

O CONTROLE DE INFLAÇÃO EM UM REGIME DE METAS DE INFLAÇÃO: UMA ABORDAGEM FUZZY

ALEXANDRE C.G.DE SOUZA

*Departamento Economia, Universidade Federal do Paraná
R.Dr. Lothário Meissner, 3400 – Jardim Botânico – Curitiba-PR
E-mail: alexandrecgs@gmail.com*

Abstract— Inflation control is a complex task of the Central Banks. To support this institutional responsibility, many countries, included Brazil, have applied inflation targeting regime. The fuzzy framework has been used in several disciplines with strong results, mainly in complex system control. This work aims to discuss the viability of the fuzzy framework in the inflation control based on an inflation-targeting regime. In an exploratory way, will be developed fuzzy control models to simulate some actions of the Central Bank of Brazil. The basic brazilian interest rate resulted in the simulations will be compared with the effective interest applied by the Central Bank, evaluating the proposed model performance.

Keywords— inflation, inflation targeting, fuzzy, control.

Resumo— O controle de inflação é uma tarefa complexa a cargo dos Bancos Centrais. Para cumprir com essa responsabilidade institucional, o regime de metas de inflação tem sido aplicado por um grande número de países, dentre eles o Brasil. A abordagem fuzzy tem sido utilizada em diversas áreas do conhecimento humano com resultados robustos, principalmente em controle de sistemas complexos. Nesse contexto, o objetivo principal desse trabalho é o de discutir a viabilidade de uso da abordagem fuzzy no controle de inflação baseado em um regime de Metas de Inflação. Para tanto, de forma exploratória, será desenvolvido um modelo de controle fuzzy por meio do qual algumas ações do Banco Central do Brasil serão simuladas. As taxas de juros básica resultantes das simulações serão comparadas com a taxa efetivamente aplicada pelo Banco Central de forma a avaliar o desempenho do modelo proposto.

Palavras-chave— inflação, metas de inflação, *fuzzy*, controle.

1 Introdução

Nas últimas décadas, a estabilidade de preços se tornou o principal objetivo de política macroeconômica em diversos países. O controle da inflação é uma tarefa complexa a cargo dos Bancos Centrais, que no âmbito de sua competência como Autoridade Monetária, fazem uso de instrumentos como taxas de juros, recolhimentos compulsórios, *accountability*, entre outros. No entanto, em economias em que os preços são determinados livremente nos mercados, os Bancos Centrais têm controle limitado sobre a inflação. Deste modo, objetivando aperfeiçoar o arcabouço institucional atinentes à execução de política monetária, diversos países desenvolvidos e em desenvolvimento, vêm empregando o regime de metas de inflação.

Fazendo uma analogia com um sistema de controle, é plausível conceber o arcabouço de metas de inflação como um sistema de controle de malha fechada em que a variável controlada (ou variável de estado) é a inflação e a variável manipulada (ou variável de controle) é a taxa de juros básica definida pelo Banco Central.

A abordagem *fuzzy*, também denominada de nebulosa, foi desenvolvida a partir de um conjunto de esforços que objetivava melhorar a precisão e a robustez dos controles de sistemas complexos de enge-

nharia. Tais sistemas apresentavam problemas semelhantes aos da teoria econômica atual, tanto no que diz respeito ao elevado grau de formalização matemática exigido, quanto à dificuldade de alcançar resultados satisfatórios de controle.

O objetivo principal desse trabalho é o de discutir a viabilidade de uso da abordagem *fuzzy* no controle de inflação baseado em um regime de Metas de Inflação. Para tanto, de forma exploratória, será desenvolvido um modelo de controle *fuzzy* por meio do qual algumas ações do Banco Central do Brasil serão simuladas. As taxas de juros básica resultantes das simulações serão comparadas com a taxa efetivamente aplicada pelo Banco Central de forma a avaliar o desempenho do modelo proposto.

Nesse sentido, o trabalho é organizado da seguinte forma: inicialmente, discorreu-se sobre os aspectos teóricos relacionados ao regime de Metas de Inflação. Em seguida, a abordagem *fuzzy* é apresentada dando destaque aos sistemas de controle *fuzzy*. No item quatro, são expostos o modelo *fuzzy* de controle de inflação proposto e os resultados das simulações efetuadas. Por fim, apresentam-se as conclusões do artigo.

2 Metas de Inflação

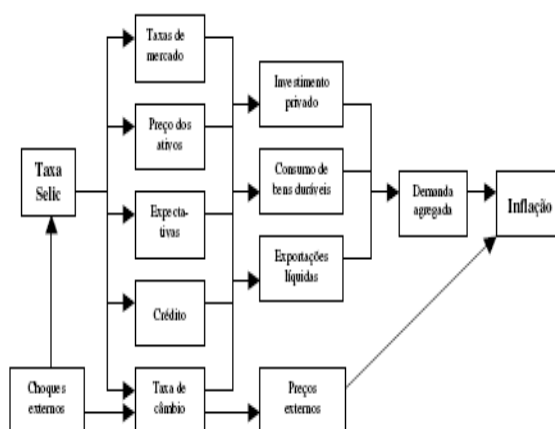
O controle da inflação tem suscitado um amplo debate teórico e prático acerca da estratégia ótima a ser adotada pelo Banco Central. Um dos pontos centrais dessas discussões refere-se à dicotomia “regras versus discricção”, ou seja, se na condução de política monetária o Banco Central deve fazer uso de regras explícitas e rígidas ou deve agir discricionariamente, caso em que é facultado a autoridade monetária intervir em função das circunstâncias observadas da economia.

O regime de metas de inflação se insere nessa discussão na medida em que se trata de um arcabouço formatado por concepções extremas de política monetária. Por um lado, consiste em um conjunto de regras rígidas, definidas e divulgadas antecipadamente que deverão ser seguidas pelo Banco Central; por outro lado, permite que a autoridade monetária atue discricionariamente, dentro de um intervalo de inflação previamente definido e através de instrumentos operacionais que lhe são próprios (BERNANKE e MISKHIN, 1997).

O princípio básico do regime de metas de inflação é o anúncio de uma meta de inflação crível a ser perseguida pelo Banco Central, mediante ampla divulgação e transparência à sociedade. O principal instrumento à disposição das autoridades monetárias é a taxa de juros básica da economia, que é definida com base na inflação futura esperada. Esta forma de atuação indica um comportamento antecipativo (*forward-looking*) da autoridade monetária.

A capacidade da taxa de juros nominal de influenciar a inflação tem sido objeto de diversos estudos econômicos relacionados aos canais de transmissão de política monetária (BANCO CENTRAL, 1999; MENDONÇA, 2001). Importante ressaltar que o Banco Central não tem controle direto da inflação já que os preços de bens e serviços em uma economia de mercado são definidos pela interação entre os agentes nos respectivos mercados. O Banco Central influencia os preços apenas indiretamente, através das taxas de juros básica na economia, de curtíssimo prazo, denominadas no Brasil de “taxas Selic”.

Da definição da taxa de juros nominal de curto prazo ao controle efetivo da inflação percorrem-se trajetórias lógicas e seqüenciais, conhecidas como canais de transmissão de política monetária e que são definidas a partir das inter-relações de causa-efeito entre as diversas variáveis econômicas. O canal mais comum é o da taxa de juros (vide Figura 1): a variação da taxa de juros de curto prazo pelo Banco Central age sobre as taxas de empréstimos e financiamentos, que por sua vez (des)estimula investimentos e consumo, agregados da demanda agregada; estes, enfim, influenciam a taxa de inflação. Ou seja, o efeito da taxa de juros na inflação parte da sua correlação com a demanda agregada, via agregados, e desta com a inflação.



Fonte: Banco Central do Brasil (1999) apud Mendonça (2001)

Figura 1 – Canal de Transmissão de Política Monetária

As relações dispostas na Figura 1, muito embora bastante intuitivas, são formalizadas matematicamente a partir da Teoria Macroeconômica convencional, possibilitando maior discernimento e compreensão desse regime de política monetária, além de permitir o desenvolvimento de diversos modelos econométricos e matemáticos voltados para simulação. Em Svensson (1997), por exemplo, a questão de controle de inflação é compreendida a partir de um problema de minimização, com restrições, da função perda social intertemporal (L) cujas variáveis independentes são o hiato do produto (y) e o desvio da meta de inflação ($\pi - \pi^*$). As suas restrições são equações que formalizam o canal de transmissão, como a curva IS para economia aberta representando o equilíbrio do mercado de bens e serviços, a curva de Philips, indicando o *trade-off* entre inflação e desemprego, entre outras. Vale ressaltar que algumas variáveis são definidas como sendo estocásticas. A partir da solução do problema de minimização é determinada a taxa de juros ótima¹.

Como alternativa à complexa modelagem da economia necessária para obtenção da taxa de juros ótima, TAYLOR (1993) propôs uma função de reação bastante simples onde a taxa de juros é definida a partir de algumas variáveis, como taxa real de juros de equilíbrio, desvio da meta de inflação e hiato do produto. HALDANE e SIMON (1995, apud Sicsú, 2007) apresentam uma regra ainda mais simples,

¹ Um exemplo da complexidade do aparato matemático usado no regime de metas de inflação pode ser encontrado em BOGDANSKI ET AL(2000). No artigo que introduziu tal regime no Brasil, os autores apresentam funções objetivas de otimização para definição da trajetória ótima de taxas de juros. Na versão estocástica, a função perda social (L) a ser minimizada é:

$$L = \sum_{r=1}^N [\lambda_1 E[(\pi_{t+r} - \pi_{t+r}^*)^2] + \lambda_2 E[(h_{t+r}^2) + \lambda_3 (\Delta i_{t+r})^2]$$

Onde: L =a perda social a ser minimizada; π e π^* = logaritmo da inflação e meta de inflação ; h = \hat{e} o logaritmo do hiato do produto; i = o logaritmo da taxa de juros ; λ 's = os parâmetros.

onde a variação da taxa de juros (Δi_t) é função do desvio entre a expectativa do Banco Central de variação de preços no fim do período ($E_t^{BC}(\Delta p_{t+1})$) e a meta de inflação (MI), conforme a equação abaixo:

$$\Delta i_t = \alpha [E_t^{BC}(\Delta p_{t+1}) - MI]$$

A justificativa para o emprego dessa regra heurística, conhecida genericamente por “regra de Taylor”, é a de que ela não traz resultados significativamente piores que as regras mais complexas baseadas em modelos de otimização (Taylor, 1999, apud Freitas e Muinhos, 2001). Nesse sentido, SICSÚ (2007, 94) bem esclarece que “a regra convencional que busca disciplinar a política monetária que vigora nos dias de hoje é simples: se pressões inflacionárias ou a própria inflação estão presentes, eleva-se a taxa de juros; se a inflação ou as pressões inflacionárias desaparecem, a taxa de juros deve ser reduzida”

Podemos, então, resumir a reação dos Bancos Centrais no regime de metas de inflação a partir do comportamento das seguintes variáveis:

- **inflação observada** – como o compromisso da autoridade monetária com a sociedade é em relação à taxa de inflação anual, o Banco Central reage à medida que as expectativas de inflação superem as metas de inflação estipuladas (não só a meta do ano corrente, como também a meta dos dois anos seguintes).

- **“hiato” do produto** – o Banco Central acompanha o ritmo do crescimento do produto efetivo em relação ao produto potencial da economia. Na medida em que o produto efetivo se aproxima do produto potencial é plausível esperar por pressões inflacionárias, uma vez que o ajuste do setor produtivo se dará via preços e não via aumento de produção.

- **choques** – a economia está sujeita a choques de diversas naturezas e origens, com capacidade de gerar impactos na inflação. Sendo evento de natureza aleatória, sua previsibilidade é muito baixa, restando à autoridade monetária responder rápida e efetivamente na sua ocorrência.

3 Controle Fuzzy

O uso da Teoria de Controle convencional em economia tem recebido diversas críticas pois a capacidade dos agentes em antecipar ações de política econômica torna o controle de sistemas econômicos bastante distinto do controle de sistemas de engenharia. Além disto, as características complexas dos sistemas econômicos, que envolvem uma multiplicidade de variáveis e relações, muitas delas não-lineares, exigem uma formalização matemática de grau muito avançado (OGATA, 2006; BLANCHARD, 1999; KYDLAND e PRESCOTT, 1977).

A construção da teoria *fuzzy* teve como marco inicial o artigo de Lofti Zadeh sobre conjuntos *fuzzy*

em 1965 – *Fuzzy Sets* – e decorreu da insatisfação em relação aos métodos convencionais de controle em engenharia, como a Teoria de Sistemas e Teoria de Controle convencional, no tratamento formal da complexidade e da incerteza. A teoria *fuzzy* é usada para modelar informações vagas e imprecisas, bastantes comuns na linguagem e na ação humana relacionadas a tomadas de decisão e a controle de processos (ZADEH, 1965; KLIR e YUAN, 1995)

Diferentemente do sistema de controle convencional, em que há necessidade de uma rigorosa formalização matemática, no controle *fuzzy* é explorada a capacidade cognitiva do ser humano em controlar sistemas complexos (MACNEILL e FREIGBERGER, 1994). SHAW e SIMÕES (1999,9) ilustram a diferença de enfoque entre os métodos de controle convencional e o controle *fuzzy* por meio do seguinte esquema:

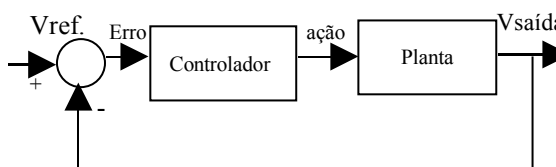


Figura 2 – Sistema de Controle Fuzzy

Na dinâmica de um servomecanismo, como o ilustrado na Figura 2, quando um valor de referência é imposto ao sistema, o controlador humano agiria sobre a planta desconhecida em função do erro entre o sinal de saída e o de referência. No sistema de controle convencional o que é modelada é a planta (o objeto ou o processo a ser controlado) por meio de um conjunto de equações dinâmicas e o controlador agiria automaticamente alterando os parâmetros para garantir eficácia no controle. No controle *fuzzy*, por sua vez, o foco de modelagem passa a ser o controlador, o operador humano, a partir da observação de seu comportamento e de suas tomadas de decisão diante às diversas circunstâncias factuais depa-
radas, criando regras heurísticas representativas.

4 O Modelo Fuzzy para Regime de Metas de Inflação

A complexidade inerente aos sistemas econômicos e o alto nível de incertezas a eles associados são fortes indícios de que o ferramental *fuzzy* pode ser útil em tarefas importantes a cargo de autoridades monetárias, a exemplo das decisões de política monetária, como sugerem os estudos realizados por Rizzi et alli (2003) e Mitze (1999).

Nesse sentido, o esquema de servomecanismo apresentado no item anterior pode ser adaptado ao controle de inflação pelo Banco Central que conduz a política monetária com base no regime de metas de inflação. O valor de referência do sistema neste caso seria a meta da inflação estabelecida pelo Conselho

Monetário Nacional. O controlador seria o próprio Banco Central que, mediante decisão quanto à taxa de juros, buscaria corrigir o erro entre o valor de referência de inflação (meta anual) e o valor de saída (inflação observada e expectativa de inflação) da “planta” que seria o sistema econômico.

Como em qualquer controle *fuzzy*, a modelagem se dedica a verificar o comportamento do controlador, no caso, a reação do Banco Central em definir taxa de juros frente a erros de inflação e de hiato de produto dada pela “regra de Taylor”. No esquema a seguir, a Figura 2 é adaptada para o caso do regime de metas de inflação em que a regra de Taylor é definida apenas em função da inflação:

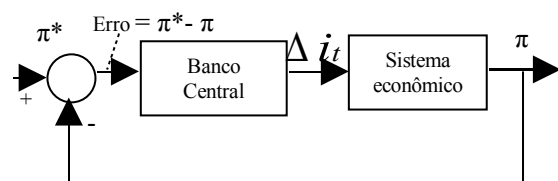


Figura 3 – Controle Fuzzy - Regime de Metas de Inflação

No Gráfico 1 a seguir, são apresentadas as trajetórias da variação da taxa selic definida Banco Central (Deltaselic) juntamente com o desvio da expectativa dos próximos doze meses em relação à meta de inflação a valer nos doze meses seguintes² (Erro12m), já que a ação do banco busca atingir não só a inflação do ano corrente mas também a do ano seguinte. Verifica-se uma dinâmica muito próxima na trajetória das variáveis. Por exemplo, em setembro de 2002 a variável Erro12m estava no patamar de -0,6%, indicando que as expectativas estavam convergindo com a meta de inflação, de forma que a reação do Banco Central foi a de manter a taxa de juros constante em 18,0% (i.e. deltaselic = 0). No mês seguinte, outubro de 2002, Erro12m estava em 1,7%, indicando uma possível trajetória ascendente e perda da convergência em relação à meta. A reação do Banco Central foi de aumentar a taxa de juros para 21,0% (i.e., deltaselic = 3,0%)

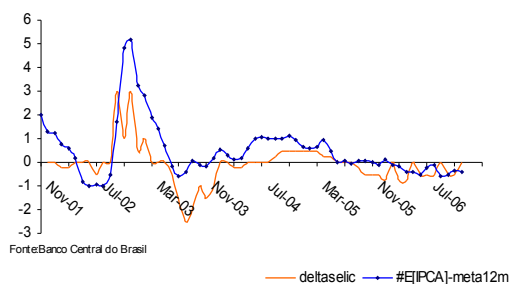


Gráfico 1 – Trajetórias de Erro x Reação do Banco Central

² Ou seja, a média entre as metas, ponderada pelos meses de cada ano. Assim por exemplo, como a meta para 2004 foi de 5,5% e a de 2005, 5,1%, em outubro de 2004 a meta nos próximos 12 meses seria: $(3 \times 5,5 + 9 \times 5,1) / 12 = 5,2\%$. Erro = $E[IPCA] - \text{meta12m}$

O sistema *fuzzy* de controle de inflação em regime de metas de inflação proposto neste trabalho foi estruturado conforme consta em Mendel (1995) e implementado no *Fuzzy Toolbox* do *software* Matlab. Este pacote permite o desenvolvimento de modelos baseados em lógica *fuzzy*, oferecendo alternativas de método de inferência (p.ex., Mamdani), de *defuzzificação* (p.ex., centróide), entre outras possibilidades.

As variáveis de entrada consideradas nesse modelo foram: desvio da expectativa de inflação em relação à meta de inflação, ambos referentes aos doze meses subsequentes ($\text{ErroPi} = E[\pi] - \pi^*$), a variação de ErroPi ($\text{VarErroPi}_t = \text{ErroPi}_t - \text{ErroPi}_{t-1}$) e a utilização da capacidade instalada (UCI). As expectativas de inflação consideradas foram as “expectativas de mercado”, estimativas do Índice de Preços ao Consumidor Amplo-IPCA, calculadas por entidades especializadas (bancos, consultoria econômicas, federações de comércio, etc) e divulgadas pelo Banco Central. Por sua vez, a variável de saída foi a variação na taxa selic, estimada pelo modelo (SelicFuz).

O primeiro versão do modelo contou com as variáveis de entrada ErroPi e VarErroPi e teve o seguinte esquema de controle:

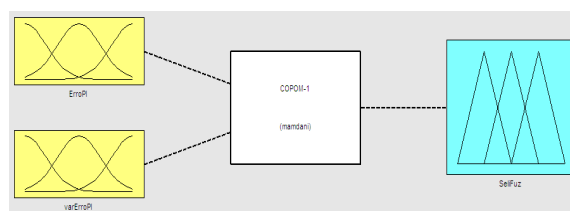
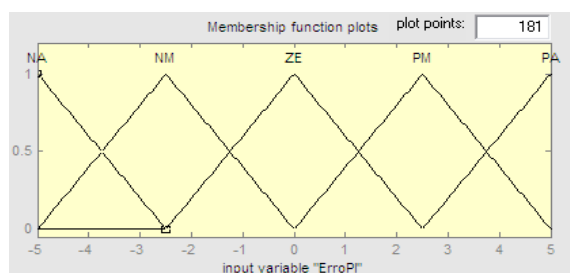
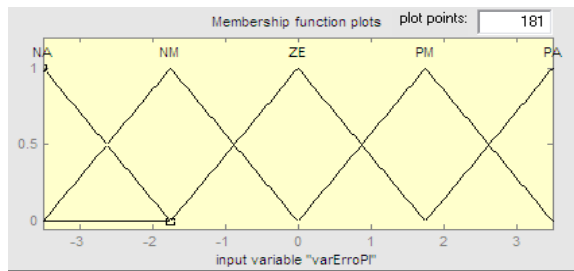


Figura 4 – Esquema de Controle – Modelo 1

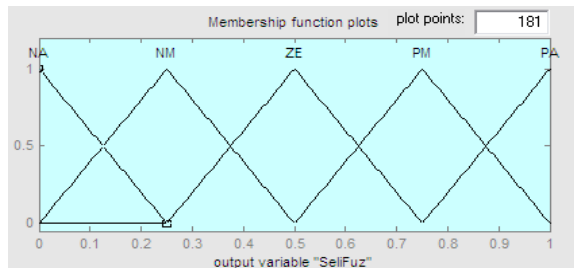
As funções de pertinência, tanto das variáveis de entrada como de saída, foram estabelecidas por meio de funções triangulares em cinco conjuntos (alto negativo – NA, médio negativo - NM, positivo negativo – PM, alto positivo – PA). O universo do discurso de cada variável foi estabelecido a partir da série histórica respectiva, de modo a incluir os valores máximos e mínimos. A seguir, são apresentadas as funções de pertinência das variáveis de entrada e saída:



a) Variável de Entrada – ErroPi



b) Variável de Entrada – VarErroPi



c) Variável de Saída SelicFuz

Figura 5 – Função de Pertinência

O conjunto de regras definidas e incluídas no sistema *fuzzy*, considerando as variáveis de entrada ErroPi e VarErroPi, pode ser melhor visualizada por meio de uma matriz (Tabela 2) na qual as células indicam a alteração na variável de saída, SelicFuz:

Tabela 2 – Matriz de Regras

| ErroPi | VarErroPi | | | | | |
|--------|-----------|----|-----------|-----------|-----------|--|
| | NA | NM | ZE | PM | PA | |
| NA | NA | NA | NA | NM | NM | |
| NM | NA | NM | NM | NM | ZE | |
| ZE | ZE | ZE | ZE | ZE | ZE | |
| PM | ZE | ZE | PM | PM | PM | |
| PA | PM | PM | PM | PA | PA | |

Estas regras devem ser entendidas a partir dos seguintes exemplos, cujas células estão destacadas

- 1) Se ErroPi é Zero (ZE) E VarErroPi é Zero (ZE), **Então** Selic Fuz é Zero (ZE)
- 2) Se ErroPi é alto positivo (PA) E VarErroPi é alto negativo (NA), **Então** SelicFuz é médio positivo (PM)
- 3) Se ErroPi é médio positivo (PM) E VarErroPi é alto positivo (PA), **Então** SelicFuz é médio positivo (PM)
- 4) Se ErroPi é médio negativo (NM) E VarErroPi é médio positivo (PM), **Então** SelicFuz é médio negativo (NM)

Semelhante conjunto de regras foi estabelecido no modelo 2, cujas variáveis de entrada foram ErroPi e UCI. A Figura 6 a seguir, representa a superfície

de mapeamentos das variáveis de entrada e de saída do modelo 1

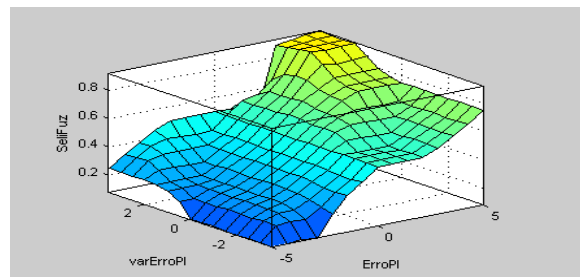


Figura 6 – Superfície de Mapeamento de Variáveis – Modelo 1

No Gráfico 2 a seguir, são apresentadas as trajetórias de SelicFuz resultantes das duas simulações (SelicFuz1 referente ao modelo 1 e SelicFuz2 referente ao modelo 2), além da trajetória da variável selic efetivamente definida pelo Banco Central do Brasil.

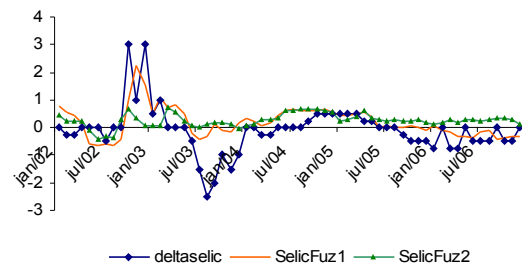


Gráfico 2 – Trajetórias Selic Modelo Fuzzy

Objetivando aferir a eficácia dos modelos, utilizamos como parâmetros o coeficiente de correlação e o somatório dos quadrados dos erros da selic estimada em relação à selic efetiva (Tabela 3).

Tabela 3 – Parâmetros de Eficácia dos Modelos

| | 2002 - 2006 | | 2004-2006 |
|-----------------|-------------|--------------------------|-------------|
| | Coef.Correl | \sum erro ² | Coef.Correl |
| Modelo 1 | 0,61 | 31,8 | 0,69 |
| Modelo 2 | 0,21 | 46,8 | 0,49 |

Verifica-se que o modelo 1 acompanhou melhor a trajetória da selic efetiva, considerando tanto o coeficiente de correlação (0,61 ante 0,21) e o somatório do quadrado dos erros (31,8 ante 46,8). Por meio do coeficiente de correlação, observa-se a melhora da eficácia dos dois modelos a partir de janeiro de 2004 (0,69 ante 0,61, no modelo 1, e 0,49 ante 0,21, no modelo 2). Importante lembrar que em 2002, devido ao período eleitoral, o Brasil passou por uma série de choques que determinaram ações específicas por parte do Banco Central e esta variável (choque) não foi considerada nos modelos desenvolvidos. Uma hipótese que merece ser melhor analisada em função dos resultados discrepantes é a de que o Ban-

co Central não considera somente as expectativas de mercado, incluindo outras variáveis em sua função de reação.

5 Conclusão

O presente estudo pretendeu avançar nas discussões em torno do regime de metas de inflação propondo uma leitura a partir da abordagem *fuzzy*. O enfoque do regime de metas de inflação como um controle *fuzzy* possibilita uma melhor compreensão das ações do Banco Central visto que equações não-lineares e estocásticas deram lugar a regras heurísticas simples.

Importante ressaltar ainda o caráter acessório dos modelos quantitativos macroeconômicos utilizados no regime de metas de inflação. A avaliação qualitativa e subjetiva, a cargo dos membros do COPOM, baseada também nesses modelos, além de cenários, avaliação prospectiva de conjuntura, entre outras ferramentas, é o que realmente determina o julgamento final da taxa de juros básica. Este aspecto, frise-se, é explorado ao máximo pela abordagem *fuzzy*.

Os modelos elaborados no presente trabalho, de caráter exploratório, geraram trajetórias de taxa selic, cujos parâmetros de eficácia foram relevantes, apontando para a viabilidade da ferramenta. No momento, os modelos desenvolvidos estão sendo aprimorados a partir de uma melhor definição das variáveis de entrada, das regras de inferências, das funções de pertinência e da associação a outras ferramentas ditas “inteligentes”, como algoritmos genéticos.

Referências Bibliográficas

- BANCO CENTRAL DO BRASIL. *Relatório de Inflação* (diversos números),1999
- BERNANKE,B.;MISKHIN,F.. Inflation targeting: a new framework for monetary policy? *Journal of Economic Perspectives*,v.11,n.2,spring 1997.
- BLANCHARD,O.. *Macroeconomia: Teoria e Política Econômica*. Rio de Janeiro, Campus,1999.
- BOGDANSKI,J.;TOMBINI,A.A.;WERLANG,S.R. C.Implementing Inflation Targeting in Brazil. *Working Paper Series*, n.1, Banco Central do Brasil,2000.
- FREITAS,P.S.;MUIINHOS,M.K.. A Simple Model for Inflation Targeting in Brazil. *Working Paper Series*, n.18, Banco Central do Brasil,2001.
- HALDANE,A.; SALMON,C.Three issues on inflation targets. In:Haldane,A.(editor). *Targeting Inflation*. London;Bank of England,1993.
- KLIR,G.J.;YUAN,B..*Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications*. New Jersey, Prentice Hall,1995.
- KYDLAND,F.E.;PRESCOTT,E.C.. Rules rather than Discretion: the Inconsistency of Optimal Plans. *Journal of Political Economy*, v.85,n.3.p.473-491,1977.
- MACNEILL,D.;FREIGBERGER,P.. *Fuzzy Logic*. New York, Simon&Schuster,1994.
- MENDEL,J.M.. Fuzzy Logic Systems for Engineering: a tutorial. *Proceedings of The IEEE*, vol.83, n.3, p.345-377, mar. 1995.
- MENDONÇA,H.F Mecanismos de Transmissão Monetária e a determinação da taxa de juros:uma aplicação da regra de Taylor ao caso brasileiro. *Economia e Sociedade*, Campinas,(16):65-81,jun.2001.
- MITZE,T.. Forecasting the EMU Inflation Rate: a fuzzy rule-based approach with GENEFER compared to mainstream econometrics. MICE Muenster Institute for Computational Economics,University of Muenster, *MICE Economic Research Studies*,2002.
- OGATA,K..*Engenharia de Controle Moderno*.São Paulo,Pearson Prentice Hall,4ª ed., 2006.
- RIZZI,L.; BAZZANA,F.; KASABOV,N.; FEDRIZZI,M.ERZEGOVESI,L. Simulation of ECB decisions and a forecast of short term Euro rate with an adaptive fuzzy expert system. *European Journal of Operational Research*,145,p.363-381,2003.
- SICSÚ,J..*Emprego, Juros e Câmbio:Finanças Globais e Desemprego*.Rio de Janeiro,2007.
- SHAW,I.S.;SIMÕES,M.G.. *Controle e Modelagem Fuzzy*. São Paulo, Edgard Blucher, Fapesp,1999.
- SVENSSON,L.E.Monetary Policy and Inflation Target. *NBER reporter*.Winter,1997.
- TAYLOR,J.B. Discretion versus policy rules in practice. *Carnegie-Rochester Conference Series Public Policy*, n.39,1993.
- _____. *Monetary Policy Rules*. Chicago,The University of Chicago Press,1999.
- ZADEH,L..Fuzzy Sets. *Information and Control*,8(3):338-353,1965.