

# Previsão e Interpretação das Decisões do COPOM: Um Modelo Baseado em Conjuntos Fuzzy

Talitha Faustino Speranza\*

Instituto Brasileiro de Economia (FGV/IBRE)

## Resumo

O propósito deste trabalho foi criar um modelo de previsão para a meta da taxa SELIC através de técnicas de lógica fuzzy, de modo que os resultados fossem interpretáveis. Como cada gestão do Banco Central possui, em tese, um comportamento diferente, foram testados modelos para três gestões distintas: a de Armínio Fraga, a de Henrique Meirelles e a de Alexandre Tombini. Adicionalmente, para comparar supostas diferenças de orientação entre a gestão de Alexandre Tombini e as outras gestões, foram elaborados modelos para estes dois momentos. As conclusões foram de certo modo surpreendentes, pois não foi detectada nenhuma diferença significativa. As previsões tiveram bom desempenho em todos os casos.

Palavras-Chave: copom, banco central do brasil, regras de política monetária, inferência fuzzy, meta da SELIC, metas para a inflação

## 1 Introdução

O Comitê de Política Monetária (COPOM), órgão instituído no âmbito do Banco Central do Brasil (BACEN), tem como objetivo principal manter a estabilidade de preços no Brasil. Antes de 1999, o COPOM perseguia este objetivo dentro do arcabouço do regime de banda cambial, estabelecendo uma faixa (ou

---

\*Pesquisadora do Instituto Brasileiro de Economia (FGV/IBRE), R. Barão de Itambi, Botafogo, Rio de Janeiro, Brasil; email: [talitha.speranza@fgv.br](mailto:talitha.speranza@fgv.br)

banda) em que o câmbio poderia flutuar livremente. A crise na Ásia em 1997 começou a deteriorar o regime, iniciando o processo de esgotamento das reservas internacionais do país. O ataque especulativo em janeiro de 1999 e os baixos níveis de reservas impediram que o sistema de bandas cambiais fosse mantido e, então, foi adotado o câmbio flexível. Em junho de 1999, seguindo a tendência das maiores economias do mundo, o Brasil aderiu ao sistema de metas para a inflação, empregando a taxa SELIC<sup>1</sup> (a taxa básica de juros da economia brasileira), como instrumento para atingir a meta de inflação estabelecido<sup>2</sup>.

Desde então, o mercado busca prever quais serão as próximas decisões do COPOM para antecipar os níveis de inflação e das taxas de juros no futuro. Há diversas maneiras de fazer estas previsões. Durante muito tempo, a regra de política monetária considerada pelo mercado foi a proposta por Friedman [Friedman (1968)], baseada na teoria quantitativa da moeda. Atualmente, a regra mais popular é a introduzida por Taylor [Taylor (1993)]. A equação 1 mostra a forma da regra.

$$i_t = \alpha i_{t-1} + (1 - \alpha)[r_t^* + \pi^* + \eta(\pi_{t-1} - \pi^*)] + \theta \tilde{y}_{t-1} + \varepsilon_t \quad (1)$$

onde

$i_t$  é a taxa de juros nominal em  $t$

$r_t^*$  é a taxa de juros real de equilíbrio<sup>3</sup> em  $t$

$\pi^*$  é a meta fixada para a inflação (no Brasil, atualmente, 4.5%)

$\pi_t$  é a taxa de inflação em  $t$

$\tilde{y}_{t-1}$  é o hiato do produto em  $t$

$\alpha$  é a persistência da taxa de juros nominal

$\eta$  é a elasticidade da taxa de juros nominal em relação ao desvio da inflação de sua meta

$\theta$  é a elasticidade da taxa de juros nominal em relação ao hiato do produto

A regra é simples e deixa claro o intuito de um Banco Central que adota o regime de metas para a inflação:

---

<sup>1</sup>SELIC é uma sigla para Sistema Especial de Liquidação e de Custódia

<sup>2</sup>Para mais informações sobre o regime de metas para a inflação, ver Bernanke et al. (1999)

<sup>3</sup>Definida como a taxa de juros necessária para que a inflação não acelere.

se a inflação for maior que a meta ou o produto interno bruto (PIB), expresso em termos do hiato do produto (diferença entre o PIB atual e o PIB potencial), for alto, a taxa de juros deve aumentar. Em contrapartida, se a inflação for menor que a meta ou o PIB for baixo, a taxa de juros deve diminuir. Caso o desvio da inflação em relação à meta e o hiato do produto estejam seguindo trajetórias opostas, a taxa de juros deve ser aproximadamente mantida.

Apesar de refletir bem o comportamento dos formuladores de política e de ser utilizada, com algumas modificações, por diversos modelos macroeconômicos [Ljungqvist and Sargent (2012)], a regra de Taylor apresenta deficiências. Em primeiro lugar, ela é linear e quanto maior o desvio da inflação de sua meta maior deveria ser o salto na taxa de juros. Tipicamente, em economias estáveis, a variação na taxa de juros não passa de 0.75%, sendo esse valor já considerado alto. Ademais, em sua formulação há variáveis que não são observáveis, como o hiato do produto e a taxa de juros real de equilíbrio. Isto adiciona mais incerteza ao modelo. Por último, ao menos teoricamente, os parâmetros variam conforme a opção ideológica da gestão do Banco Central.

Além de todas estas questões, é difícil precisar o que se considera uma taxa de juros alta ou baixa, e o mesmo vale para as outras variáveis. Dessa forma, um sistema de inferência fuzzy torna-se um candidato natural para a modelagem deste problema de previsão. Os sistemas fuzzy não apenas tem a capacidade de aproximar o comportamento de processos que não são bem conhecidos ou matematicamente bem definidos, como oferecem a vantagem adicional de garantir a interpretabilidade dos resultados em termos de regras linguísticas. Assim, torna-se possível caracterizar as diferentes gestões do BACEN.

Trabalhos anteriores mostraram que os métodos de lógica fuzzy podem gerar regras de política monetária consistentes, como pode ser visto em Quang and Radova (2012) e Kukal and Quang (2014). Entretanto, estes autores não abordam previsões ou o estudo do comportamento dos formuladores de política.

Na próxima seção, a fonte e a natureza dos dados são apresentados. Na seção 3, a metodologia aplicada é brevemente descrita. Na seção 4, os resultados são introduzidos e interpretados. Por fim, a seção 5 expõe

conclusões e ideias para trabalhos futuros.

## 2 Dados

Os dados foram obtidos no Sistema Gerenciador de Séries Temporais do BACEN [SGS (2016)], para o período entre dezembro de 1998 e março de 2016. A data de início corresponde à quarta defasagem das variáveis antecedentes em relação ao primeiro mês de interesse: abril de 1999, quando o regime de metas de inflação foi informalmente adotado no Brasil. Embora a adoção formal só tenha ocorrido em junho de 1999, a posse de Armínio Fraga como presidente do BACEN, em abril de 1999, já dava sinais claros da direção que a política monetária tomaria.

As séries utilizadas foram:

- Meta da SELIC: meta fixada para taxa de juros de curto prazo da economia brasileira; instrumento do BACEN para controle da inflação.
- PIB real: nível de atividade da economia brasileira; medido em reais de 2012
- IPCA (Índice de Preços ao Consumidor Amplo): medida de inflação; porcentagem acumulada em doze meses

Na realidade, trabalhou-se com a variação percentual do PIB real mensal ao invés do nível do PIB, pois os formuladores de política estão interessados na *velocidade* de crescimento da economia e não no *tamanho* da economia. Além disso, a taxa SELIC foi transformada numa série de diferenças entre o mês atual e o mês anterior, de modo a expressar o que realmente se deseja prever, isto é, a variação em pontos percentuais da taxa SELIC no próximo mês.

As séries podem ser observadas nos gráficos 1 e 2. É interessante notar que parece não haver qualquer relação entre as três. Isto, evidentemente, dificulta a estimação de qualquer modelo de previsão. De todos os modos, como será visto adiante, os resultados do sistemas de inferência fuzzy foram bastante satisfatórios.

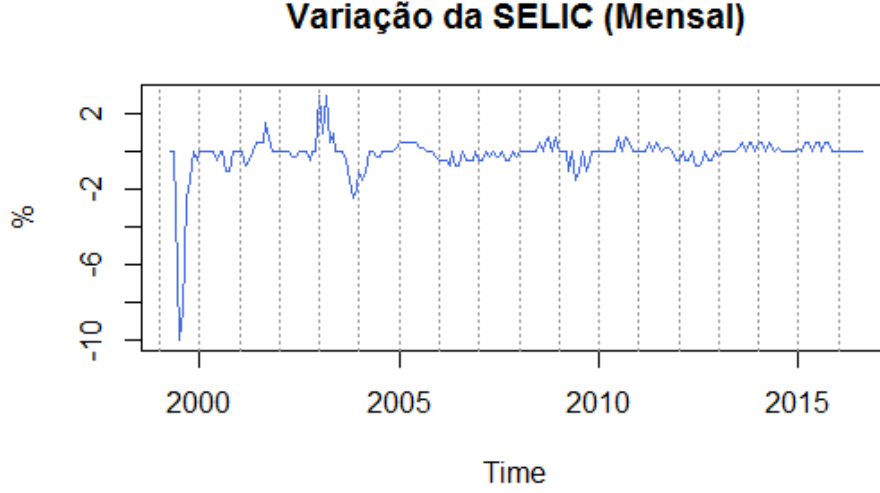


Figura 1: Variação da meta da taxa SELIC, mês a mês ( $selic_t - selic_{t-1}$ ), em pontos percentuais.

### 3 Metodologia

O tipo de sistema de inferência fuzzy utilizado será o proposto por Mamdani [Mamdani and Assilian (1975)], pois é o que apresenta melhores qualidades para a interpretabilidade. Nestes sistemas clássicos, as regras e variáveis linguísticas podem ser pré-definidas ou extraídas dos dados, como sugerido por Wang e Mendel [Wang and Mendel (1992)]. Esta abordagem é particularmente útil para situações em que se deseja captar o conhecimento subjetivo presente nos dados, como é o caso deste trabalho. Portanto, esta foi a estratégia escolhida.<sup>4</sup>

As regras extraídas terão a forma da equação 2. Não será estabelecido *a priori* quais defasagens de *ipca* e *pib* deverão ser incluídas. Isto significa que serão testadas todas as combinações possíveis de antecedentes. Como são oito variáveis no total (quatro defasagens da variação do PIB real e quatro defasagens do IPCA), há duzentas e quarenta e sete combinações distintas.

$$(ipca_{t-1} \in i1) \wedge \dots \wedge (ipca_{t-4} \in i4) \wedge (\% \Delta pib_{t-1} \in p1) \wedge \dots \wedge (\% \Delta pib_{t-4} \in p4) \implies (\Delta selic \in s) \quad (2)$$

<sup>4</sup>Para mais detalhes sobre sistemas de inferência fuzzy, consultar Ross (2010).

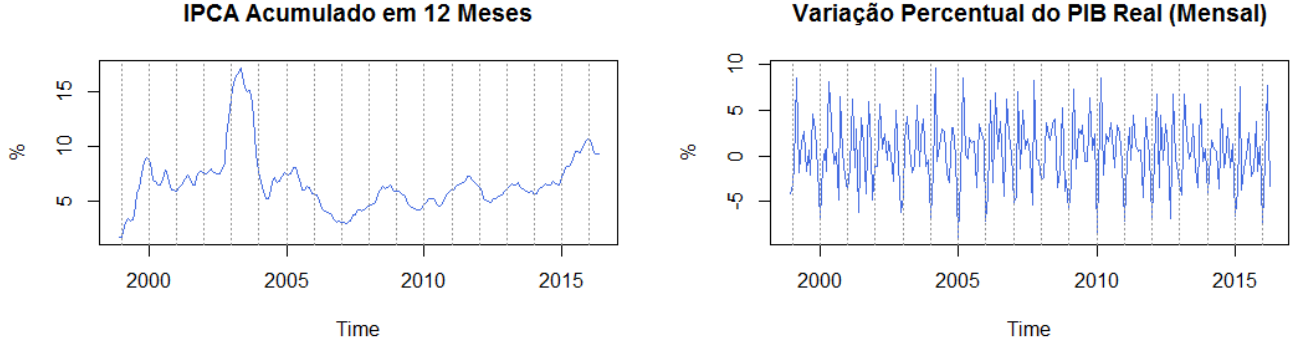


Figura 2: Variáveis que farão parte dos antecedentes das regras dos sistemas de inferência fuzzy.

onde

$i1$  a  $i4$  são termos quaisquer da variável lingüística *ipca*

$p1$  a  $p4$  são termos quaisquer da variável lingüística *pib*

$s$  é um termo qualquer da variável lingüística *selic*

O número de termos para cada variável lingüística também não será fixado. Serão admitidos seis números diferentes de termos, ímpares de 3 a 13. A ferramenta utilizada, o pacote *frbs* para o R [Riza et al. (2013)], não permite que cada variável tenha um número diferente de termos em um mesmo modelo. Portanto, este parâmetro se refere ao número de termos para *todas* as variáveis lingüísticas.

Dada a pequena quantidade de dados e a irrelevância da ordem das entradas, 30 amostragens da base serão testadas para cada combinação de antecedentes e número de termos. O número total de modelos para cada período será, então, de  $247 * 6 * 30 = 44460$ . As previsões serão feitas para 10 períodos distintos e o restante dos dados será utilizado para treinamento. O melhor modelo será escolhido com base em dois critérios: primeiro, o RMSE (*Root Mean Squared Error*) médio das previsões das 30 amostragens; para desempate, o menor número de termos.

Testes preliminares mostraram que resultados melhores podem ser obtidos com o uso de funções de pertinência gaussianas, normalização dos antecedentes e do consequente e o método de defuzzificação WAM

(*Weighted Average Method*). Os operadores de implicação e combinação serão os de Zadeh [Zadeh (1968)].

## 4 Resultados

Inicialmente, os dados foram divididos por gestão do BACEN, isto é:

1. Armínio Fraga: de dezembro de 1998 a janeiro de 2003
2. Henrique Meirelles: de janeiro de 2003 a janeiro de 2011
3. Alexandre Tombini: de janeiro de 2011 a abril de 2016

Em seguida, avaliou-se outros dois conjuntos de dados, a saber:

1. Gestões antes de Alexandre Tombini: de dezembro de 1998 a janeiro de 2011
2. Todos o período coberto pelo conjunto de dados original

A ideia destas divisões foi identificar as supostas diferenças comportamentais entre os presidentes ditos *ortodoxos*, como Armínio Fraga e Henrique Meirelles, e Alexandre Tombini, mais alinhado ao chamados economistas *heterodoxos*. A discussão em torno do que define cada grupo de economistas é extensa e muito particular ao Brasil, e não será tratada aqui. No entanto, no presente contexto, é importante esclarecer o que isso significa em termos de política monetária.

Os economistas chamados *ortodoxos*, tipicamente, são menos tolerantes à inflação e seguem à risca seu papel, que é fazê-la convergir para o centro da meta. Eles, em tese, não se preocupam com a taxa de crescimento da economia, pois essa seria uma atribuição exclusiva do Ministério da Fazenda. Já os ditos *heterodoxos*, inversamente, têm a tendência a misturar o papéis e serem mais lenientes com a inflação, de modo a favorecer o crescimento. Ou seja, Fraga e Meirelles olhariam mais para a inflação para tomar suas decisões, enquanto Tombini se importaria mais com o PIB.

A tabela 1 mostra as medianas das variáveis lingüísticas, para que se possa compreender o que significaria o termo *médio* para cada gestão e para os outros dois períodos considerados.

Tabela 1: Centro das funções de pertinência do termo *medium* para cada variável lingüística no período entre 12/1998 e 03/2016\*

Período	IPCA	% $\Delta PIB_{real}$	$\Delta SELIC$
12/1998 a 01/2003	8.06	0.84	-3.5
01/2003 a 01/2011	10.10	0.37	0.25
01/2011 a 03/2016	7.70	0.06	-0.125
12/1998 a 01/2011**	9.45	0.37	-3.5
12/1998 a 03/2016***	9.45	0.37	-3.5

\* Embora a gestão de Armínio Fraga só tenha começado em abril de 1998, o período considerado para o IPCA e a  $\Delta SELIC$  começa em dezembro de 1999 por conta da defasagem máxima dessas variáveis (4).

\*\* Apenas as duas primeiras gestões

\*\*\* Todo o período (três gestões)

#### 4.1 Gestão de Armínio Fraga (03/1999 a 01/2003)

Como pode ser visto na tabela 2, as regras extraídas para a gestão de Armínio Fraga sugerem que, independentemente do que acontecesse, a taxa de juros subiria, a menos que a inflação estivesse muito baixa ou muito alta. Isto é condizente com a situação econômica na época em que ele foi presidente do BACEN, quando a instabilidade econômica era excepcionalmente alta, por conta da crise na Ásia, a mudança de regime de câmbio e a eleição do Presidente Luiz Inácio Lula da Silva.

Nota-se que o RMSE do modelo foi baixo, de 0.79 contra 0.98 do modelo do passeio aleatório, onde considera-se que taxa SELIC um passo a frente será igual à última observação disponível.

A figura 3 ilustra as funções de pertinência para o modelo. Não há nada de especial nela, uma vez que os intervalos são normalizados e idênticos para todas as variáveis (e em todos os modelos deste trabalho). A intenção é tão somente mostrar mais um aspecto dos sistemas desenvolvidos.

#### 4.2 Gestão de Henrique Meirelles (01/2003 a 01/2011)

A tabela 3 mostra que Henrique Meirelles, basicamente, seguiu o padrão das regras de política monetária. Esse comportamento é compatível com o momento pós-eleição de Lula, quando as incertezas em relação a seu mandato diminuíram e a economia já havia alcançado estabilidade em razão do sucesso do regime de metas para a inflação.



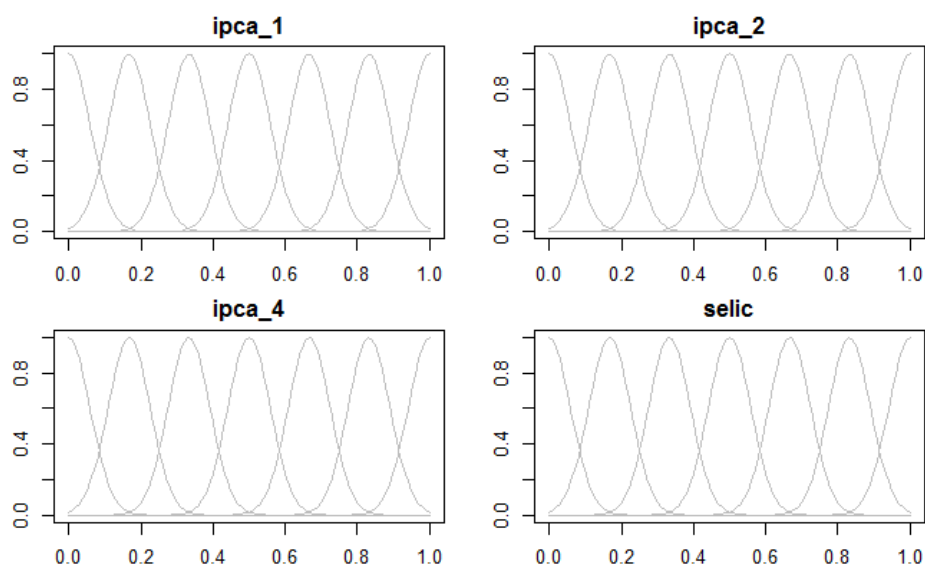


Figura 3: Funções de pertinência do melhor modelo para a gestão de Armínio Fraga.

Mais uma vez, o RMSE do modelo foi bastante satisfatório, de 0.52 contra 0.87 do passeio aleatório.

### 4.3 Gestão de Alexandre Tombini (01/2011 a 06/2016)

De modo surpreendente, a tabela 4 mostra que Alexandre Tombini não tomou decisões muito distintas das de Armínio Fraga. Diante das complicações econômicas do segundo mandato de Dilma Rousseff, Tombini ajustou a taxa de juros de maneira até bastante ortodoxa, olhando apenas para a inflação e aumentando a SELIC a qualquer sinal negativo. Entretanto, sabe-se que, ao contrário dos outros casos, o teto da meta foi persistentemente ultrapassado e degenerado em meta.

Nota-se que as previsões tiveram boa aderência, pois o RMSE do modelo foi de 0.78, menor que o RMSE do passeio aleatório, de 0.94.

### 4.4 Diferenças entre o período pré-Tombini e todo o período

Nas próximas tabelas (5 e 6), podem ser observadas as regras extraídas para o período pré-Tombini e para todo período em estudo. É interessante notar que, desta vez, a variação do PIB real entrou nos melhores modelos. Os resultados ainda foram mais consistentes com as regras gerais de política monetária do que

Tabela 2: Principais regras do melhor modelo para a gestão de Armínio Fraga \*

Regra	Peso
1. IF $ipca_{t-1}$ is small and $ipca_{t-2}$ is small and $ipca_{t-4}$ is v.small THEN selic is large	0.8230786
2. IF $ipca_{t-1}$ is small and $ipca_{t-2}$ is small and $ipca_{t-4}$ is small THEN selic is large	0.7438931
3. IF $ipca_{t-1}$ is medium and $ipca_{t-2}$ is medium and $ipca_{t-4}$ is small THEN selic is large	0.7351277
4. IF $ipca_{t-1}$ is v.small and $ipca_{t-2}$ is v.small and $ipca_{t-4}$ is vv.small THEN selic is medium	0.6880659
5. IF $ipca_{t-1}$ is small and $ipca_{t-2}$ is small and $ipca_{t-4}$ is medium THEN selic is v.large	0.6371889
6. IF $ipca_{t-1}$ is v.large and $ipca_{t-2}$ is large and $ipca_{t-4}$ is medium THEN selic is vv.large	0.6182894
7. IF $ipca_{t-1}$ is v.small and $ipca_{t-2}$ is v.small and $ipca_{t-4}$ is v.small THEN selic is vv.small	0.5912591
8. IF $ipca_{t-1}$ is v.small and $ipca_{t-2}$ is v.small and $ipca_{t-4}$ is v.small THEN selic is v.small	0.5777597
9. IF $ipca_{t-1}$ is medium and $ipca_{t-2}$ is medium and $ipca_{t-4}$ is medium THEN selic is v.large	0.5467346
10. IF $ipca_{t-1}$ is medium and $ipca_{t-2}$ is small and $ipca_{t-4}$ is v.small THEN selic is v.large	0.5467346

\* O RMSE para este modelo foi de 0.12, equanto que o RMSE médio para o conjunto de modelos com as mesmas variáveis de entrada foi de 0.51

Tabela 3: Principais regras do melhor modelo para a gestão de Henrique Meirelles \*

Regra	Peso
1. IF $ipca_{t-2}$ is small and $ipca_{t-4}$ is small THEN selic is small	0.8806371
2. IF $ipca_{t-2}$ is small and $ipca_{t-4}$ is small THEN selic is medium	0.8737771
3. IF $ipca_{t-2}$ is very.small and $ipca_{t-4}$ is very.small THEN selic is medium	0.8737771
4. IF $ipca_{t-2}$ is very.large and $ipca_{t-4}$ is very.large THEN selic is medium	0.8660930
5. IF $ipca_{t-2}$ is small and $ipca_{t-4}$ is medium THEN selic is medium	0.8146767
6. IF $ipca_{t-2}$ is large and $ipca_{t-4}$ is medium THEN selic is very.large	0.8020178
7. IF $ipca_{t-2}$ is medium and $ipca_{t-4}$ is large THEN selic is small	0.7381616
8. IF $ipca_{t-2}$ is small and $ipca_{t-4}$ is medium THEN selic is small	0.6402320
9. IF $ipca_{t-2}$ is very.small and $ipca_{t-4}$ is small THEN selic is small	0.5965805
10. IF $ipca_{t-2}$ is large and $ipca_{t-4}$ is medium THEN selic is large	0.5697172

\* O RMSE para este modelo foi de 0.47, equanto que o RMSE médio para o conjunto de modelos com as mesmas variáveis de entrada foi de 0.79

nos casos das gestões em separado. Este foi considerado um indício de que, talvez, os poucos dados considerados anteriormente não tenham captado tão fielmente o comportamento das gestões. Isto fica ainda mais evidente quando todo o período (de abril de 1999 a abril de 2016) é utilizado para fazer as previsões.

Novamente, o RMSE dos melhores modelos foi baixo, de cerca de 0.7, e menor que o do passeio aleatório, de 0.96.

Tabela 4: Principais regras do melhor modelo para a gestão de Alexandre Tombini\*

Regra	Peso
1. IF $ipca_{t-1}$ is small and $ipca_{t-3}$ is small and $ipca_{t-4}$ is small THEN selic is very.large	0.8566824
2. IF $ipca_{t-1}$ is small and $ipca_{t-3}$ is small and $ipca_{t-4}$ is small THEN selic is large	0.8333843
3. IF $ipca_{t-1}$ is large and $ipca_{t-3}$ is large and $ipca_{t-4}$ is large THEN selic is very.large	0.7987888
4. IF $ipca_{t-1}$ is medium and $ipca_{t-3}$ is small and $ipca_{t-4}$ is small THEN selic is very.large	0.7936782
5. IF $ipca_{t-1}$ is small and $ipca_{t-3}$ is small and $ipca_{t-4}$ is small THEN selic is small	0.7074646
6. IF $ipca_{t-1}$ is large and $ipca_{t-3}$ is medium and $ipca_{t-4}$ is medium THEN selic is very.large	0.6764203
7. IF $ipca_{t-1}$ is small and $ipca_{t-3}$ is medium and $ipca_{t-4}$ is medium THEN selic is small	0.6650214
8. IF $ipca_{t-1}$ is very.small and $ipca_{t-3}$ is very.small and $ipca_{t-4}$ is very.small THEN selic is small	0.6363498
9. IF $ipca_{t-1}$ is medium and $ipca_{t-3}$ is small and $ipca_{t-4}$ is small THEN selic is large	0.6277152
10. IF $ipca_{t-1}$ is very.small and $ipca_{t-3}$ is small and $ipca_{t-4}$ is small THEN selic is small	0.5902431

\* O RMSE para este modelo foi de 0.49, enquanto que o RMSE médio para o conjunto de modelos com as mesmas variáveis de entrada foi de 0.78

## 5 Conclusão

O trabalho cumpriu seu objetivo. Todos os modelos escolhidos estão de acordo com a lógica econômica e descrevem os padrões de decisões de maneira razoavelmente precisa. Como foi mencionado, os modelos que não foram separados por gestão foram considerados mais confiáveis, pois foram ajustados a partir de uma quantidade maior de dados e as regras resultantes foram mais compatíveis com os princípios de política monetária.

Pode-se dizer, também, que as expectativas em relação ao perfil de cada gestão se confirmaram parcialmente, sendo uma surpresa instigante no caso da gestão de Alexandre Tombini.

A aderência dos modelos aos dados reais foi adequada, mas pretende-se, em um trabalho futuro, refinar a modelagem. Uma ideia é utilizar o desvio da inflação em relação à meta como antecedente, e não a inflação acumulada em 12 meses.

Tabela 5: Principais regras do melhor modelo para o período **antes** da gestão de Alexandre Tombini\*

Regra	Peso
1. IF $ipca_{t-3}$ is small and $pib_{t-1}$ is medium and $pib_{t-2}$ is medium and $pib_{t-3}$ is very.large THEN selic is large	0.82641837
2. IF $ipca_{t-3}$ is small and $pib_{t-1}$ is large and $pib_{t-2}$ is small and $pib_{t-3}$ is medium THEN selic is large	0.81882504
3. IF $ipca_{t-3}$ is small and $pib_{t-1}$ is medium and $pib_{t-2}$ is large and $pib_{t-3}$ is small THEN selic is large	0.79952966
4. IF $ipca_{t-3}$ is small and $pib_{t-1}$ is small and $pib_{t-2}$ is medium and $pib_{t-3}$ is medium THEN selic is large	0.75508598
5. IF $ipca_{t-3}$ is small and $pib_{t-1}$ is medium and $pib_{t-2}$ is medium and $pib_{t-3}$ is large THEN selic is large	0.73820516
6. IF $ipca_{t-3}$ is small and $pib_{t-1}$ is small and $pib_{t-2}$ is large and $pib_{t-3}$ is small THEN selic is large	0.71608431
7. IF $ipca_{t-3}$ is large and $pib_{t-1}$ is large and $pib_{t-2}$ is medium and $pib_{t-3}$ is small THEN selic is large	0.71064531
8. IF $ipca_{t-3}$ is very.small and $pib_{t-1}$ is very.large and $pib_{t-2}$ is medium and $pib_{t-3}$ is small THEN selic is large	0.68094402
9. IF $ipca_{t-3}$ is small and $pib_{t-1}$ is medium and $pib_{t-2}$ is large and $pib_{t-3}$ is medium THEN selic is large	0.67585664
10. IF $ipca_{t-3}$ is very.large and $pib_{t-1}$ is medium and $pib_{t-2}$ is large and $pib_{t-3}$ is medium THEN selic is large	0.65250959

\* O RMSE para este modelo foi de 0.33, enquanto que o RMSE médio para o conjunto de modelos com as mesmas variáveis de entrada foi de 0.74

Tabela 6: Principais regras do melhor modelo para todo o período\*

Regra	Peso
1. IF $ipca_{t-2}$ is small and $ipca_{t-3}$ is small and $ipca_{t-4}$ is small and $pib_{t-1}$ is medium and $pib_{t-2}$ is large and $pib_{t-3}$ is small THEN selic is large	0.87323306
2. IF $ipca_{t-2}$ is small and $ipca_{t-3}$ is small and $ipca_{t-4}$ is small and $pib_{t-1}$ is small and $pib_{t-2}$ is medium and $pib_{t-3}$ is medium THEN selic is large	0.83378916
3. IF $ipca_{t-2}$ is small and $ipca_{t-3}$ is small and $ipca_{t-4}$ is small and $pib_{t-1}$ is medium and $pib_{t-2}$ is medium and $pib_{t-3}$ is large THEN selic is large	0.80463618
4. IF $ipca_{t-2}$ is small and $ipca_{t-3}$ is small and $ipca_{t-4}$ is small and $pib_{t-1}$ is large and $pib_{t-2}$ is small and $pib_{t-3}$ is medium THEN selic is large	0.77559780
5. IF $ipca_{t-2}$ is small and $ipca_{t-3}$ is small and $ipca_{t-4}$ is small and $pib_{t-1}$ is medium and $pib_{t-2}$ is large and $pib_{t-3}$ is medium THEN selic is large	0.76334785
6. IF $ipca_{t-2}$ is small and $ipca_{t-3}$ is small and $ipca_{t-4}$ is small and $pib_{t-1}$ is small and $pib_{t-2}$ is small and $pib_{t-3}$ is medium THEN selic is large	0.72419569
7. IF $ipca_{t-2}$ is small and $ipca_{t-3}$ is small and $ipca_{t-4}$ is small and $pib_{t-1}$ is medium and $pib_{t-2}$ is medium and $pib_{t-3}$ is medium THEN selic is large	0.72080147
8. IF $ipca_{t-2}$ is small and $ipca_{t-3}$ is small and $ipca_{t-4}$ is small and $pib_{t-1}$ is small and $pib_{t-2}$ is large and $pib_{t-3}$ is small THEN selic is large	0.71608431
9. IF $ipca_{t-2}$ is small and $ipca_{t-3}$ is small and $ipca_{t-4}$ is small and $pib_{t-1}$ is medium and $pib_{t-2}$ is medium and $pib_{t-3}$ is very.large THEN selic is large	0.70417319
10. IF $ipca_{t-2}$ is very.small and $ipca_{t-3}$ is very.small and $ipca_{t-4}$ is very.small and $pib_{t-1}$ is very.large and $pib_{t-2}$ is medium and $pib_{t-3}$ is small THEN selic is large	0.68094402

\* O RMSE para este modelo foi de 0.37, equanto que o RMSE médio para o conjunto de modelos com as mesmas variáveis de entrada foi de 0.75

## Referências

- B. S. Bernanke, T. Laubach, F. S. Mishkin, and A. S. Posen. *Inflation Targeting*. Princeton University Press, 1999.
- M. Friedman. The role of monetary policy. *American Economic Review*, 1968.
- Rob J. Hyndman. **forecast**: *Forecasting Functions for Time Series and Linear Models*, 2015. URL <http://cran.r-project.org/package=forecast>.
- J. Kukal and T. Van Quang. A monetary policy rule based on fuzzy control in an inflation targeting framework. *Prague Economic Papers*, 2014.
- L. Ljungqvist and T. J. Sargent. *Recursive Macroeconomic Theory*. The MIT Press, 2012.
- E. H. Mamdani and S. Assilian. An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller. *Journal of Man-Machine Studies*, 7, 1975.
- T. Van Quang and J. Radova. Managing monetary policy with fuzzy control. *Journal of Monetary Economics*, 2012.
- L. S. Riza, C. Bergmeir, F. Herrera, and J. M. Benitez. **frbs**: *Fuzzy Rule-Based Systems for Classification and Regression Tasks*, 2013. URL <http://cran.r-project.org/package=frbs>.
- T. J. Ross. *Fuzzy Logic with Engineering Applications*. Wiley, 2010.
- SGS. Sistema gerenciador de ses temporais, 2016. URL <http://www4.bcb.gov.br/pec/series>.
- J. B. Taylor. Discretion versus policy rules in practice. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 3, 1993.
- L. Wang and J. M. Mendel. Generating fuzzy rules by learning from examples. *IEEE Transactions on Systems*, 22, 1992.
- L. Zadeh. Bla. *American Economic Review*, 1968.