

Modelos econométricos para previsão macroeconômica

Modelos de 3 equações e política fiscal

Bruno Ting Esthevão Marttioly Giovanna Sá Luis Porro

Trabalho Final | Emergentes | 2022

Resumo

O objetivo deste trabalho é estimar e prever o modelo de 3 equações e o modelo de política fiscal que normalmente é utilizado nas bibliografias macroeconômicas para o Brasil. A partir deles, foi possível analisar as peculiaridades da economia brasileira como uma economia emergente, a qual é caracterizada com incertezas políticas e riscos institucionais, e como ela está inserida no cenário macroeconômico em seus modelos mais clássicos. Além disso, também foi realizada a predição da dívida pública pelas estimativas do relatório Focus do Banco Central por dois cenários, pessimista e otimista.

Palavras-chaves: dívida pública, 3 equações, IS-PC-MR, política fiscal, política monetária, Brasil, emergente

1 Introdução

No âmbito da economia, temos que os países em desenvolvimento apresentam uma escassez de fatores de produção como capital e mão de obra especializada, os quais contribuem para os seus baixos níveis de renda per capita. No entanto, a escassez de tais fatores advém de problemas mais profundos e complexos presentes em economias emergentes, como instabilidade política e histórico de controle governamental da economia, instituições de crédito fracas, políticas econômicas mal conduzidas e histórico de inflação alta. Dessa forma, as economias emergentes tendem a apresentar grande instabilidade econômica e o trabalho em questão tem como objetivo analisar a sensibilidade da inflação em relação a variáveis fiscais para o cenário brasileiro.

Assim sendo, para o modelo de política fiscal, foram utilizadas a taxa Selic como juros, a inflação, o crescimento do Produto Interno Bruto, a dívida bruta e o déficit primário. Para

o modelo de três equações, foram utilizadas várias formas de hiato do produto, inflação, meta de inflação, expectativas para a inflação, câmbio, índices de confiança da indústria, resultado primário, desemprego e *swap* real como medida de juros.

Por fim, o trabalho foi dividido em quatro partes: introdução, revisão de modelos teóricos, metodologia e resultados com as diferentes previsões e cenários.

2 Metodologia teórica

2.1 Modelo 3 equações

Para fundamentar o presente artigo empírico, é necessário realizar uma breve discussão sobre o modelo de três equações e a dinâmica da dívida, a qual será abordada na seção seguinte. O modelo de três equações une a equação da Curva IS, Curva de Phillips e Regra Monetária (IS-PC-MR).

A curva IS, a qual representa o equilíbrio do mercado de bens, relaciona a taxa de juros e o produto negativamente. Essa curva é resultado da interação entre poupança e investimento e mostra como uma maior taxa de juros gera uma diminuição no produto devido ao aumento da poupança e redução nos investimentos da economia. Já a curva de Phillips relaciona a taxa de inflação com o produto da economia, entendida como resultado da movimentação da demanda agregada e das expectativas dos agentes e, por isso, ela desloca com base na expectativa da inflação.

Por fim, a regra de Taylor é uma regra monetária que representa a aversão do Banco Central à inflação, ou seja, é o tradeoff do Banco Central entre diminuir a inflação ou aumentar o produto. Diante disso, a partir de Regra Monetária, entende-se que o Banco Central sobe a taxa de juros caso a inflação esteja acima da meta e desce caso contrário, assim como faz isso para o hiato do produto.

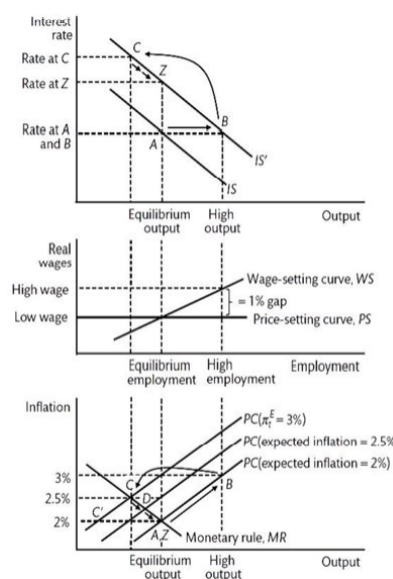


Figura 1 – Modelo de 3 equações para um aumento da demanda agregada

A figura 1 mostra como as curvas reagem após um choque positivo de demanda agregada que desloque a curva IS para a direita. Com base nisso, o produto da economia aumenta e, com ele, também aumenta a expectativa da inflação dos agentes, o que desloca a curva PC para a esquerda, em uma situação de maior inflação. Entretanto, como o Banco Central espera uma inflação mais alta que a meta, ele então diminui a taxa de juros, diminuindo-se assim o produto e a inflação e, quando as expectativas se ajustam à nova inflação, a economia volta para o equilíbrio.

2.2 Dinâmica da Dívida

Em relação à dinâmica de dívida, é possível estabelecer a restrição orçamentária do Governo como $G_t + i_t B_{t-1} = T_t + \Delta B_t + \Delta M_t$, sendo G_t, T_t, B_t, i_t, M_t respectivamente o gasto do Governo, o nível de tributação, a dívida pública, a taxa de juros e a base monetária.

Nesse sentido, se assumirmos que $\Delta M_t = 0$ e sendo $\pi_t = \frac{P_t}{P_{t-1}} - 1$ a inflação, $D_t = G_t - T_t$ o déficit do Governo, $\gamma_y = \frac{Y_t}{Y_{t-1}} - 1$ o crescimento da economia e $x_t = \frac{X_t}{P_t y_t}$ a razão entre a variável e o PIB da economia, chegamos em um resultado para a dinâmica da dívida pública:

$$\Delta b_t = d_t + (r_t - \gamma_y)b_t = d_t + (i_t - \pi_t - \gamma_y)b_t$$

Nesse sentido, caso seja possível estimar a dívida pública, a taxa de juros, a inflação e o crescimento da economia futuros, é possível criar uma trajetória possível para a dinâmica da dívida futura, com base na equação do modelo de política fiscal. A figura 2 mostra as curvas de fases da dívida pública quando há superávit e quando há déficit fiscal nas contas públicas.

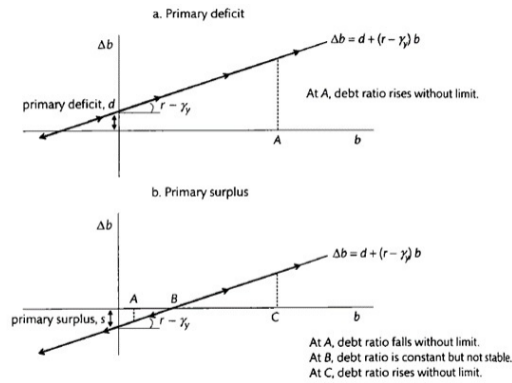


Figura 2 – Curvas de fases na dinâmica de dívida

3 Resultados

3.1 Projeções Fiscais

Para realizar as projeções da dinâmica da dívida, é necessário ter previsões do resultado primário, IPCA, variação real do PIB e a taxa Selic. Dessa forma, buscamos previsões realizadas por instituições financeiras com credibilidade para realizar as projeções e também dividimos em dois cenários de estimação: um caso otimista e um caso pessimista.

Em ambos os casos, até o ano de 2026 iremos utilizar as projeções do Boletim Focus mais recente (02/12/2022). Os dados utilizados do Boletim Focus são apresentados na próxima tabela. Vale ressaltar que o resultado primário e a dívida bruta do governo geral estão em porcentagem do PIB e o PIB real é o crescimento real do PIB.

Indicador	2022	2023	2024	2025	2026
1 Resultado primário	1.29	-0.90	-0.50	-0.40	-0.20
2 IPCA	5.92	5.08	3.50	3.00	3.00
3 PIB Total	3.05	0.75	1.71	2.00	2.00
4 Selic	13.75	11.75	8.50	8.00	8.00
5 Dívida bruta do governo geral	77.10	81.65	83.60	85.40	87.00

Tabela 1 – Dados retirados do Boletim Focus (utilizando `rbcc::get_market_expectations`)

Com isso, iremos construir os cenários. Pensamos em assumir algumas regras sobre como seria a dinâmica das variáveis, porém decidimos utilizar as projeções do IFI (Instituição Fiscal Independente), visto que é uma instituição com credibilidade e essas estimativas devem ter resultados melhores do que impor determinadas regras sobre a dinâmica das variáveis (`FOCUS...`).

Dessa forma, no cenário pessimista, de 2027 até 2030, iremos utilizar as projeções do IFI do cenário pessimista. Nesse cenário, é assumido que o IPCA, Selic e Crescimento do PIB permaneceriam no patamar de 4,7%; 10,50%; e 1% respectivamente. Enquanto o resultado primário em porcentagem do PIB vai variar entre -6,3% e -5,3%.

A partir de 2030 iremos assumir que os valores vão ficar constante até 2034 para simplificar a análise. As previsões com as estimativas utilizadas estão representadas na figura 3.

Podemos perceber que, no cenário pessimista, em que o governo apresenta apenas déficits no resultado primário e a taxa de juros real é maior que o crescimento da economia, é possível perceber que a dívida em relação ao PIB não se estabiliza e a consequência disso é que ela toma uma dinâmica explosiva. Como visto nos tutoriais, isso pode ser perigoso para o país, pois aumenta a probabilidade de *default* soberano e pode gerar *sudden stop* na economia dependendo das expectativas dos credores, em que consequentemente pode gerar fuga de capitais do país ([ARELLANO, 2008](#)).

No cenário otimista, foram utilizados os mesmos dados do Focus de 2022 até 2026 e, de 2026 até 2031, foram utilizados as estimativas do IFI no cenário otimista, nesse caso, IPCA, Crescimento do PIB e Selic ficaram no patamar de 3%, 3% e 6,31% respectivamente.

Cenário Pessimista					
DataReferencia	Resultado primário	IPCA	PIB Total	Selic	Dívida bruta do governo geral
2022	1,29%	5,92%	3,05%	13,75%	77,10%
2023	-0,90%	5,08%	0,75%	11,75%	82,56%
2024	-0,50%	3,50%	1,71%	8,50%	85,78%
2025	-0,40%	3,00%	2%	8%	88,76%
2026	-0,20%	3%	2%	8%	91,62%
2027	-6,30%	4,7%	1%	10,50%	102,32%
2028	-4,60%	4,7%	1%	10,50%	111,83%
2029	-4,90%	4,7%	1%	10,50%	122,09%
2030	-5,30%	4,7%	1%	10,50%	133,26%
2031	-5,70%	4,7%	1%	10,50%	145,35%
2032	-5,70%	4,7%	1%	10,50%	158,03%
2033	-5,70%	4,7%	1%	10,50%	171,31%
2034	-5,70%	4,7%	1%	10,50%	185,24%

Figura 3 – Projeção Cenário Pessimista

Além disso, no resultado primário, diferente do caso anterior, teremos apenas resultado primário positivo, começando com 0,50% em 2027, indo para 1,30% em 2027 e passando por acréscimo de 0,10% ao ano até 1,60%. E a partir de 2031 iremos assumir valores constantes até 2034 para simplificar a análise.

Cenário Otimista					
DataReferencia	Resultado primário	IPCA	PIB Total	Selic	Dívida bruta do governo geral
2022	1,29%	5,92%	3,05%	13,75%	77,10%
2023	-0,90%	5,08%	0,75%	11,75%	82,56%
2024	-0,50%	3,50%	1,71%	8,50%	85,78%
2025	-0,40%	3,00%	2%	8%	88,76%
2026	-0,20%	3%	2%	8%	91,62%
2027	0,50%	3%	3%	6,31%	91,40%
2028	1,30%	3%	3%	6,31%	90,39%
2029	1,40%	3%	3%	6,31%	89,27%
2030	1,50%	3%	3%	6,31%	88,04%
2031	1,60%	3%	3%	6,31%	86,72%
2032	1,60%	3%	3%	6,31%	85,38%
2033	1,60%	3%	3%	6,31%	84,05%
2034	1,60%	3%	3%	6,31%	82,71%

Figura 4 – Projeção Cenário Otimista

É possível perceber que a sequência de superávits desde 2027 até 2034 e a menor diferença entre a taxa de juros real e o crescimento da economia permitiu que a dívida ficasse sustentável e diminuísse ao longo dos anos.

Vale ressaltar que embora os dois cenários construídos foram utilizados como base as estimativas do IFI, que é uma instituição com credibilidade, as projeções são extremamente fortes, e que possivelmente podem não representar a realidade. Visto que é pouco provável que tenha uma sequência de superávits e déficits, como mostrado anteriormente nos dois cenários. Além disso, é extremamente difícil manter a inflação e o crescimento da economia em um patamar constante ao longo dos anos, principalmente em uma economia extremamente volátil como o caso brasileiro. Dessa forma, acreditamos que os dois cenários apresentados representam os dois casos extremos da dinâmica da dívida brasileira, uma que apresenta uma explosão da dinâmica ocorre de maneira extremamente rápida e outra que a redução ocorre de maneira consistente ao longo dos anos.

Uma outra possível falha das estimativas é a endogeneidade do modelo, pois, em caso

de dominância fiscal, a política monetária pode ser forçada a realizar senhoriagem como forma de financiar suas despesas e isso pode gerar efeito inflacionário. E, para controlar esse efeito inflacionário, é esperado que tenha uma alteração da Selic. Dessa forma, essa questão entra em conflito com a hipótese de que o IPCA e a Selic seguem constante ao longo dos anos. Esperamos conseguir resolver esse problema na próxima secção, em que iremos estimar a inflação e a Selic através do modelo de 3 equações.

3.2 Modelo de Três Equações

Econometricamente, foram estimadas as três curvas que compõem esse modelo para realizar a previsão das variáveis macroeconômicas com base empírica e econométrica. Quanto à IS, a melhor estimativa encontrada foi pela previsão de um dos tipos de hiato do produto por meio do *swap* real futuro de 2 e 3 trimestres à frente, além de condicionar para o resultado primário, o *log* da confiança da indústria, a defasagem do próprio hiato e *dummies* como do terceiro trimestre de 2008 e primeiro e segundo trimestres de 2020.

$$Hiato_t = \alpha_0 + \alpha_1 Hiato_{t-1} + \alpha_2 SwapReal_{t+2} + \alpha_3 SwapReal_{t+3} + \alpha_4 ResPrimário_t + \alpha_5 \log(Conf) + \alpha_6 d0308_t + \alpha_7 d2001_t + \alpha_8 d2002_t + \varepsilon_t$$

Quanto para a PC, a melhor estimativa foi pelo uso da inflação livre prevista por quanto expectativas estavam acima da inflação dois e quatro períodos anteriores, o hiato do produto do período anterior e uma *dummy* do último trimestre de 2020.

$$InfLivre_t = \alpha_0 + \alpha_1 (Expect_{t-2} - Inf_{t-2}) + \alpha_2 (Expect_{t-4} - Inf_{t-4}) + \alpha_3 Hiato_{t-1} + \alpha_4 d2004_t + \varepsilon_t$$

Por fim, a regra de Taylor foi estimada por meio do *swap* real previsto por meio do *swap* real do período anterior e de dois períodos anteriores, do quanto expectativas de inflação estavam acima da meta a três períodos a frente e do hiato do período anterior.

$$SwapReal_t = \alpha_0 + \alpha_1 SwapReal_{t-1} + \alpha_2 SwapReal_{t-2} + \alpha_3 Hiato_{t-1} + \alpha_4 (Expect_{t+3} - Meta_{t+3}) + \varepsilon_t$$

Os resíduos das três equações na figura 5 e, como pode ser visto, os resíduos têm características estacionárias ao longo da sua média de valor zero, como era o esperado.

Além disso, os correlogramas e correlogramas parciais estão presentes na figura 6 e, pelo que é possível perceber, não há correlação entre os resíduos desses modelos, o que mostra que esses modelos estão robustos.

Agora, quanto às predições do modelo, como pode ser visto na tabela 2, os sinais de cada curva está como o esperado. Quanto à IS, um aumento nos juros reais diminui o hiato do produto, visto que os juros diminuem o investimento como dito anteriormente. Quanto à curva PC, quando expectativas estão acima da inflação, a inflação livre tende a aumentar, assim como faz com um aumento do hiato do produto.

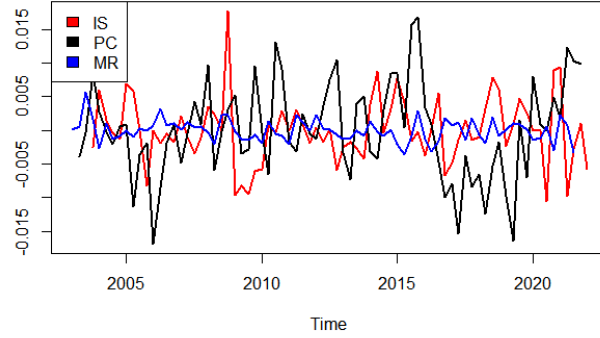


Figura 5 – Resíduos dos modelos das 3 equações

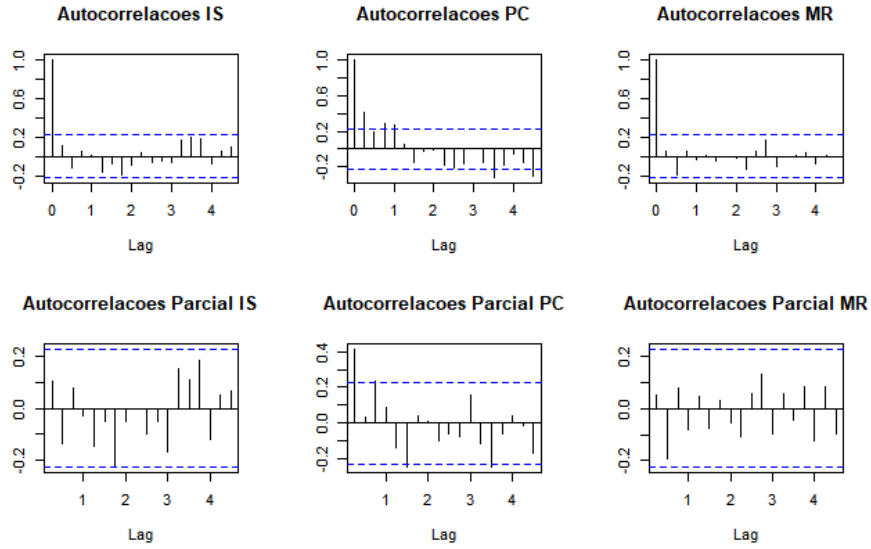


Figura 6 – ACF e PACF das curvas de 3 equações

Por fim, quando expectativas de inflação estão acima da meta, o Banco Central tende a aumentar os juros para controlar a inflação futura três períodos a frente. É possível resumir essas equações em:

$$Hiato_t = -0.737Juros_{t+3} + 0.746Hiato_{t-1} + \varepsilon_{1t}$$

$$Inf_{Livre_t} = 0.014 + 0.250(Expect_{t-2} - Inf_{t-2}) + 0.174Hiato_{t-1} + \varepsilon_{2t}$$

$$Juros_t = 0.180(Expect_{t+3} - Meta_{t+3}) - 0.033Hiato_{t-1} + \varepsilon_{3t}$$

Além disso, foi possível realizar uma predição com base nas variáveis do modelo de 3 equações para também ajudar na estimativa da dívida pública por meio da predição das variáveis de juros, inflação e resultado primário da economia. Essa estimativa também mostra, como visto na figura 7, que a dívida é explosiva para a economia brasileira caso não haja superávit fiscal nos próximos anos, o que está em sintonia com o cenário pessimista.

Modelo de Três Equações					
DataReferencia	Dívida	Resultado	Inflação	PIB Total	SwapReal
2022Q3	88,93%	-0,49%	1,36%	0,76%	7,28%
2022Q4	94,74%	-1,39%	1,54%	0,76%	7,28%
2023Q1	101,84%	-1,84%	1,54%	0,19%	7,28%
2023Q2	109,51%	-2,02%	1,54%	0,19%	7,28%
2023Q3	117,65%	-2,06%	1,54%	0,19%	7,28%
2023Q4	126,29%	-2,12%	1,54%	0,19%	7,28%
2024Q1	135,11%	-2,12%	1,54%	0,43%	7,28%
2024Q2	144,40%	-2,12%	1,54%	0,43%	7,28%
2024Q3	154,18%	-2,12%	1,54%	0,43%	7,28%
2024Q4	164,49%	-2,12%	1,54%	0,43%	7,28%
2025Q1	175,22%	-2,12%	1,54%	0,50%	7,28%
2025Q2	186,51%	-2,12%	1,54%	0,50%	7,28%
2025Q3	198,39%	-2,12%	1,54%	0,50%	7,28%
2025Q4	210,89%	-2,12%	1,54%	0,50%	7,28%

Figura 7 – Predição da dívida pelo 3 equações

4 Conclusão

Nesse trabalho, foi possível realizar predições para a dinâmica da dívida e para o modelo de três equações em séries de tempo para o Brasil, junto com o arcabouço teórico visto no livro de [Carlin e Soskice \(2014\)](#). Por meio dessas estimativas, foi possível perceber que a dívida pública pode crescer explosivamente em um cenário pessimista e pode ficar estável caso o cenário brasileiro seja otimista.

Além disso, foi possível estimar as curvas IS, PC e MR para o Brasil e foi possível perceber que esse modelo também funciona na realidade brasileira e o Banco Central controla a inflação com base em uma meta de inflação, não se importante muito com o hiato do produto.

As predições foram baseadas no relatório Focus do Banco Central e tiveram importantes resultados para o futuro da economia brasileira.

Tabela 2

	<i>Variável Dependente:</i>		
	Hiato (IS)	InfLivre (PC)	SwapReal (MR)
$SwapReal_{t+2}$	0.653* (0.358)		
$SwapReal_{t+3}$	-0.737** (0.331)		
Primário	0.045 (0.029)		
$\log(conf)$	0.0003 (0.007)		
d0803	0.017*** (0.005)		
$Hiato_{t-1}$	0.746*** (0.087)		
d2002	-0.067*** (0.006)		
d2001	0.075*** (0.009)		
$Expect_{t-2} - Inf_{t-2}$		0.250** (0.113)	
$SwapReal_{t-1}$			1.352*** (0.102)
$SwapReal_{t-2}$			-0.376*** (0.106)
$Expect_{t-2} - Meta_{t-2}$			0.036** (0.013)
$Hiato'_{t-1}$		0.174*** (0.055)	-0.038** (0.013)
d0203		0.020*** (0.007)	
Constante	-0.001 (0.034)	0.014*** (0.001)	0.001 (0.0004)
R ²	0.854	0.257	0.957
<i>Nota:</i> *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01			

Referências

ARELLANO, C. Default risk and income fluctuations in emerging economies. *American economic review*, v. 98, n. 3, p. 690–712, 2008. 4

CARLIN, W.; SOSKICE, D. W. *Macroeconomics: Institutions, instability, and the financial system*. [S.l.]: Oxford University Press, USA, 2014. 8

FOCUS - Relatório de Mercado. <<https://www.bcb.gov.br/publicacoes/focus>>. Accessed: 2022-12-06. 4