diferencial da EONIA em relação à taxa de referência

## 5. Conclusões

Um dos objetivos da operacionalização da política monetária é manter a taxa básica de juros, Selic, próxima da meta estabelecida pelo Comitê de Política Monetária. Este trabalho mostra que historicamente a taxa Selic, na média, é inferior ao valor estabelecido para a sua meta pelo Copom, o que é resultado de uma situação de liquidez estrutural no sistema interbancário.

Esses resultados indicam um viés para o comportamento desse diferencial que é analisado em um modelo estocástico de controle por impulso. O objetivo da análise é mostrar que é possível atingir o resultado observado nos dados empíricos, se a função de desempenho do modelo de controle estocástico for calibrada com maior tolerância à liquidez do que à falta de liquidez.

A análise realizada no modelo independe do fato da oferta de reservas ser endógena ou exógena. A análise está fundamentada apenas na idéia de que o Banco Central pode interferir no comportamento do diferencial da Selic para a sua meta. Assim, podemos afirmar que o modelo está coerente com a idéia de que o Banco Central pode controlar a taxa de juros utilizando as operações de mercado aberto (o foco do modelo discutido). Em um contexto onde a oferta de reservas é exógena, o controle é feito pela quantidade ofertada nos leilões. Em um contexto onde a oferta de reservas é endógena, as intervenções são definidas nos preços de corte dos leilões.

Várias situações podem contribuir para uma situação estrutural de liquidez no sistema, tais como a própria busca dos agentes em manter essa liquidez, ou o interesse do Banco Central de que haja oferta abundante de dinheiro no mercado interbancário. Esse trabalho discute essa situação levando em consideração o compromisso da autoridade monetária com o sistema de metas de inflação e, com isso, o compromisso de que a Selic não se afaste de sua meta e, ao mesmo tempo, o compromisso com a gerência de liquidez do sistema com uma situação de liquidez estrutural que leva a um diferencial negativo da taxa Selic para sua meta. O confronto do modelo com os dados observados revela maior tolerância a uma situação de sobra de liquidez no sistema do que com situações de falta de liquidez. Além disso, os dados revelam a opção do BCB em manter baixa a volatilidade do diferencial entre a Selic e sua meta. Para alterar essa estratégia o BCB poderia em uma determinada data enxugar um volume inferior à demanda do mercado. A queda na taxa de juros seria corrigida no dia seguinte. Essa estratégia envolveria menores custos, mas deveria estar subordinada à política monetária. Isso significa que a escolha do nível de volatilidade desejado é um dos parâmetros de política. Vale destacar que nos EUA e na zona do Euro, são maiores as volatilidades do diferencial da taxa básica e sua meta quando comparados ao caso brasileiro.

## Referências Bibliográficas

BARTOLINI, Leonardo, BERTOLA, Giuseppe e PRATI, Alessandro. Banks' Reserve Management, Transaction Costs, and the Timing of Federal Reserve Intervention. *International Monetary Fund*, IMF Working Paper WP/00/163. 2000a.

\_\_\_\_\_. Day-to-Day Monetary Policy and the Volatility of the Federal Funds Interest Rate. *International Monetary Fund*, IMF Working Paper WP/00/206. 2000b.

BORIO, Claudio. Monetary Policy Operating Procedures in Industrial Countries. *Bank for International Settlements*, BIS Working Papers n. 40. 1997.

CABRAL, Rodrigo e LOPES, Mariana. Benchmark para a Dívida Pública: Duas Abordagens Alternativas. *IX Prêmio Tesouro Nacional de Monografias*. 2004.

CLINTON, K. Implementation of Monetary Policy in a Regime with Zero Reserve Requirements. *Bank of Canada*, Working Paper 97-8. 1997.

FEINMAN, R. A. Reserve Requirements: History Current Practice, and Potential Reform. *Federal Reserve Bulletin*, v. 79. n.6, p. 571-589. 1993.

GARCIA, Márcio G. P. Public Debt Management, Monetary Policy and Financial Institutions. *Papers PUC-RJ*. 2002.

HARTMANN, Philipp, MANNA, Michele e MANZANARES, Andrés. The Microstructure of the Euro Money Market. *Journal of International Money and Finance*, v. 20, pgs. 895-948. 2001.

HARVEY, Campbell e HUANG, Roger. The Impact of the Federal Bank's Open Market Operations. *Journal of Financial Markets*, v. 5, p. 223-257. 2002.

OKSENDAL, Bernt e SULEM, Agnès. *Applied Stochastic Control of Jump Diffusions*. Springer. 2005.

QUEIROZ, Mardilson F. Gerenciamento das Reservas Bancárias – Contágio, Previsibilidade do Comportamento Diário dos Bancos e Expectativa. *Tese de Doutorado, UNB*. 2004.

QUIRÓS, Gabriel R. e MENDIZÁBAL, Hugo R. The Daily Market for Funds in Europe: Has Something Changed with the EMU? *European Central Bank, Working Paper n. 67*. 2001.

RODRIGUES, Eduardo A. S. e TAKEDA, Tony. Recolhimentos Compulsórios e Distribuição das Taxas de Empréstimos Bancários no Brasil. *Anais do XXXII Encontro Nacional de Economia – ANPEC*. 2004.

SALES, Adriana S. e TANNURI-PIANTO, Maria E. Mercado de Reservas Bancárias e Identificação de Choques de Política Monetária para o Brasil. *Anais do XXVII Encontro Brasileiro de Econometria – SBE*. 2005.

SCHABERT, Andreas. Interactions of Monetary and Fiscal Policy in a Business Cycle Model with Open Market Operations. *Royal Economic Society Annual Conference*, n. 184. 2003.

THORNTON, Daniel L. The Fed and Short-term Rates: Is It Open Market Operations, Open Mouth Operations or Interest Rate Smoothing? *Journal of Banking & Finance*, v. 28, pg. 475-498. 2004.

TORRES, Marcos José R. Operacionalidade da Política Monetária. *Tese de Doutorado, UNICAMP*. 1999.

## Apêndice A

**Definição:** Seja  $H$  o espaço de todas as funções mensuráveis  $h : S \rightarrow \mathfrak{R}$ . O operador de intervenção  $M : H \rightarrow H$  é definido por:

$$Mh(y) = \inf \{h(\Gamma(y, \xi)) + K(y, \xi)\}$$

Seja o conjunto de tempos de parada:

$$T = \{\tau; \tau \text{ tempo de parada, } 0 \leq \tau \leq \tau_s\}$$

onde  $S$  é a região de solvência.

### Teorema de verificação para problemas estocásticos de controle por impulso

a) Suponha que nós podemos encontrar  $\phi : \bar{S} \rightarrow \mathfrak{R}$ , tal que:

$$(i) \phi \in C^1(S) \cap C(\bar{S})$$

$$(ii) \phi \leq M\phi \text{ em } S$$

Defina a região de continuação como:

$$D = \{y \in S; \phi(y) < M\phi(y)\}$$

Considere

$$(iii) E^y \left[ \int_0^{\tau_s} \mathfrak{N}_{\partial D}(Y(t)) dt \right] = 0 \text{ para todo } y \in S, v \in V$$

(iv)  $\partial D$  é uma superfície de Lipschitz

(v)  $\phi \in C^2(S \setminus \partial D)$  com derivadas localmente limitadas próximas a  $\partial D$

(vi)  $A\phi + F \geq 0$  em  $S \setminus \partial D$

(vii)  $\phi(Y(t)) \rightarrow g(Y(\tau_S)) \cdot \mathbf{1}_{\{\tau_S < \infty\}}$  na medida em que  $t \rightarrow \tau_S^-$

(viii)  $\{\phi^-(Y(\tau)); \tau \in T\}$  é uniformemente integrável

$$(ix) E^y \left[ \left| \phi(Y(\tau)) \right| + \int_0^{\tau_S} \left\{ A\phi(Y(t)) + \left| \sigma^T(Y(t)) \nabla \phi(Y(t)) \right|^2 \right. \right. \\ \left. \left. + \sum_{j=1}^l \int_{\mathfrak{R}} \left| \phi(Y(t) + \eta^{(j)}(Y(t), z_j)) - \phi(Y(t)) \right|^2 \nu_j(dz_j) \right\} dt \right] < \infty$$

para todo  $\tau \in T, v \in V, y \in S$ .

Então:

$$\phi(y) \leq \Phi(y) \text{ para todo } y \in S$$

b) Suponha também que:

(x)  $A\phi + F = 0$  em  $D$

(xi)  $\hat{\xi}(y) \in \text{Arg min}\{\phi(\Gamma(y, \cdot)) + K(y, \cdot)\} \in Z$  existe para todo  $y \in S$  e  $\hat{\xi}(\cdot)$  é uma seleção mensurável de Borel.

Faça  $\hat{\tau}_0 = 0$  e defina  $\hat{\nu} = (\hat{\tau}_1, \hat{\tau}_2, \dots; \hat{\xi}_1, \hat{\xi}_2, \dots)$  indutivamente por

$$\hat{\tau}_{j+1} = \inf \left\{ t > \hat{\tau}_j; Y^{(\hat{\nu}_j)} \notin D \right\} \wedge \tau_S \text{ e } \hat{\xi}_{j+1} = \hat{\xi} \left( Y^{(\hat{\nu}_j)} \left( \hat{\tau}_{j+1}^- \right) \right)$$

se  $\hat{\tau}_{j+1} < \tau_S$ , onde  $Y^{(\hat{\nu}_j)}$  é o resultado da aplicação do controle:

$$\hat{\nu}_j := (\hat{\tau}_1, \dots, \hat{\tau}_j, \dots; \hat{\xi}_1, \dots, \hat{\xi}_j) \text{ em } Y.$$

Suponha

(xii)  $\hat{\nu} \in V$  e que  $\left\{ \phi \left( Y^{(\hat{\nu})}(\tau) \right); \tau \in T \right\}$  é uniformemente integrável.

Então,

$$\phi(y) = \Phi(y)$$

e  $\hat{\nu}$  é o controle por impulso ótimo.

# Banco Central do Brasil

## Trabalhos para Discussão

Os Trabalhos para Discussão do Banco Central do Brasil estão disponíveis para download no website <http://www.bcb.gov.br/?TRABDISCLISTA>

## Working Paper Series

The Working Paper Series of the Central Bank of Brazil are available for download at <http://www.bcb.gov.br/?WORKINGPAPERS>

- |            |   |          |
|------------|---|----------|
| <b>241</b> | <b>Macro Stress Testing of Credit Risk Focused on the Tails</b><br><i>Ricardo Schechtman and Wagner Piazza Gaglianone</i>   | May/2011 |
| <b>242</b> | <b>Determinantes do Spread Bancário Ex-Post no Mercado Brasileiro</b><br><i>José Alves Dantas, Otávio Ribeiro de Medeiros e Lúcio Rodrigues Capelletto</i>  | Mai/2011 |
| <b>243</b> | <b>Economic Activity and Financial Institutional Risk: an empirical analysis for the Brazilian banking industry</b><br><i>Helder Ferreira de Mendonça, Délio José Cordeiro Galvão and Renato Falci Villela Loures</i> | May/2011 |
| <b>244</b> | <b>Profit, Cost and Scale Efficiency for Latin American Banks: concentration-performance relationship</b><br><i>Benjamin M. Tabak, Dimas M. Fazio and Daniel O. Cajueiro</i>  | May/2011 |
| <b>245</b> | <b>Pesquisa Trimestral de Condições de Crédito no Brasil</b><br><i>Clodoaldo Aparecido Annibal e Sérgio Mikio Koyama</i>  | Jun/2011 |
| <b>246</b> | <b>Impacto do Sistema Cooperativo de Crédito na Eficiência do Sistema Financeiro Nacional</b><br><i>Michel Alexandre da Silva</i>   | Ago/2011 |
| <b>247</b> | <b>Forecasting the Yield Curve for the Euro Region</b><br><i>Benjamin M. Tabak, Daniel O. Cajueiro and Alexandre B. Sollaci</i>   | Aug/2011 |
| <b>248</b> | <b>Financial regulation and transparency of information: first steps on new land</b><br><i>Helder Ferreira de Mendonça, Délio José Cordeiro Galvão and Renato Falci Villela Loures</i>                                | Aug/2011 |
| <b>249</b> | <b>Directed clustering coefficient as a measure of systemic risk in complex banking networks</b><br><i>B. M. Tabak, M. Takami, J. M. C. Rocha and D. O. Cajueiro</i>  | Aug/2011 |
| <b>250</b> | <b>Recolhimentos Compulsórios e o Crédito Bancário Brasileiro</b><br><i>Paulo Evandro Dawid e Tony Takeda</i>   | Ago/2011 |
| <b>251</b> | <b>Um Exame sobre como os Bancos Ajustam seu Índice de Basileia no Brasil</b><br><i>Leonardo S. Alencar</i>   | Ago/2011 |
| <b>252</b> | <b>Comparação da Eficiência de Custo para BRICs e América Latina</b><br><i>Lycia M. G. Araujo, Guilherme M. R. Gomes, Solange M. Guerra e Benjamin M. Tabak</i>   | Set/2011 |

- 253 **Bank Efficiency and Default in Brazil: causality tests** Oct/2011  
*Benjamin M. Tabak, Giovana L. Craveiro and Daniel O. Cajueiro*
- 254 **Macroprudential Regulation and the Monetary Transmission Mechanism** Nov/2011  
*Pierre-Richard Agénor and Luiz A. Pereira da Silva*
- 255 **An Empirical Analysis of the External Finance Premium of Public Non-Financial Corporations in Brazil** Nov/2011  
*Fernando N. de Oliveira and Alberto Ronchi Neto*
- 256 **The Self-insurance Role of International Reserves and the 2008-2010 Crisis** Nov/2011  
*Antonio Francisco A. Silva Jr*
- 257 **Cooperativas de Crédito: taxas de juros praticadas e fatores de viabilidade** Nov/2011  
*Clodoaldo Aparecido Annibal e Sérgio Mikio Koyama*
- 258 **Bancos Oficiais e Crédito Direcionado – O que diferencia o mercado de crédito brasileiro?** Nov/2011  
*Eduardo Luis Lundberg*
- 259 **The impact of monetary policy on the exchange rate: puzzling evidence from three emerging economies** Nov/2011  
*Emanuel Kohlscheen*
- 260 **Credit Default and Business Cycles: an empirical investigation of Brazilian retail loans** Nov/2011  
*Arnildo da Silva Correa, Jaqueline Terra Moura Marins, Myrian Beatriz Eiras das Neves and Antonio Carlos Magalhães da Silva*
- 261 **The relationship between banking market competition and risk-taking: do size and capitalization matter?** Nov/2011  
*Benjamin M. Tabak, Dimas M. Fazio and Daniel O. Cajueiro*
- 262 **The Accuracy of Perturbation Methods to Solve Small Open Economy Models** Nov/2011  
*Angelo M. Fasolo*
- 263 **The Adverse Selection Cost Component of the Spread of Brazilian Stocks** Nov/2011  
*Gustavo Silva Araújo, Claudio Henrique da Silveira Barbedo and José Valentim Machado Vicente*
- 264 **Uma Breve Análise de Medidas Alternativas à Mediana na Pesquisa de Expectativas de Inflação do Banco Central do Brasil** Jan/2012  
*Fabia A. de Carvalho*
- 265 **O Impacto da Comunicação do Banco Central do Brasil sobre o Mercado Financeiro** Jan/2012  
*Marcio Janot e Daniel El-Jaick de Souza Mota*
- 266 **Are Core Inflation Directional Forecasts Informative?** Jan/2012  
*Tito Nícias Teixeira da Silva Filho*
- 267 **Sudden Floods, Macroprudention Regulation and Stability in an Open Economy** Feb/2012  
*P.-R. Agénor, K. Alper and L. Pereira da Silva*

<b>268</b>	<b>Optimal Capital Flow Taxes in Latin America</b> <i>João Barata Ribeiro Blanco Barroso</i>	Mar/2012
<b>269</b>	<b>Estimating Relative Risk Aversion, Risk-Neutral and Real-World Densities using Brazilian Real Currency Options</b> <i>José Renato Haas Ornelas, José Santiago Fajardo Barbachan and Aquiles Rocha de Farias</i>	Mar/2012
<b>270</b>	<b>Pricing-to-market by Brazilian Exporters: a panel cointegration approach</b> <i>João Barata Ribeiro Blanco Barroso</i>	Mar/2012
<b>271</b>	<b>Optimal Policy When the Inflation Target is not Optimal</b> <i>Sergio A. Lago Alves</i>	Mar/2012
<b>272</b>	<b>Determinantes da Estrutura de Capital das Empresas Brasileiras: uma abordagem em regressão quantílica</b> <i>Guilherme Resende Oliveira, Benjamin Miranda Tabak, José Guilherme de Lara Resende e Daniel Oliveira Cajueiro</i>	Mar/2012
<b>273</b>	<b>Order Flow and the Real: Indirect Evidence of the Effectiveness of Sterilized Interventions</b> <i>Emanuel Kohlscheen</i>	Apr/2012
<b>274</b>	<b>Monetary Policy, Asset Prices and Adaptive Learning</b> <i>Vicente da Gama Machado</i>	Apr/2012
<b>275</b>	<b>A geographically weighted approach in measuring efficiency in panel data: the case of US saving banks</b> <i>Benjamin M. Tabak, Rogério B. Miranda and Dimas M. Fazio</i>	Apr/2012
<b>276</b>	<b>A Sticky-Dispersed Information Phillips Curve: a model with partial and delayed information</b> <i>Marta Areosa, Waldyr Areosa and Vinicius Carrasco</i>	Apr/2012
<b>277</b>	<b>Trend Inflation and the Unemployment Volatility Puzzle</b> <i>Sergio A. Lago Alves</i>	May/2012