

2

O Modelo Teórico

Neste capítulo serão apresentadas as diversas hipóteses e as abordagens teóricas a serem estudadas neste trabalho. Primeiramente, será apresentado o modelo básico, que supõe separabilidade intertemporal. Em seguida, abandonar-se-á esta hipótese, incluindo portanto a existência de fenômenos como bens duráveis e formação de hábito para que sejam analisados os efeitos desta decisão sobre o formato da Equação de Euler. Por último, serão apresentadas formatos diferentes das equações relevantes para o estudo da IS intertemporal.

2.1.

O Modelo Básico

A Equação de Euler para o consumo foi derivada e estimada pela primeira vez por Robert E. Hall para a economia norte-americana¹. Neste trabalho, seu modelo supunha taxas de juros reais conhecidas para todos os períodos, e sua estimação se resumia aos dados sobre consumo.

O modelo básico refere-se ao problema de maximização intertemporal de um agente que escolhe sua sequência de consumo em cada período de modo a maximizar sua utilidade, e supõe que existe na economia um agente representativo. Este agente possui uma função de utilidade côncava, crescente no consumo de cada período, com utilidade marginal positiva decrescente no consumo e produz um único bem, apesar de consumir todos os bens produzidos na economia. Este modelo usa uma função de utilidade intertemporalmente separável (hipótese forte que será suprimida posteriormente), de modo a poder gerar o formato mais simples da Equação de Euler. Supõe-se que exista na economia um ativo B_t sem risco que gere taxa bruta de retorno conhecida R_t entre os períodos t e $t+1$, e que é a alternativa deste agente ao consumo. A taxa de inflação entre os períodos t e $t+1$, π_{t+1} , não é conhecida em t . A modelagem desta seção segue a

¹ Hall (1978)

modelagem padrão presente na literatura. Desta maneira, o problema do consumidor se torna:

$$\text{Max}_{\{C_t\}} \sum_{t=0}^T \beta^t E_t [U(C_t) - v(Y_t)]$$

sujeito a:

$$B_t = Y_t - C_t + \frac{R_{t-1}}{\pi_t} B_{t-1},$$

onde β é a taxa de desconto intertemporal do agente, Y_t representa a renda real proveniente do trabalho deste agente, $v(Y_t)$ a função de desutilidade do trabalho. A restrição à qual está sujeito o processo de decisão é a restrição orçamentária do agente, que determina que o estoque do ativo B_t tem que ser igual ao estoque no período anterior somado a seu rendimento real ($\frac{R_{t-1}}{\pi_t}$) mais o montante da renda poupado pelo agente no período t . Formando o Lagrangeano e tomando as condições de primeira ordem do problema, obtém-se:

$$(Ct): \beta^t E_t [U'(C_t)] - \beta^t \lambda_t = 0$$

$$(Bt): \beta^t \lambda_t - \beta^{t+1} E_t \left[\lambda_{t+1} \frac{R_t}{\pi_{t+1}} \right] = 0$$

onde $U'(C_t)$ representa a utilidade marginal em relação ao consumo em t . Uma terceira condição de primeira ordem, que envolve a escolha ótima de Y_t , geraria a curva de oferta de trabalho do indivíduo. Entretanto, como tal curva está dissociada da equação de Euler e o formato da mesma não altera o problema da escolha intertemporal de sua sequência de consumo, a derivação da curva de oferta de trabalho será ignorada. Simplificando as equações acima, chegamos então na Equação de Euler:

$$U'(C_t) = E_t \left[\beta \frac{R_t}{\pi_{t+1}} U'(C_{t+1}) \right]$$

Esta equação indica a preferência do consumidor pela suavização de seu consumo. Como consideramos que o agente responsável pelo processo de maximização acima é uma agente representativo de todos os consumidores na economia, a curva encontrada acima valerá para todos os consumidores individualmente, e portanto ao agregarmos o consumo de todos os agentes, e

supondo que há “market-clearing”, ou seja, o consumo total é igual ao produto existente na economia a cada período, podemos substituir o consumo no período t pela Demanda Agregada Y_t no mesmo período, de maneira que passamos a ter uma Equação de Euler “Agregada”.

O próximo passo do modelo básico será log-linearizar a equação, supondo que as variáveis estão próximas de seus pontos de equilíbrio. No ponto em que $Y_t = Y_{t+n}$ para todo n , ou seja, o nível de produto é constante no produto potencial, e onde a inflação de equilíbrio é zero, ou seja, $\bar{\pi} = 1$ (e portanto todos os preços relativos estão alinhados) obtém-se:

$$\bar{R} = \frac{1}{\beta}$$

Se $\bar{Y}$ for definido como o produto potencial e se for feita a expansão de Taylor de primeira ordem, obtemos a seguinte expressão:

$$-\varepsilon_y \left(\frac{Y_t - \bar{Y}}{\bar{Y}} \right) = -\varepsilon_y E_t \left(\frac{Y_{t+1} - \bar{Y}}{\bar{Y}} \right) + \left(\frac{R_t - \bar{R}}{\bar{R}} \right) - E_t \left[\frac{\pi_{t+1} - 1}{1} \right]$$

O termo ε_y representa a elasticidade de $U'(Y_t)$ em relação a Y_t . Simplificando:

$$-\varepsilon_y \hat{y}_t = -\varepsilon_y E_t \hat{y}_{t+1} + \hat{r}_t - E_t \hat{\pi}_{t+1}$$

As variáveis com $\hat{}$ representam a diferença entre os logs de cada variável e seu valor no equilíbrio, de maneira que as variáveis $\hat{y}_t$, $\hat{r}_t$ e $\hat{y}_{t+1}$ correspondem respectivamente a: $\ln Y_t - \ln \bar{Y}$, $\ln R_t - \ln 1/\beta$ e $\ln Y_{t+1} - \ln \bar{Y}$ e portanto os termos da equação linearizada serão aproximados por diferenças logarítmicas. No caso das expectativas de inflação, isto não será necessário porque em $E_t \left[\frac{\pi_{t+1} - 1}{1} \right]$ o que aparece ao final é a própria taxa de inflação, de maneira que é desnecessário fazer a transformação para esta variável, já que é mais fácil usarmos diretamente o valor líquido das expectativas. É bastante comum se usar a hipótese adicional de que $1/\beta \approx 1$, de modo que $\ln 1/\beta \approx 0$. Esta hipótese será utilizada nas derivações a serem feitas na próxima seção.

2.2. Formação de Hábito versus Bens Duráveis

Nesta seção serão modelados dois fenômenos observados na realidade e que têm efeitos sobre a decisão de consumo dos agentes e, portanto sobre a Demanda Agregada, podendo, por conseguinte, alterar os resultados de qualquer política monetária. Os fenômenos em questão são a formação de hábito no consumo por parte dos agentes e o consumo de bens duráveis.

Ambos os conceitos advêm da supressão da hipótese de separabilidade intertemporal da função de utilidade, e definem-se por preferências do consumidor que dependem não somente do consumo em cada período t como também desta variável em períodos anteriores. Desta maneira, a sequência de consumo derivada da maximização intertemporal do consumidor deverá levar em conta o efeito que o consumo em cada período terá não só na utilidade marginal do período seguinte (modelo básico) como na utilidade marginal em outros períodos subseqüentes.

A formação de hábito pode ser descrita como a formação, ao longo do tempo, de preferência por parte do agente representativo por um determinado nível de consumo. Depreende-se, portanto, que as cestas de consumo de períodos anteriores devem aumentar a utilidade marginal do consumo contemporâneo, à medida que estas cestas aumentam. Possíveis modelagens para este fenômeno são as fornecidas por Attanasio e Amato e Laubach (2002).

A modelagem de formação de hábito adotada por Amato e Laubach (2002) diz respeito a uma função de utilidade com dependência na cesta de consumo do período anterior:

$$U(C_t, C_{t-1}, \xi_t) = \frac{1}{1-\sigma} \left(\frac{C_t}{C_{t-1}^h} \right)^{1-\sigma} \exp(a' \xi_t), \quad \text{com}$$

$$0 \leq h \leq 1,$$

onde $\sigma > 0$ é o inverso da elasticidade intertemporal de substituição e ξ é um choque de preferências. Observe que a utilidade marginal de C_t é dada pela equação:

$$\frac{\partial U(C_t, C_{t-1}, \xi_t)}{\partial C_t} = U'_1(C_t, C_{t-1}, \xi_t) = C_t^{-\sigma} C_{t-1}^{-h(1-\sigma)} \exp(a' \xi_t)$$

e portanto quanto maior C_{t-1} , maior é a utilidade marginal, definindo o caso de formação de hábito (desde que $\sigma > 1$). Deste modo, o problema de maximização do consumidor é:

$$\text{Max } \sum_{j=0}^T \beta^{t+j} E_t [U(C_{t+j}, C_{t+j-1}, \xi_{t+j})]$$

Sujeito a:

$$B_{t+j+1} = Y_{t+j} - C_{t+j} + \frac{R_{t+j}}{\pi_{t+j+1}} B_{t+j}$$

Das condições de primeira ordem, obtém-se a seguinte equação:

$$C_t^{-\sigma} C_{t-1}^{-h(1-\sigma)} \exp(a' \xi_t) - \beta h E_t [C_{t+1}^{1-\sigma} C_t^{-(1+h(1-\sigma))} \exp(a' \xi_{t+1})] = \\ \beta \frac{R_t}{\pi_{t+1}} E_t [C_{t+1}^{-\sigma} C_t^{-h(1-\sigma)} \exp(a' \xi_{t+1}) - \beta h C_{t+2}^{1-\sigma} C_{t+1}^{-(1+h(1-\sigma))} \exp(a' \xi_{t+2})]$$

Vale notar que no caso limite em que $h=0$ no modelo acima, volta-se a ter separabilidade intertemporal da função de utilidade.

Para o caso de bens duráveis, ou o caso em que $-1 \leq h < 0$, a definição é bastante óbvia: a compra de bens que duram por mais de um período e portanto são demandados em períodos espaçados. Desta maneira, a compra de um durável no período t irá afetar positivamente a utilidade do consumidor nos períodos subseqüentes, enquanto este bem estiver gerando “serviços” para o agente. Portanto, espera-se que quanto maior for o consumo no período anterior, menor será a utilidade marginal do consumo contemporâneo, pois além da utilidade gerada pela cesta de consumo, o agente obtém a utilidade gerada pelos “serviços” do bem durável.

Para os fins a que este trabalho se propõe, a estimação de uma IS intertemporal que consiga expressar satisfatoriamente a dinâmica da Demanda Agregada no Brasil, é necessário encontrar uma modelagem que inclua os fenômenos de formação de hábito e bens duráveis (pois parece bastante claro que estes fenômenos acontecem concomitantemente na economia, e não são eventos excludentes). Isto posto, interessa buscar um formato teórico que inclua ao mesmo

tempo ambos os fenômenos, e deixar que os dados escolham qual é o modelo mais adequado.

A modelagem proposta por Amato e Laubach (2002) parece preencher este requisito, ao propor um modelo que permite tanto o acontecimento de formação de hábito quanto o de bens duráveis, transformando a distinção entre um caso e outro de uma distinção de modelagem para uma diferença entre valores de um único parâmetro. Observe que nos casos limites do modelo têm-se:

$$h = 0$$

Separabilidade intertemporal; volta-se ao modelo básico

$$h = 1$$

Formação de hábito; Utilidade depende inversamente de C_{t-1}

$$h = -1$$

Bens Duráveis; Utilidade depende diretamente de C_{t-1}

Caso a formação de hábito domine a existência de bens duráveis, observaríamos um h positivo, enquanto que o contrário ocorre se o efeito dos bens duráveis domina a formação de hábito.

Desta maneira, adotar-se-á neste trabalho a abordagem descrita acima para a modelagem das preferências do agente representativo, abandonando, entretanto, o formato específico dado por Amato e Laubach (2002), no caso uma função CRRA, por uma função genérica qualquer, que satisfaça os requisitos de concavidade e diferenciabilidade propostos para o modelo básico. Isto será feito pois, como cada uma das equação de Euler que serão derivadas nos problemas de maximização abaixo serão linearizadas, as diferenças existentes entre os variados tipos de funções de utilidade (linearidade, coeficiente de aversão ao risco e etc.) desaparece à medida que tal procedimento é adotado. Também será abandonado o choque às preferências do modelo original.

Desta maneira, os modelos a serem utilizados doravante, envolvem o seguinte problema de maximização:

$$\text{Max } \sum_{t=0}^T \beta^t E_t [U(C_t, C_{t-1}, C_{t-2})]$$

Sujeito à:

$$B_{t+j+1} = Y_{t+j} - C_{t+j} + \frac{R_{t+j}}{\pi_{t+j+1}} B_{t+j}$$

onde $U(C_t, C_{t-1}, C_{t-2})$ representa uma função de utilidade geral, contínua, que satisfaz os axiomas de Von Neumann - Morgenstern. Será testada se a melhor formulação envolve a dependência do consumo de 1 ou 2 períodos.

2.3. As Equações Relevantes

Nesta seção serão derivadas e apresentadas as principais equações a serem estudadas e estimadas no trabalho, e que vão servir de base para as extensões da seção 2.5.

2.3.1. Equações com dependência intertemporal

Nesta seção serão derivadas as condições de primeira ordem e as respectivas curvas de Euler log-linearizadas referentes ao problema apresentado na seção anterior.

Em um primeiro instante, será derivado o modelo sob a hipótese de que a utilidade depende do consumo contemporâneo e do consumo do período anterior, ou seja:

$$\text{Max } \sum_{t=0}^T \beta^t E_t[U(C_t, C_{t-1})], \quad 0 \leq |\alpha| \leq 1$$

Sujeito à:

$$B_{t+j+1} = Y_{t+j} - c_{t+j} + \frac{R_{t+j}}{\pi_{t+j+1}} B_{t+j}$$

Das condições de primeira ordem e após log-linearização (ver Apêndice), chega-se à seguinte equação:

$$\hat{y}_t = \rho_1 \hat{y}_{t-1} + \rho_2 E_t[\hat{y}_{t+1}] + \rho_3 E_t[\hat{y}_{t+2}] + \rho_4 E_t[\hat{R}_t - \hat{\pi}_{t+1}] \quad (\text{I})$$

Uma análise a respeito dos sinais esperados dos coeficientes é apresentada em detalhe no Apêndice. Supondo que a dependência intertemporal é de dois períodos, retorna-se ao modelo mais geral apresentado anteriormente:

$$\text{Max } \sum_{t=0}^T \beta^t E_t[U(C_t, C_{t-1}, C_{t-2})]$$

Sujeito à:

$$B_{t+j+1} = Y_{t+j} - c_{t+j} + \frac{R_{t+j}}{\pi_{t+j+1}} B_{t+j}$$

Seguindo os mesmos passos utilizados para o modelo anterior (ver Apêndice), encontra-se a seguinte equação:

$$(II) \hat{y}_t = \gamma_1 \hat{y}_{t-1} + \gamma_2 \hat{y}_{t-2} + \gamma_3 E_t[\hat{y}_{t+1}] + \gamma_4 E_t[\hat{y}_{t+2}] + \gamma_5 E_t[\hat{y}_{t+3}] + \gamma_6 E_t[\hat{R}_t - \hat{\pi}_{t+1}]$$

A principal importância da remoção da hipótese de separabilidade intertemporal e a modelagem de formação de hábito/ bens duráveis é o aparecimento das defasagens do hiato nas equações. Uma indicação de qual é o efeito dominante (formação de hábito ou bens duráveis) só é possível quando a utilidade depende somente do consumo do período anterior e do contemporâneo; se esta hipótese é abandonada, afirmações a respeito de qual é o fenômeno se tornam difíceis devido à complexa composição dos coeficientes a serem estimados (ver Apêndice).

2.3.2. Equações Correspondentes

As equações I e II representam as equações interessantes de serem estimadas e estudadas. Entretanto, as mesmas podem ser expandidas, através de iterações para frente, de maneira a incluir em seu formato expectativas de taxas de juros, inflação e produto mais distantes no futuro do que as presentes no formato original.

Se iterarmos a equação II para frente, substituindo as expectativas de hiato futuros, obtém-se a equação (II')²:

(II')

$$\hat{y}_t = \alpha_1 \hat{y}_{t-1} + \alpha_2 \hat{y}_{t-2} + \alpha_3 E_t[\hat{y}_{t+2}] + \alpha_4 E_t[\hat{y}_{t+3}] + \alpha_5 E_t[\hat{y}_{t+4}] + \alpha_6 E_t[\hat{y}_{t+5}] + \alpha_7 E_t[\hat{y}_{t+6}] + \alpha_8 E_t[\hat{R}_t - \hat{\pi}_{t+1}] + \alpha_9 E_t[\hat{R}_{t+1} - \hat{\pi}_{t+2}] + \alpha_{10} E_t[\hat{R}_{t+2} - \hat{\pi}_{t+3}] + \alpha_{11} E_t[\hat{R}_{t+3} - \hat{\pi}_{t+4}] + \xi_t$$

Onde:

$$\psi = (1 - \chi \gamma_1 [\gamma_3 + \gamma_1 \gamma_4])^{-1}$$

$$\chi = (1 - \gamma_2 \gamma_4)^{-1}$$

$$\alpha_1 = \psi [\chi \gamma_1 + \chi \gamma_2 [\gamma_3 + \gamma_1 \gamma_4]]$$

$$\alpha_2 = \psi \chi \gamma_2$$

$$\alpha_3 = \psi (\gamma_3 + \gamma_1 \gamma_4)^2$$

$$\alpha_4 = \psi (\gamma_5 + \gamma_3 \gamma_4)$$

$$\alpha_5 = \psi [\gamma_4^2 + (\gamma_5 + \gamma_3 \gamma_4)(\gamma_3 + \gamma_1 \gamma_4)]$$

$$\alpha_6 = \psi [\gamma_4 \gamma_5 + \gamma_4^2 (\gamma_3 + \gamma_1 \gamma_4)]$$

$$\alpha_7 = \psi \gamma_4 \gamma_5 (\gamma_3 + \gamma_1 \gamma_4)$$

$$\alpha_8 = \psi \gamma_6$$

$$\alpha_9 = \psi \gamma_6 (\gamma_3 + \gamma_1 \gamma_4)$$

$$\alpha_{10} = \psi \gamma_4 \gamma_6$$

$$\alpha_{11} = \psi \gamma_4 \gamma_6 (\gamma_3 + \gamma_1 \gamma_4)$$

Sendo que $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4, \gamma_5$ e γ_6 são como os definidos para a equação (II).

Da mesma maneira, pode-se utilizar tal procedimento para o caso particular em que só há dependência temporal de um período (equação I), onde portanto a equação I' será a equação II' descrita acima exceto pelo fato de que:

$$\chi = 1$$

$$\psi = (1 - \gamma_1 [\gamma_3 + \gamma_1 \gamma_4])^{-1}$$

$$\alpha_1 = \psi \gamma_1$$

$$\alpha_2 = 0$$

$$\alpha_3 = \psi (\gamma_3 + \gamma_1 \gamma_4)^2$$

$$\alpha_4 = \psi (\gamma_3 \gamma_4)$$

$$\alpha_5 = \psi [\gamma_4^2 + (\gamma_3 \gamma_4)(\gamma_3 + \gamma_1 \gamma_4)]$$

$$\alpha_6 = \psi [\gamma_4^2 (\gamma_3 + \gamma_1 \gamma_4)]$$

$$\alpha_7 = 0$$

$$\alpha_8 = \psi \gamma_6$$

$$\alpha_9 = \psi \gamma_6 (\gamma_3 + \gamma_1 \gamma_4)$$

² Substituiu-se primeiramente $E_t[\hat{y}_{t+2}]$ e depois de rearrumar os termos substituiu-se $E_t[\hat{y}_{t+1}]$.

$$\alpha_{10} = \Psi \gamma_4 \gamma_6$$

$$\alpha_{11} = \Psi \gamma_4 \gamma_6 (\gamma_3 + \gamma_1 \gamma_4)$$

Entretanto, observe que as expectativas de hiato mais próximas do presente podem ser substituídas por iterações de maneira que desaparecem:

$$\begin{aligned} \hat{y}_t = & \varphi_1 \hat{y}_{t-1} + \varphi_2 \hat{y}_{t-2} + \varphi_3 E_t [\hat{y}_{t+3}] + \varphi_4 E_t [\hat{y}_{t+4}] + \varphi_5 E_t [\hat{y}_{t+5}] + \varphi_6 E_t [\hat{y}_{t+6}] + \varphi_7 E_t [\hat{R}_t - \hat{\pi}_{t+1}] + \\ & + \varphi_8 E_t [\hat{R}_{t+1} - \hat{\pi}_{t+2}] + \varphi_9 E_t [\hat{R}_{t+2} - \hat{\pi}_{t+3}] + \varphi_{10} E_t [\hat{R}_{t+3} - \hat{\pi}_{t+4}] + \xi_t \end{aligned}$$

Novamente percebe-se que mais iterações na equação (II') vão inserir na equação esperanças cada vez mais distantes no futuro tanto das taxas de juros reais quanto do produto. A série de taxas de juros reais permanece completa na equação, enquanto que as expectativas do hiato futuro de períodos mais próximos de t vão desaparecendo. Deste modo, a curva de juros aparece na equação à medida que as esperanças sobre produtos futuros estarão associadas a períodos cada vez mais longe do instante atual. Vão ser estimadas, no capítulo 3, tanto a equação que inclui as expectativas de hiato próximos quanto a equação que as exclui.

Dado que as equações (I') e (II') são somente desdobramentos das equações (I) e (II) respectivamente, elas deveriam ser equivalentes entre si. É interessante verificar se este fato teórico se verifica empiricamente, pois caso as equações (I) e (I') ou (II) e (II') não possuam resultados similares, pode-se argumentar que os agentes, de alguma maneira, ou são “cegos” em relação a este fato e portanto possuem alguma “miopia” na observação ou da curva de juros ou nas expectativas futuras de produto ou então conseguem obter mais informação a respeito do futuro através da observação da curva de juros do que através das outras variáveis presentes nas equações (I) e (II).

Observa-se que, iterando as equações I e II, obtém-se respectivamente as seguintes equações:

$$y_t = \alpha_1 y_{t-1} + \sum_{i=0}^T \phi_i E_t [y_{t+i+1}] + \sum_{i=1}^T \rho_i E_t [R_{t+i} - \pi_{t+i+1}]$$

$$y_t = \alpha_1 y_{t-1} + \alpha_2 y_{t-2} + \sum_{i=0}^T \phi_i E_t [y_{t+i+1}] + \sum_{i=1}^T \rho_i E_t [R_{t+i} - \pi_{t+i+1}]$$

Estas equações são as equações I' e II' iteradas até o instante T, que está bastante distante no tempo. Observe que os ϕ , ou seja, os coeficientes das expectativas de hiato futuros, iniciais serão iguais a zero. Uma maneira alternativa de estimar as equações I' e II' seria portanto determinar que $T = 12$, e portanto usar como proxy para o termo $\sum_{i=1}^{12} \rho_i E_t [R_{t+i} - \pi_{t+i+1}]$ uma expectativa da taxa de juros de um ano menos a expectativa de inflação para os próximos doze meses acumulada. Esta hipótese será testada, junto com as demais equações, no capítulo 3.

2.4. O Problema das Expectativas

Dentro do arcabouço de expectativas racionais, a Equação de Euler depende, dentre outras variáveis, das expectativas de inflação e produto futuro, como foi demonstrado nas seções anteriores. Entretanto, enquanto a incerteza a respeito do produto futuro não apresenta efeitos claros sobre a economia e seus efeitos serão considerados (por hipótese) pequenos em relação aos da incerteza inflacionária, espera-se um outro resultado a partir do fato de lidarmos com a expectativa da inflação: a incerteza em relação à inflação pode ter efeitos sobre as decisões de consumo dos agentes e conseqüentemente sobre o produto futuro.

A hipótese de que a variabilidade da taxa de inflação afeta o produto é justificada através do efeito desta variabilidade sobre a taxa de juros real, que se torna mais incerta à medida que aumenta a variabilidade da inflação. Esta incerteza acaba minando os incentivos tanto dos consumidores quanto dos produtores de adiar seus planos de consumo e investimento, que é o principal efeito sobre o qual a política monetária de baseia. Os planos de consumo e investimento para o futuro passam a ter um retorno real mais incerto, e portanto há uma tendência de substituição destes bens pelos planos de consumo mais “seguros” do presente, criando uma expansão na Demanda Agregada corrente. Este “efeito substituição” da incerteza pode ou não ser eliminado pelo “efeito renda” que esta mesma incerteza gera: uma vez que os bens e planos de investimento passam a ser mais arriscados, o retorno futuro dos ativos na economia passa também a ser mais variável, e como os agentes buscam suavizar

seu consumo ao longo do tempo, tendem a diminuir seu consumo e gastos correntes de maneira a garantir seu poder de compra futuro em caso de uma queda abrupta, e neste caso gera-se uma queda na Demanda Agregada corrente, em benefício da Demanda Agregada futura³.

Com tais efeitos em andamento a partir de um aumento na incerteza da inflação, mesmo com a manutenção de sua estimativa pontual, a política monetária tem de ser cada vez mais “apertada” para gerar o efeito desejado sobre a Demanda Agregada se o efeito substituição é forte: as taxas nominais de juros têm que ser mais altas, para o mesmo nível de demanda objetivado, quanto maior for a variabilidade das expectativas da inflação futura. Desta maneira, as taxas de juros reais se tornam mais altas à medida que se tornam mais arriscadas.

Para representar a incerteza das expectativas em relação à taxa de inflação futura, vamos considerar, na linearização da Equação de Euler, uma aproximação à variância da expectativa da taxa de inflação. Esta nova variável, que não é comumente levada em consideração na literatura do tema (por ser uma literatura majoritariamente proveniente de países de taxas de inflação muito baixas e estáveis⁴, comparativamente ao histórico brasileiro), estará presente de modo a possibilitar a investigação de sua importância na dinâmica da Demanda Agregada brasileira, hipótese relevante pelos motivos apresentados acima.

Podemos observar a partir da figura 1 abaixo que, apesar da taxa de juros Selic apresentar uma grande variância ao longo do tempo devido à amostra escolhida para este trabalho (por motivos a serem explicados à frente), em que se verificou aumentos persistentes da mesma por parte do Banco Central na tentativa de estabilizar a economia diante de choques exógenos, esta variável apresenta alta persistência na série, não sendo portanto uma fonte de incerteza tão grande para os agentes da economia. A série de produto industrial também apresenta grande persistência, e sazonalidades fortes. Entretanto a série de IPCA tem um comportamento distinto das outras variáveis: além de ter grandes picos, parece ser mais volátil que as outras.

³ Loyo (2002)

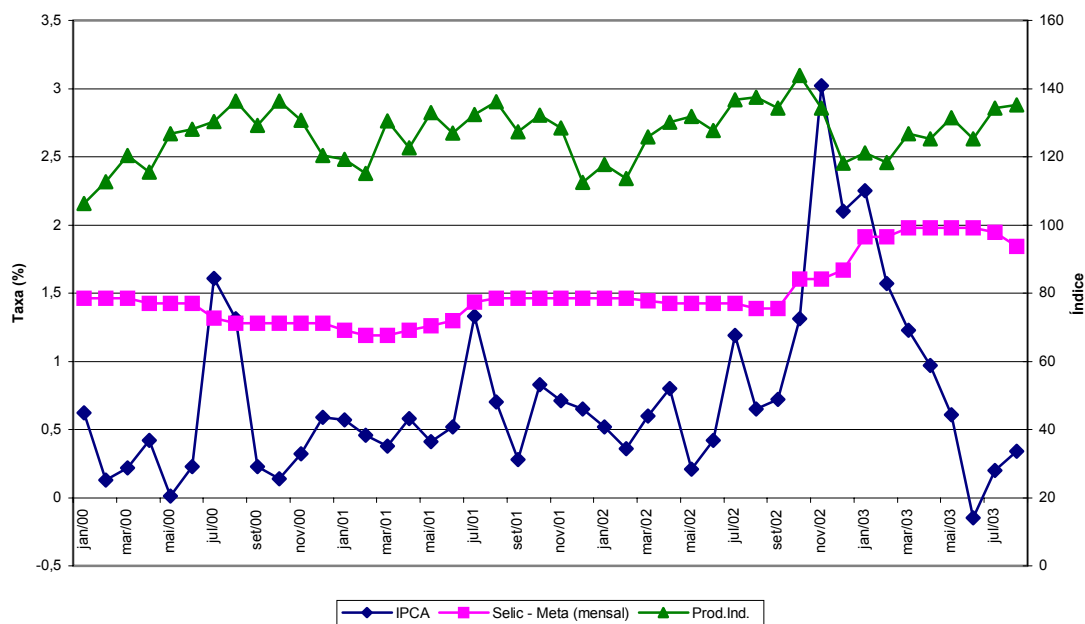


Figura 1 – IPCA, Taxa Selic e Índice de Produção Industrial

2.5. Extensões

Nesta seção serão apresentadas as principais extensões a serem feitas às equações relevantes da seção 2.3. Primeiramente, será mostrada uma maneira de se inserir nas curvas a variância das expectativas de inflação, seguindo o problema descrito na seção 2.4. Em seguida, serão justificadas extensões que surgem no modelo de maneira *ad hoc*, como as defasagens das taxas de juros, ou que podem ser modeladas de maneira alternativa, como a inserção de uma taxa de juros natural que varia no tempo.

Voltando ao modelo básico, após a obtenção da Equação de Euler, a mesma é linearizada em torno de um ponto de equilíbrio. No caso da seção 2.1, a foi feita uma linearização de primeira ordem. Entretanto, se for feita uma expansão de Taylor de segunda ordem, obtém-se a seguinte expressão:

⁴ Ver Rudebusch (2002), Woodford e Rotemberg (1998), Fuhrer & Rudebusch (2002)

$$-\varepsilon_y \left(\frac{Y_t - \bar{Y}}{\bar{Y}} \right) = -\varepsilon_y E_t \left(\frac{Y_{t+1} - \bar{Y}}{\bar{Y}} \right) + \left(\frac{R_t - \bar{R}}{\bar{R}} \right) - E_t \left[\frac{\pi_{t+1} - 1}{1} \right] + E_t \left[(\pi_{t+1} - 1)^2 \right] + v_t$$

O termo ε_y representa a elasticidade de $U'(Y_t)$ em relação a Y_t . Apesar de ter sido feita uma expansão de Taylor de segunda ordem, o único termo de segunda ordem que aparecerá na versão final da Equação de Euler neste trabalho será o da inflação. Isto porque os efeitos presumidos dos termos de segunda ordem do hiato sobre a economia serão tomados como desprezíveis, enquanto que será investigada a hipótese de a incerteza inflacionária gerar as distorções apresentadas na seção anterior. Desta maneira pode-se descartar os termos de segunda ordem em Y_t e R_t , assim como seus termos cruzados, sobrando somente o termo que apresenta alguma variabilidade relevante.

Definindo $\sigma_t^2 = E_t[(\pi_t - \bar{\pi})^2]$, ou seja, tomando o termo como uma proxy da variância da inflação em cada período t , obtemos:

$$-\varepsilon_y \hat{y}_t = -\varepsilon_y E_t \hat{y}_{t+1} + \hat{r}_t - E_t \hat{\pi}_{t+1} + \sigma_t^2 + v_t$$

Desta maneira, pode-se incluir no formato de todas as curvas derivadas anteriormente σ_t^2 , a variância das expectativas de inflação, que aparece como consequência da linearização de segunda ordem.

A segunda extensão que deve ser testada é a da importância de defasagens da taxa de juros na determinação do hiato do produto. Esta hipótese foi testada por Fuhrer e Rudebusch (2002) para a economia americana e sua inserção na equação é baseada na suposição de que a política monetária precisa de vários períodos para surtir seu efeito total. Desta maneira, a decisão de política monetária no passado recente ainda terá algum efeito sobre a determinação do hiato contemporâneo. No capítulo 3, será atribuída à política monetária efeitos de até três meses, de maneira que as equações I e II tenham os seguintes formatos:

Equação I:

$$\hat{y}_t = \gamma_1 \hat{y}_{t-1} + \gamma_2 E_t [\hat{y}_{t+1}] + \gamma_3 E_t [\hat{y}_{t+2}] + \gamma_4 E_t [\hat{R}_t] - \gamma_5 E_t [\hat{\pi}_{t+1}] + \gamma_6 \sigma_t^2 + \gamma_7 \hat{R}_{t-1} + \gamma_8 \hat{R}_{t-2} + \gamma_9 \hat{R}_{t-3}$$

Equação II:

$$\hat{y}_t = \gamma_1 \hat{y}_{t-1} + \gamma_2 \hat{y}_{t-2} + \gamma_3 E_t[\hat{y}_{t+1}] + \gamma_4 E_t[\hat{y}_{t+2}] + \gamma_5 E_t[\hat{y}_{t+3}] + \gamma_6 E_t[\hat{R}_t] - \gamma_7 E_t[\hat{\pi}_{t+1}] + \gamma_8 \sigma_t^2 + \gamma_9 \hat{R}_{t-1} + \gamma_{10} \hat{R}_{t-2} + \gamma_{11} \hat{R}_{t-3}$$

Uma terceira hipótese a ser testada é a da necessidade de se incluir uma medida de risco-país às equações, que poderia justificar a trajetória ascendente da taxa de juros no período. Para tal procedimento será inserido nas equações, também de maneira ad hoc, o EMBI+ (Emerging Markets Bond Index Plus) Brasil, calculado pelo Banco J.P. Morgan. Este índice aponta o prêmio pago pela dívida externa de países emergentes, como o Brasil. O que se buscará verificar é se a introdução desta série de “risco” se cointegra com a série da taxa de juros de maneira que o coeficiente da última se torne significativa.

A quarta extensão a ser feita ao modelo surge da observação de que a série de taxa de juros nominais tem indícios de não estacionariedade, que desaparecem sob a retirada de uma tendência linear, como será mostrado na seção 3.1. Tal hipótese poderia ser justificada teoricamente através da modificação da taxa de desconto intertemporal de desconto de uma constante para uma taxa diferente a cada período:

$$\text{Max } \sum_{t=0}^T E_t \left[\prod_{i=1}^t \beta_i U(C_t, C_{t-1}, C_{t-2}) \right]$$

Sujeito à:

$$B_{t+j+1} = Y_{t+j} - c_{t+j} + \frac{R_{t+j}}{\pi_{t+j+1}} B_{t+j}$$

Das condições de primeira ordem e posterior linearização da equação de Euler resultante das mesmas, chega-se a:

$$\hat{y}_t = \gamma_1 \hat{y}_{t-1} + \gamma_2 \hat{y}_{t-2} + \gamma_3 E_t[\hat{y}_{t+1}] + \gamma_4 E_t[\hat{y}_{t+2}] + \gamma_5 E_t[\hat{y}_{t+3}] + \gamma_6 E_t[\log(R_t)] - \gamma_7 E_t[\log(\pi_{t+1})] + \gamma_8 \log(\beta_{t+1}) + \gamma_9 \log(\beta_{t+2}) + \gamma_{10} \log(\beta_{t+3})$$

As variáveis que aparecem com $\hat{}$ são, como em todas as equações anteriores, a diferença entre os valores da variável e seu valor no equilíbrio. As variáveis de juros, inflação e taxa de desconto intertemporal são apresentadas somente com os valores do log da variável pois o $\log(\bar{\beta})$ foi anulado (ver Apêndice, seção 5.3). Observe que:

$$\gamma_6 E_t[\log(R_t)] - \gamma_7 E_t[\log(\pi_{t+1})] = \hat{y}_t - \gamma_1 \hat{y}_{t-1} - \gamma_2 \hat{y}_{t-2} - \gamma_3 E_t[\hat{y}_{t+1}] - \gamma_4 E_t[\hat{y}_{t+2}] - \gamma_5 E_t[\hat{y}_{t+3}] - \gamma_8 \log(\beta_{t+1}) - \gamma_9 \log(\beta_{t+2}) - \gamma_{10} \log(\beta_{t+3})$$

E portanto, no equilíbrio em que o hiato é zero para todos os períodos:

$$\gamma_6 E_t[\log(R_t)] - \gamma_7 E_t[\log(\pi_{t+1})] = -\gamma_8 \log(\beta_{t+1}) - \gamma_9 \log(\beta_{t+2}) - \gamma_{10} \log(\beta_{t+3})$$

Ou seja, mesmo quando o hiato do produto é zero, existe uma diferença entre a taxa de juros e a inflação devido à soma das taxas de desconto intertemporais. Ao se supor que as taxas de desconto intertemporais estão aumentando de maneira linear com o tempo, ou seja, que β está diminuindo, observa-se então uma tendência linear na diferença entre a taxa de juros e a inflação. Assim, a variável que surge da subtração desta tendência da taxa selic deve ser testada como variável de juros, pois com esta medida não só se elimina a não estacionariedade da série Selic, como se usa um modelo mais flexível que o anterior. Além disso, como se verá no capítulo 3, a série de hiato será estacionária, e portanto a não estacionariedade da série da taxa Selic, que possui uma tendência linear, dificulta a estimação de correlação entre estas variáveis.

Quadro 1 – Formatos das equações

Equação I: $\hat{y}_t = \rho_1 \hat{y}_{t-1} + \rho_2 E_t[\hat{y}_{t+1}] + \rho_3 E_t[\hat{y}_{t+2}] + \rho_4 \hat{R}_t - \rho_5 E_t[\hat{\pi}_{t+1}] + \rho_6 \sigma_t^2$
Equação II: $\hat{y}_t = \gamma_1 \hat{y}_{t-1} + \gamma_2 \hat{y}_{t-2} + \gamma_3 E_t[\hat{y}_{t+1}] + \gamma_4 E_t[\hat{y}_{t+2}] + \gamma_5 E_t[\hat{y}_{t+3}] + \gamma_6 \hat{R}_t + \gamma_7 E_t[\hat{\pi}_{t+1}] + \gamma_8 \sigma_t^2$
Equação I': $\hat{y}_t = \alpha_1 \hat{y}_{t-1} + \alpha_2 E_t[\hat{y}_{t+2}] + \alpha_3 E_t[\hat{y}_{t+3}] + \alpha_4 E_t[\hat{y}_{t+4}] + \alpha_5 E_t[\hat{y}_{t+5}] + \alpha_6 \hat{R}_t - \alpha_7 E_t[\hat{\pi}_{t+1}] + \alpha_8 E_t[\hat{R}_{t+1} - \hat{\pi}_{t+2}] + \alpha_9 E_t[\hat{R}_{t+2} - \hat{\pi}_{t+3}] + \alpha_{10} E_t[\hat{R}_{t+3} - \hat{\pi}_{t+4}] + \alpha_{11} \sigma_t^2$
Equação II': $\hat{y}_t = \alpha_1 \hat{y}_{t-1} + \alpha_2 \hat{y}_{t-2} + \alpha_3 E_t[\hat{y}_{t+2}] + \alpha_4 E_t[\hat{y}_{t+3}] + \alpha_5 E_t[\hat{y}_{t+4}] + \alpha_6 E_t[\hat{y}_{t+5}] + \alpha_7 E_t[\hat{y}_{t+6}] + \alpha_8 \hat{R}_t - \alpha_9 E_t[\hat{\pi}_{t+1}] + \alpha_{10} E_t[\hat{R}_{t+1} - \hat{\pi}_{t+2}] + \alpha_{11} E_t[\hat{R}_{t+2} - \hat{\pi}_{t+3}] + \alpha_{12} E_t[\hat{R}_{t+3} - \hat{\pi}_{t+4}] + \alpha_{13} \sigma_t^2$
Equação I com defasagens da taxa de juros: $\hat{y}_t = \alpha_1 \hat{y}_{t-1} + \alpha_2 E_t[\hat{y}_{t+1}] + \alpha_3 E_t[\hat{y}_{t+2}] + \alpha_4 E_t[\hat{R}_t - \hat{\pi}_{t+1}] + \alpha_5 E_t[\hat{R}_{t-1}] + \alpha_6 E_t[\hat{R}_{t-2}] + \alpha_7 E_t[\hat{R}_{t-3}] + \alpha_8 \sigma_t^2$
Equação II com defasagens da taxa de juros: $\hat{y}_t = \alpha_1 \hat{y}_{t-1} + \alpha_2 \hat{y}_{t-2} + \alpha_3 E_t[\hat{y}_{t+1}] + \alpha_4 E_t[\hat{y}_{t+2}] + \alpha_5 E_t[\hat{y}_{t+3}] + \alpha_6 \hat{R}_t - \alpha_7 E_t[\hat{\pi}_{t+1}] + \alpha_7 E_t[\hat{R}_{t-1}] + \alpha_8 E_t[\hat{R}_{t-2}] + \alpha_9 E_t[\hat{R}_{t-3}] + \alpha_{10} \sigma_t^2$
Equação I com EMBI+ Brasil: $\hat{y}_t = \alpha_1 \hat{y}_{t-1} + \alpha_2 E_t[\hat{y}_{t+1}] + \alpha_3 E_t[\hat{y}_{t+2}] + \alpha_4 E_t[\hat{R}_t - \hat{\pi}_{t+1}] + \alpha_5 \log(EMBI) + \alpha_6 \sigma_t^2$
Equação II com EMBI+ Brasil: $\hat{y}_t = \alpha_1 \hat{y}_{t-1} + \alpha_2 \hat{y}_{t-2} + \alpha_3 E_t[\hat{y}_{t+1}] + \alpha_4 E_t[\hat{y}_{t+2}] + \alpha_5 E_t[\hat{y}_{t+3}] + \alpha_6 E_t[\hat{R}_t - \hat{\pi}_{t+1}] + \alpha_7 \log(EMBI) + \alpha_8 \sigma_t^2$
Equação I com Selic sem tendência linear: $\hat{y}_t = \rho_1 \hat{y}_{t-1} + \rho_2 E_t[\hat{y}_{t+1}] + \rho_3 E_t[\hat{y}_{t+2}] + \rho_4 E_t[\hat{R}_t - tend] + \rho_5 \hat{\pi}_{t+1} + \rho_6 \sigma_t^2$
Equação II com Selic sem tendência linear: $\hat{y}_t = \gamma_1 \hat{y}_{t-1} + \gamma_2 \hat{y}_{t-2} + \gamma_3 E_t[\hat{y}_{t+1}] + \gamma_4 E_t[\hat{y}_{t+2}] + \gamma_5 E_t[\hat{y}_{t+3}] + \gamma_6 E_t[\hat{R}_t - tend] + \gamma_7 \hat{\pi}_{t+1} + \gamma_8 \sigma_t^2$