

O MECANISMO DE TRANSMISSÃO MONETÁRIA PARA UMA PEQUENA ECONOMIA ABERTA INTEGRADA NUMA UNIÃO MONETÁRIA*¹

Bernardino Adão**

1. INTRODUÇÃO

Neste trabalho é analisado um modelo estilizado de uma pequena economia aberta integrada numa união monetária. Dado que a pequena economia efectua trocas comerciais no interior e no exterior da união monetária, existem três blocos neste modelo. A pequena economia, o bloco representado pelos restantes países pertencentes à união monetária e o bloco que inclui todos os países que não pertencem à união monetária.

Tal como em qualquer modelo monetário dinâmico de equilíbrio geral, também no nosso, o comportamento das variáveis de equilíbrio pode ser descrito por um sistema de equações às diferenças com tantas equações, quantas as variáveis endógenas, e com algumas condições iniciais e terminais. De um modo geral, estas restrições adicionais ao sistema não são suficientes para determinar um conjunto finito de soluções². No entanto, existe uma forma de obter um equilíbrio local único³. O procedimento é relativamente simples, o banco central deve adoptar uma regra de fixação da taxa de juro que obedeça ao princípio de Taylor⁴.

O princípio de Taylor estabelece que a resposta da taxa de juro a uma variação unitária da inflação deve ser maior do que a unidade. A taxa de juro relevante para a pequena economia é fixada pelo banco central da união monetária. Este adopta uma regra de taxa de juro que é função da inflação e do produto da união. Se a taxa de inflação em todos os países da união, salvo a da pequena economia, fosse considerada exógena, violar-se-ia o princípio de Taylor. É fácil perceber porquê. Se o referido agregado das variáveis da união fosse considerado exógeno, qualquer alteração na inflação da pequena economia implicaria uma alteração relativamente menor da taxa de juro da união, dado que a pequena economia contribui pouco para a inflação da união. Assim, para garantir a determinação local, as variáveis associadas aos países fora da união podem ser consideradas exógenas, mas não as variáveis associadas aos outros países da união.

* Agradeço os comentários de Ana Cristina Leal, João Sousa, José Ferreira Machado, Mário Centeno e Nuno Alves e a ajuda prestada com os dados de Gabriela Castro, Ricardo Félix, José Maria e Nuno Ribeiro. As opiniões expressas no artigo são as do autor e não coincidem necessariamente com as do Banco de Portugal ou do Eurosistema.

** Banco de Portugal, Departamento de Estudos Económicos.

(1) Há uma versão em *working paper* deste trabalho, Adão (2009), que tem um maior detalhe técnico.

(2) Cochrane (2007) contém uma análise deste assunto.

(3) Além do equilíbrio local único existe um número infinito de outros equilíbrios explosivos, que não podem ser descartados por condições de transversalidade.

(4) O princípio de Taylor é descrito em Taylor (1999). Ao contrário do que pode acontecer em modelos menos usuais, o princípio de Taylor é uma condição necessária e suficiente para ter determinação local no nosso modelo.

Para garantir que o modelo possui um equilíbrio único, adoptámos uma especificação *ad-hoc* de dois blocos de equações, cada um contendo três equações, que especificam o comportamento de algumas variáveis agregadas internas e externas à união. Um dos blocos contém três equações de forma reduzida: uma curva IS, uma curva de Phillips e uma regra de taxa de juro, que descrevem o comportamento do produto, da inflação e da taxa de juro para os países fora da união. Estas três variáveis são totalmente determinadas neste bloco. O outro bloco de equações contém outras três equações de forma reduzida, semelhantes, relacionadas com o comportamento da inflação, do produto, e da taxa de juro na união. Este bloco de equações contém três equações e cinco variáveis. As variáveis são: a taxa de inflação e o produto, na pequena economia aberta e nos restantes países da união, assim como a taxa de juro na união monetária. Neste bloco de equações, os argumentos associados à pequena economia aberta são ponderados, de acordo com a dimensão relativa do pequeno país na união. Estas cinco variáveis interagem com as outras variáveis do modelo, sendo determinadas em conjunto com estas.

Adolfson *et al.* (2007) desenvolveram, um modelo de pequena economia aberta com apenas dois blocos: a pequena economia aberta e todos os restantes países. Nesse contexto, o princípio de Taylor é satisfeito se as variáveis: inflação externa, produto externo e taxa de juro externa, forem consideradas exógenas. Este trabalho pode ser encarado como uma extensão do trabalho referido, porque considera que a pequena economia aberta está integrada na união monetária. Seguindo o trabalho daqueles autores, e a literatura, considerámos várias fricções nominais e reais, tais como salários e preços rígidos, utilização variável do capital, custos de ajustamento do capital, persistência dos hábitos de consumo e prémios de risco.

Adolfson *et al.* (2007) calibraram e estimaram o seu modelo, utilizando dados da área do euro. Este documento apresenta um modelo concebido para avaliar a transmissão dos choques da política monetária numa pequena economia aberta integrada numa união monetária. Sendo razoável considerar Portugal como uma economia deste tipo, recorremos aos dados portugueses para calibrar vários dos parâmetros do nosso modelo. Assumimos que após o choque monetário, as variáveis agregadas externas à união: inflação, produto e taxa de juro, não se alteravam e que as variáveis agregadas da união: inflação, produto e taxa de juro se alteravam de acordo com o bloco de três equações mencionado. Mais especificamente, no exercício quantitativo que efectuámos, considerámos parâmetros para a curva IS, curva de Phillips e regra da taxa de juro que, juntamente com as restantes equações calibradas, geram respostas ao choque de política monetária típico da área do euro, que reproduzem as trajectórias das respostas destas variáveis no modelo de Adolfson *et al.* (2007) para o mesmo choque.

Alguns dos parâmetros do modelo estão calibrados para os valores no estado estacionário das variáveis da economia portuguesa, para outros não dispomos de informação, pelo que optamos por fazê-los iguais às estimativas obtidas (ou valores assumidos) por Adolfson *et al.* (2007) para a área do euro. A trajectória das funções de respostas a impulso, das principais variáveis macro, a uma descida temporária e não antecipada da taxa de juro estão alinhadas com a literatura. Quando comparadas

com a área do euro, as variáveis: produto, emprego e salário real, crescem mais em Portugal e a inflação ajusta-se mais rapidamente, reagindo ligeiramente mais no impacto. Por outro lado, o consumo, em Portugal, tem um comportamento quase idêntico ao da área do euro. Em geral, as economias onde se verifica um ajuste mais rápido da inflação em resposta a um determinado choque económico, apresentam respostas mais pequenas das variáveis reais em resposta a esse choque. Não é o que se passa aqui, uma vez que se partiu do pressuposto que Portugal tem um nível de endividamento externo líquido mais elevado e um grau de abertura maior que a união.

O comércio com as duas áreas responde de forma diferente. Devido à alteração da taxa de juro, o comércio com os países fora da área do euro varia substancialmente mais do que o comércio com os países da área do euro. As exportações e as importações para e da área do euro aumentam, sendo menores as variações apresentadas pelas exportações. No início, as importações de fora da área do euro decrescem, ao passo que as exportações para fora da área do euro aumentam.

O trabalho está organizado do seguinte modo: A Secção 2 descreve o modelo. A Secção 3 estuda os efeitos de um choque de política monetária na economia portuguesa. A Secção 4 apresenta algumas conclusões. O apêndice descreve a resolução e a calibragem do modelo.

2. MODELO

O modelo tem 3 blocos económicos: A pequena economia aberta, os outros países da união monetária e os países fora da união monetária. Estamos preocupados com a pequena economia aberta e assumimos que os desenvolvimentos na pequena economia aberta afectam pouco os restantes blocos económicos. Como tal, no nosso modelo, a pequena economia aberta é descrita em pormenor, o mesmo não acontecendo com os restantes blocos económicos.

2.1. Famílias

Na pequena economia aberta existe uma família representativa, cujas preferências por sequências estocásticas de consumo C_t , de moeda real $\frac{M_t}{P_t}$, e de trabalho L_t são dadas pela função utilidade,

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left(\log(C_t - bC_{t-1}) + \nu \log\left(\frac{M_t}{P_t}\right) - \xi \frac{L_t^{1+\psi}}{1+\psi} \right) \quad (1)$$

Em que E_0 é o valor esperado condicionado, $\beta \in (0,1)$ é o factor de desconto e b é um parâmetro que controla a persistência dos hábitos de consumo. Esta função utilidade é semelhante à utilizada por Christiano *et al.* (2005) e Adolfson *et al.* (2007). O consumo agregado é um cabaz formado pelo produto produzido internamente e pelos produtos importados do exterior segundo uma função CES:

$$C_t = \left[(1 - \varpi_{o,c} - \varpi_{u,c})^{\frac{1}{\eta_c}} (C_t^h)^{\frac{\eta_c-1}{\eta_c}} + (\varpi_{o,c})^{\frac{1}{\eta_c}} (C_t^o)^{\frac{\eta_c-1}{\eta_c}} + (\varpi_{u,c})^{\frac{1}{\eta_c}} (C_t^u)^{\frac{\eta_c-1}{\eta_c}} \right]^{\frac{\eta_c}{\eta_c-1}}, \quad (2)$$

Em que C_t^h indica o consumo do bem interno, C_t^o indica o consumo do bem produzido no exterior da união, C_t^u indica o consumo do bem produzido nos restantes países da união, $\varpi_{o,c}$ é a proporção do consumo importado do exterior da união no consumo agregado, $\varpi_{u,c}$ é a proporção do consumo importado dos restantes países da união no consumo agregado e η_c é a elasticidade de substituição entre os três bens de consumo. Portanto, os consumidores retiram utilidade do consumo do bem produzido internamente, assim como do consumo dos bens produzidos no estrangeiro. O preço do consumo agregado, definido como a despesa mínima necessária para adquirir uma unidade de C_t , é dado pela seguinte equação:

$$P_t^c = \left[(1 - \varpi_{o,c} - \varpi_{u,c}) (P_t)^{1-\eta_c} + \varpi_{o,c} (P_t^o)^{1-\eta_c} + \varpi_{u,c} (P_t^u)^{1-\eta_c} \right]^{\frac{1}{1-\eta_c}},$$

Em que P_t é o preço do bem produzido internamente, P_t^o é o preço do bem importado do exterior da união e P_t^u é o preço do bem importado dos restantes países da união. Todos estes preços estão expressos em unidades da moeda interna. Os consumidores escolhem quantidades de cada um destes três bens, que para uma dada despesa, maximizam o consumo agregado. As procuras de cada bem que maximizam C_t e obedecem à restrição $P_t C_t^h + P_t^o C_t^o + P_t^u C_t^u = P_t^c C_t$, são:

$$C_t^h = (1 - \varpi_{o,c} - \varpi_{u,c}) \left(\frac{P_t}{P_t^c} \right)^{-\eta_c} C_t,$$

$$C_t^o = \varpi_{o,c} \left(\frac{P_t^o}{P_t^c} \right)^{-\eta_c} C_t,$$

e

$$C_t^u = \varpi_{u,c} \left(\frac{P_t^u}{P_t^c} \right)^{-\eta_c} C_t.$$

Também, o investimento agregado é um cabaz formado pelo produto produzido internamente e pelos produtos importados do estrangeiro, segundo uma função CES,

$$I_t = \left[(1 - \varpi_{o,i} - \varpi_{u,i})^{\frac{1}{\eta_i}} (I_t^h)^{\frac{\eta_i-1}{\eta_i}} + (\varpi_{o,i})^{\frac{1}{\eta_i}} (I_t^o)^{\frac{\eta_i-1}{\eta_i}} + (\varpi_{u,i})^{\frac{1}{\eta_i}} (I_t^u)^{\frac{\eta_i-1}{\eta_i}} \right]^{\frac{\eta_i}{\eta_i-1}},$$

em I_t^h que indica o investimento no bem produzido internamente, I_t^o indica o investimento no bem produzido fora da união, I_t^u indica o investimento no bem produzido nos restantes países da união, $\varpi_{o,i}$ é a proporção do investimento no bem produzido fora da união no investimento agregado, $\varpi_{u,i}$ é a parte do investimento no bem produzido nos restantes países da união no investimento agregado e η_i é

elasticidade da substituição entre os três bens de investimento. O preço do investimento agregado é igual a:

$$P_t^i = \left[(1 - \varpi_{o,i} - \varpi_{u,i})(P_t)^{1-\eta_i} + \varpi_{o,i}(P_t^o)^{1-\eta_i} + \varpi_{u,i}(P_t^u)^{1-\eta_i} \right]^{\frac{1}{1-\eta_i}}.$$

As procuras de cada um dos bens de investimento são:

$$I_t^h = (1 - \varpi_{o,i} - \varpi_{u,i}) \left(\frac{P_t}{P_t^i} \right)^{-\eta_i} I_t,$$

$$I_t^o = \varpi_{o,i} \left(\frac{P_t^o}{P_t^i} \right)^{-\eta_i} I_t,$$

e

$$I_t^u = \varpi_{u,i} \left(\frac{P_t^u}{P_t^i} \right)^{-\eta_i} I_t.$$

Cada família detém o monopólio do fornecimento do seu próprio trabalho e pode fixar o seu salário de acordo com o mecanismo descrito em Calvo (1983), ao qual regressaremos mais adiante. Para garantir que esta fricção não torna as famílias heterogêneas, assumimos mercados financeiros internos completos, em relação aos resultados desta fricção. Consequentemente, todas as famílias possuem a mesma restrição orçamental:

$$\begin{aligned} P_t^c C_t + P_t^i I_t + M_t + D_t + S_t B_t^o + B_t^u &= P_t w_t L_t + P_t (r_t u_t - a(u_t)) K_{t-1} + M_{t-1} + D_{t-1} R_{t-1} \\ &+ S_t R_{t-1} \Phi_o \left(\frac{B_{t-1}}{z_{t-1}} \right) B_{t-1}^o + R_{t-1}^u \Phi_u \left(\frac{B_{t-1}}{z_{t-1}} \right) B_{t-1}^u + T_t + F_t. \end{aligned} \quad (3)$$

Os termos do lado esquerdo da igualdade mostram como as famílias usam o seu rendimento, e os termos do lado direito as várias fontes do seu rendimento. Aqui, M_t é moeda nominal, D_t são depósitos que pagam uma taxa de juro nominal bruta R_t , B_t^o são obrigações externas denominadas em moeda externa que pagam a taxa de juro nominal bruta $R_t^o \Phi_o$, S_t é a taxa de câmbio nominal, B_t^u são obrigações externas denominadas na moeda da união monetária que pagam a taxa de juro nominal bruta $R_t^u \Phi_u$, e w_t é o salário real. O termo $P_t r_t u_t$ representa os rendimentos das famílias por fornecerem serviços do capital às empresas. A função $a(u_t) K_{t-1}$ é o custo de pôr a taxa de utilização do capital igual a u_t . Assumimos que $a(u_t)$ é crescente e convexa. Estas hipóteses capturam percepção de que quanto mais intensivamente o *stock* de capital é utilizado, maiores são os custos de manutenção. Assumimos que $u_t = 1$ no estado estacionário e que $a(1) = 0$, $a' > 0$, e $a'' > 0$. A expressão $R_{t-1}^o \Phi_o \left(\frac{B_{t-1}}{z_{t-1}} \right)$ é a taxa de juro bruta nas obrigações em moeda externa ajustada para o volume total de obrigações externas reais, $B_t \equiv \frac{S_t B_t^o + B_t^u}{P_t}$. O termo z_t é um choque tecnológico de raiz unitária, que será descrito mais à frente. As funções $\Phi_i \left(\frac{B_t}{z_t} \right)$ para $i = o, u$, assumem-se estritamente decrescentes em B_t e satisfazem as

igualdades $\Phi_i(\bar{B}) = 1$, para $i = o, u$, em que $\bar{B}$ é o valor de estado estacionário de $\frac{B_t}{z_t}$. Estas funções dependem dos valores reais agregados das obrigações externas. Significa isto que cada uma das famílias domésticas toma estas funções $\Phi_i(\cdot)$ como dadas quando decide a sua carteira de obrigações externas.

As funções Φ_i tentam captar a integração imperfeita dos vários mercados financeiros internacionais. Se a economia interna, no seu todo, estiver a contrair empréstimos acima do valor de estado estacionário, é cobrado às famílias internas um prémio sobre as taxas de juro internacionais; se pelo contrário as famílias contraírem empréstimos abaixo do valor de estado estacionário, as famílias internas pagam menos. A introdução deste prémio é necessária para assegurar a existência de um estado estacionário bem definido no modelo (para mais detalhes, ver Schmitt-Grohé e Uribe, 2003). Sem este prémio, o *stock* das obrigações e o consumo não seriam estacionários. As restantes variáveis são: T_t que é uma transferência *lump-sum*, e F_t que representa o lucro das empresas na economia.

O Investimento I_t induz uma trajectória de evolução do capital,

$$K_t = (1-\delta)K_{t-1} + \left(1 - V\left[\frac{I_t}{I_{t-1}}\right]\right)I_t, \quad (4)$$

Em que δ é a taxa de depreciação e V é uma função de custos de ajustamento tal que $V'[\Lambda_i] = V''[\Lambda_i] = 0$ e $V'' > 0$, em que Λ_i é a taxa de crescimento do investimento ao longo da trajectória de crescimento equilibrado. As famílias escolhem o vector $\{C_t, L_t, M_t, D_t, B_t^o, B_t^u, u_t, K_t, I_t\}$ que maximiza o valor esperado condicionado da sua utilidade futura, e obedece a várias restrições: à restrição orçamental, à equação de evolução do capital e aos valores iniciais para M_0, D_0, B_0^o e B_0^u .

O trabalho utilizado pelos produtores de bens intermédios é fornecido por uma empresa concorrencial representativa, que aluga o trabalho a cada família j . Esta empresa agrega o trabalho diferenciado das várias famílias, de acordo com a função da produção,

$$L_t^d = \left(\int_0^1 L_{jt}^{\frac{\nu^w-1}{\nu^w}} dj \right)^{\frac{\nu^w}{\nu^w-1}},$$

em que ν^w é a elasticidade da substituição entre os diferentes tipos de trabalho e L_t^d é a procura agregada do trabalho. Esta empresa maximiza os lucros, assumindo como dados os salários de cada família j , w_{jt} e o salário agregado do trabalho w_t . O seu problema de maximização é o seguinte:

$$\max_{L_{jt}} w_t L_t^d - \int_0^1 w_{jt} L_{jt} dj.$$

A procura do trabalho da família j é dada por

$$L_{jt} = \left(\frac{w_{jt}}{w_t} \right)^{-\nu^w} L_t^d, \forall j.$$

Como foi já referido as famílias escolhem os seus salários de acordo com o esquema de Calvo. Em cada período, uma fracção $1 - \theta^w$ das famílias pode modificar livremente os seus salários. As restantes famílias, θ^w , modificam os seus salários na medida em que os têm parcialmente indexados à inflação passada e à taxa de crescimento passada da produtividade. A indexação à inflação passada é controlada pelo parâmetro χ^w e a indexação à taxa de crescimento passada da produtividade pelo parâmetro χ^p . Ambos os parâmetros assumem valores no intervalo $[0,1]$. Assim, uma família que não pode mudar o seu salário durante s períodos tem o salário real dado por $\prod_{\tau=1}^s \frac{\Pi^{1-\chi^w} \Pi_{t+\tau-1}^{\chi^w} \bar{z}^{-1-\chi^p} \bar{z}_{t+\tau-1}^{\chi^p}}{\Pi_{t+\tau}} w_{jt}$, em que Π_t é a taxa de inflação bruta do bem doméstico no período t , Π é a taxa de inflação bruta do bem doméstico de estado estacionário, $\bar{z}_t$ é a taxa de crescimento bruta da produtividade no período t e $\bar{z}$ é a taxa de crescimento bruta da produtividade no estado estacionário.

Na fixação dos salários, a parte relevante da função objectivo das famílias é:

$$\max_{w_{jt}} E_t \sum_{s=0}^{\infty} (\beta \theta^w)^s \left(-\xi \frac{L_{jt+s}^{1+\psi}}{1+\psi} + \lambda_{jt+s} \prod_{\tau=1}^s \frac{\Pi^{1-\chi^w} \Pi_{t+\tau-1}^{\chi^w} \bar{z}^{-1-\chi^p} \bar{z}_{t+\tau-1}^{\chi^p}}{\Pi_{t+\tau}} w_{jt} L_{jt+s} \right)$$

em que

$$L_{jt+s} = \left(\frac{\prod_{\tau=1}^s \frac{\Pi^{1-\chi^w} \Pi_{t+\tau-1}^{\chi^w} \bar{z}^{-1-\chi^p} \bar{z}_{t+\tau-1}^{\chi^p}}{\Pi_{t+\tau}} w_{jt}}{w_{t+s}} \right)^{-\nu^w} L_{t+s}^d, \forall j.$$

Sendo λ_{jt+s} a utilidade marginal do consumo do bem interno no período $t+s$ da família j .

Em cada período, uma fracção $1 - \theta^w$ das famílias fixa w_t^* como o seu salário, enquanto a restante fracção indexa o seu salário à inflação passada. Assim, o salário real evolui de acordo com:

$$w_t^{1-\nu^w} = \theta^w \left(\frac{\Pi^{1-\chi^w} \Pi_{t-1}^{\chi^w} \bar{z}^{-1-\chi^p} \bar{z}_{t-1}^{\chi^p}}{\Pi_t} w_{t-1} \right)^{1-\nu^w} + (1 - \theta^w) (w_t^*)^{1-\nu^w}.$$

2.2. Produtor do Bem Final

Existe um bem final doméstico que é produzido com bens intermédios:

$$Y_t = \left(\int_0^1 y_{j,t}^{\frac{\nu^d-1}{\nu^d}} dj \right)^{\frac{\nu^d}{\nu^d-1}}$$

Em que ν^d é o *markup*. As funções de procura por *inputs* do produtor final são:

$$y_{j,t} = \left(\frac{p_{j,t}}{P_t} \right)^{-\nu^d} Y_t,$$

Em que $p_{j,t}$ é o preço do produto intermédio j e P_t é o preço do produto final. P_t é definido como a despesa mínima nos *inputs* intermédios para produzir uma unidade do produto final e é dado por

$$P_t = \left(\int_0^1 p_{j,t}^{1-\nu^d} dj \right)^{\frac{1}{1-\nu^d}}.$$

2.3. Produtores dos Bens Intermédios

Existe um contínuo de produtores de produtos intermédios. Cada um possui a tecnologia seguinte:

$$y_{j,t} = A_t k_{j,t-1}^\alpha l_{j,t}^{1-\alpha} - \rho z_t,$$

Em que A_t é o choque tecnológico na produtividade, que segue um processo autoregressivo:

$$A_t = A_{t-1} \exp(\Lambda_A + z_{A,t}), \text{ onde } z_{A,t} = \sigma_A \varepsilon_{A,t}, \varepsilon_{A,t} \sim N(0,1)$$

e

$$z_t = A_t^{\frac{1}{1-\alpha}}.$$

O parâmetro ρ corresponde a um custo fixo de produção que garante que os lucros económicos destes produtores são zero no estado estacionário. Temos

$$z_t = z_{t-1} \exp(\Lambda_z + z_{z,t}), \text{ onde } z_{z,t} = \frac{z_{A,t}}{1-\alpha} \text{ e } \Lambda_z = \frac{\Lambda_A}{1-\alpha}.$$

Os produtores dos bens intermédios resolvem dois problemas: Primeiro, dado w_t e r_t , contratam trabalho e alugam capital em mercados de concorrência perfeita, para minimizar os custos com os factores produtivos na obtenção duma dada quantidade de bem intermédio.

O segundo problema que os produtores intermédios têm de resolver é escolher o preço que maximiza o valor esperado descontado dos lucros reais futuros. As empresas também fixam os preços de acordo com um cenário de Calvo. Em cada período, uma fracção $1 - \theta$ das empresas pode escolher optimamente os seus preços. O preço escolhido no período t é indicado por p_t . Suprimimos a indexação da empresa porque todas as empresas que têm a oportunidade de escolher o preço, escolhem fixar o mesmo o preço. As restantes empresas θ não podem escolher o preço. No período t estas empresas actualizam o seu preço para $p_{j,t-1} \Pi^{1-\chi^d} \Pi_{t-1}^{\chi^d}$, em que $p_{j,t-1}$ é o preço que a empresa j cobrava no período $t-1$, Π_{t-1} é a inflação passada do bem doméstico, Π é a inflação do bem doméstico no estado estacionário e χ^d é um parâmetro de indexação. O parâmetro de indexação χ^d assume valores no intervalo $[0,1]$. Cada empresa usa o factor de desconto estocástico $\beta \theta \lambda_t$ para calcular o valor presente dos seus lucros futuros.

Assim quando as empresas podem escolher o seu preço no período t o seu problema é:

$$\max_{p_t} E_t \sum_{s=0}^{\infty} (\beta \theta)^s \lambda_{t+s} \left\{ \left[\frac{x_{\tau=1}^s \Pi^{1-\chi^d} \Pi_{t+\tau-1}^{\chi^d} p_t}{P_{t+s}} - mc_{t+s}^d \right] y_{j,t+s} \right\}$$

Sujeito a

$$y_{j,t+s} = \left(\frac{x_{\tau=1}^s \Pi^{1-\chi^d} \Pi_{t+\tau-1}^{\chi^d} p_t}{P_{t+s}} \right)^{-\nu^d} Y_{t+s}.$$

2.4. Banco Central

O banco central estipula a taxa de juro nominal de acordo com a regra de Taylor:

$$\frac{R_t}{R} = \left[\frac{R_{t-1}}{R} \right]^{\gamma_R} \left[\left(\frac{\Pi_t^u}{\Pi^u} \right)^{1-\varsigma} \left(\frac{\Pi_t}{\Pi} \right)^{\varsigma} \right]^{\gamma_{\Pi}} \left[\left(\frac{Y_t^u}{Y^u} \right)^{1-\varsigma} \left(\frac{Y_t}{Y} \right)^{\varsigma} \right]^{\gamma_Y} \exp(m_t)^{(1-\gamma_R)}$$

Em que m_t é um choque aleatório à política monetária, tal que $m_t = \sigma_m \varepsilon_{m,t}$ em que $\varepsilon_{m,t} \sim N(0,1)$. A variável Π^u é o nível alvo para a taxa de inflação na união, que é igual à inflação na união no estado estacionário, Π_t^u é a inflação agregada nos restantes países da união no período t , Y^u é o produto na união no estado estacionário, Y_t^u é o produto agregado nos restantes países da união no período t . O parâmetro ς é o peso relativo da pequena economia aberta na união, enquanto γ_R, γ_{Π} , e γ_Y são os parâmetros habituais da regra de Taylor.

2.5. Governo

A restrição orçamental do governo na pequena economia aberta é:

$$P_t G_t + T_t = M_t - M_{t-1}$$

Em que G_t é o consumo do governo, o qual inclui apenas o bem produzido domesticamente, e que consideramos exógeno. As outras variáveis são os impostos T_t e a moeda, M_t .

2.6. Evolução dos Activos Externos Líquidos

A evolução dos activos externos líquidos agregados satisfaz:

$$S_t B_t^o + B_t^u = S_t R_{t-1}^o \Phi_o \left(\frac{B_{t-1}^o}{Z_{t-1}} \right) B_{t-1}^o + R_{t-1}^u \Phi_u \left(\frac{B_{t-1}^u}{Z_{t-1}} \right) B_{t-1}^u + TB_t.$$

A balança comercial é: $TB_t = P_t X_t^u + P_t X_t^o - P_t^u M_t^u - P_t^o M_t^o$.

O total das importações da união é $M_t^u = \varpi_{u,c} \left(\frac{P_t^u}{P_t^c} \right)^{-\eta_c} C_t + \varpi_{u,i} \left(\frac{P_t^u}{P_t^i} \right)^{\eta_i} I_t$ e o total das importações de fora da união é $M_t^o = \varpi_{o,c} \left(\frac{P_t^o}{P_t^c} \right)^{-\eta_c} C_t + \varpi_{o,i} \left(\frac{P_t^o}{P_t^i} \right)^{\eta_i} I_t$. Assumimos que as procuras dos outros países pelo produto doméstico têm a mesma forma funcional que a procura dos consumidores internos. Assim, o total das exportações para a união é $X_t^u = \varpi_{u,u} \left(\frac{P_t^u}{P_t^u} \right)^{-\eta^{u,x}} Y_t^u$ e o total das exportações para fora da união é $X_t^o = \varpi_{o,o} \left(\frac{P_t^o}{P_t^o} \right)^{-\eta^{o,x}} Y_t^o$, em que $\varpi_{u,u}$ e $\varpi_{o,o}$ são proporções, e $\eta^{u,x}$ e $\eta^{o,x}$ são elasticidades. As variáveis Y_t^u e Y_t^o indicam, respectivamente, o produto agregado dos restantes países da união e dos países fora da união.

2.7. Preços Relativos

As famílias da pequena economia aberta recorrem aos seguintes preços relativos para decidirem sobre os seus cabazes de consumo e de investimento: $\xi_t^{c,d} \equiv \frac{P_t^c}{P_t}$ e $\xi_t^{i,d} \equiv \frac{P_t^i}{P_t}$. Os consumidores recorrem a dois preços relativos para decidirem sobre as importações: O preço relativo entre as importações da união e o bem doméstico $\xi_t^{u,d} \equiv \frac{P_t^u}{P_t}$ e o preço relativo entre as importações de fora da união e o bem doméstico $\xi_t^{o,d} \equiv \frac{P_t^o}{P_t}$.

Das definições de preços, temos:

$$\begin{aligned} (\xi_t^{c,d})^{1-\eta_c} &= (1 - \varpi_{a,c} - \varpi_{u,c}) + \varpi_{a,c} (\xi_t^{a,d})^{1-\eta_c} + \varpi_{u,c} (\xi_t^{u,d})^{1-\eta_c}, \\ (\xi_t^{i,d})^{1-\eta_i} &= (1 - \varpi_{a,i} - \varpi_{u,i}) + \varpi_{a,i} (\xi_t^{a,d})^{1-\eta_i} + \varpi_{u,i} (\xi_t^{u,d})^{1-\eta_i}. \end{aligned}$$

2.8. Agregação

A procura agregada na pequena economia aberta é:

$$Y_t = C_t^h + I_t^h + a(u_t)K_{t-1} + G_t + X_t$$

em que C_t^h e I_t^h indicam, respectivamente, o consumo e o investimento do bem doméstico. Assim, a procura dirigida ao produtor do bem intermédio i é:

$$y_{i,t} = (C_t^h + I_t^h + a(u_t)K_{t-1} + G_t + X_t) \left(\frac{p_{i,t}}{P_t} \right)^{-\nu^d}, \forall i.$$

Utilizando a função de produção e a condição de equilíbrio do mercado, obtemos:

$$A_t(u_t K_{t-1})^\alpha L_t^{1-\alpha} - \rho z_t = C_t^h + I_t^h + a(u_t)K_{t-1} + G_t + X_t.$$

2.9. Resto do Mundo

Tal como referido, o resto do mundo é composto por duas regiões: os restantes países da união e os que estão fora da união. O produto, a inflação e a taxa de juro interna e externa à união são dados por dois blocos, um para cada região, cada um contendo três equações: Uma equação IS, uma equação de Phillips e uma equação da taxa de juro.

Mais especificamente,

$$Y_t^k = f_Y^k(Y_{t-1}^k, Y_{t+1}^k, \Pi_{t+1}^k),$$

$$\Pi_t^k = f_\Pi^k(\Pi_{t-1}^k, \Pi_{t+1}^k, Y_{t+1}^k),$$

e

$$R_t^k = f_R^k(R_{t-1}^k, \Pi_t^k, Y_t^k),$$

Para $Y_t^k = Y_t^o$ ou $Y_t^k = (1-\varsigma)Y_t^u + \varsigma Y_t$, $\Pi_t^k = \Pi_t^o$ ou $\Pi_t^k = (1-\varsigma)\Pi_t^u + \varsigma \Pi_t$, e $R_t^k = R_t^o$ ou $R_t^k = R_t$. O parâmetro ς é a dimensão relativa da pequena economia aberta.

2.10. Equilíbrio

A definição de equilíbrio para esta economia é a usual. É um vector de preços, de variáveis de políticas e de quantidades que satisfazem certas condições. Essas condições são as seguintes:

- As condições que resolvem o problema das famílias;
- As condições que resolvem o problema das empresas;
- O restrição orçamental do governo;
- O restrição orçamental com o sector externo;
- As equações IS, de Phillips e de taxa de juro para cada região;
- As condições de equilíbrio dos mercados.

3. FUNÇÕES DE RESPOSTA A IMPULSO

Após a resolução e a calibração do modelo, descritas no apêndice, estamos em condições para estudar as funções de resposta a impulso das diversas variáveis a um choque da política monetária. O choque considerado é um ruído branco na regra da taxa de juro.

Com excepção da inflação, taxa de juro nominal e prémio da taxa de juro, que são reportados como taxas trimestrais anualizadas, os restantes gráficos associados às funções de resposta a impulso têm no eixo vertical o desvio percentual das variáveis dos seus respectivos valores no estado estacionário.

Há que salientar uma característica das funções de resposta a impulso. Tal como se vê no Gráfico 1, a maior parte das variáveis, excluindo as variáveis associadas ao comércio, têm uma resposta em forma de um U invertido, que atinge o seu pico no terceiro ou no quarto trimestre após o choque e regressa, cerca de três anos mais tarde, aos níveis anteriores ao choque. As excepções são a taxa de câmbio nominal, alguns preços relativos e as diferentes importações e exportações.

Os gráficos das funções de resposta a impulso das variáveis da área do euro: a taxa de juro nominal, a inflação e o produto são uma réplica aproximada das trajectórias de resposta a impulso destas variáveis a um choque monetário no modelo de Adolfson *et al.* (2007). No impacto, a taxa de juro nominal cai em 40 pontos base e retorna ao estado estacionário quatro anos mais tarde. Tanto o produto como a inflação têm respostas em forma de U invertido, atingindo os seus picos após cerca de um ano, os quais se situam próximos dos 0,3 por cento do estado estacionário para o produto e dos 10 pontos base (anualizados) para a inflação.

As respostas da pequena economia aberta ao choque da política monetária são comparáveis às obtidas numa economia fechada típica, embora o modelo possua um canal adicional de transmissão da política monetária. Seguidamente, passaremos a descrever essas respostas. Porque os preços são rígidos, a descida inesperada da taxa de juro nominal implica uma descida na taxa de juro real. A taxa de juro real torna as obrigações menos atractivas do que o investimento, o que conduz a um aumento deste. À medida que o *stock* de capital aumenta, aumenta também a produtividade marginal do trabalho e as empresas, por sua vez, aumentam a sua procura de trabalho.

A taxa de juro real temporariamente mais baixa tem um efeito de substituição inter temporal no consumo e no fornecimento de trabalho. O consumo e o lazer actuais tornam-se relativamente menos dispendiosos (dado que os salários nominais são rígidos), o que, por sua vez, leva as famílias a aumentarem o consumo e a reduzir o fornecimento do trabalho. As alterações no fornecimento de trabalho e na procura de trabalho conduzem a um aumento no salário real. O Produto aumenta, dado que o consumo e o investimento aumentam, e a utilização do capital aumenta porque existem custos de ajustamento do capital. Como o consumo e o investimento aumentam, a procura por bens importados aumenta também.

O canal adicional para a transmissão da política monetária, associado à economia aberta, obriga as empresas a aumentarem, igualmente, a produção. Nas economias fechadas, as famílias só conseguem suavizar a trajectória do consumo, variando a trajectória do investimento. Contudo, numa economia fechada, as famílias têm outra alternativa para alcançar tal objectivo, ou seja, a possibilidade de alterar a trajectória das exportações líquidas. O choque monetário, aqui considerado, conduz a um aumento do rendimento interno. Para suavizar a trajectória do consumo e do lazer, as famílias aumentam os seus activos externos líquidos. Este comportamento dos activos externos implica o aumento

das exportações líquidas e um aumento adicional do produto. De facto após o choque, as obrigações externas líquidas mantêm-se acima do seu valor de estado estacionário, durante cerca de quatro anos.

Verifica-se um efeito rendimento adicional em Portugal, que está ausente do modelo estimado (e calibrado) para a área do euro de Adolfson *et al.* (2007). Estes assumiram que o activo externo líquido da área do euro no estado estacionário seria zero; em vez disso, nós assumimos que o rácio entre a dívida externa líquida e o PIB de Portugal no estado estacionário e o rácio entre a dívida externa líquida denominada em euros e o total da dívida externa líquida no estado estacionário são iguais àqueles rácios para Portugal, em 2007. Dado que a maior parte da dívida externa líquida de Portugal está denominada em euros, o impacto de uma queda da taxa de juro do euro é mais favorável para Portugal do que para área do euro. Só por isso, seria de esperar que o investimento e o produto em Portugal devessem variar mais do que o investimento e o produto na área do euro.

O grau de abertura também é relevante. Quanto mais aberto for um país, menos terá de depender do investimento para isolar parcialmente o consumo das constantes perturbações a que as economias estão sujeitas, dado que tem acesso a mais activos externos, que podem ser utilizados para além do investimento, para suavizar o consumo. Por essa razão, o produto nas economias abertas tende a ser mais volátil, porque a economia pode tirar partido do choque temporário que enfrenta, aumentando a produção quando o choque é positivo ou reduzindo a produção quando o choque é negativo, sem ter de alterar demasiado o consumo (isto é, com custos mais baixos), em comparação com uma economia menos aberta. Sendo que a área do euro tem um grau de abertura menor do que Portugal, deveria esperar-se que como reacção a um choque positivo temporário, semelhante ao choque de política monetária aqui considerado, o consumo aumentasse menos e o produto aumentasse mais em Portugal do que na área do euro.

De acordo com o Gráfico 1 o produto aumenta, em desvios percentuais do estado estacionário, um pouco mais em Portugal do que na área do euro. Em Portugal, a função de resposta a impulso do produto situa-se, quase sempre, acima da sua congénere da área do euro. Para Portugal, a resposta máxima está acima dos 0,3 e na área do euro está abaixo de 0,3. O investimento, o emprego e o salário real, em Portugal e na área do euro, de acordo com os cálculos de Adolfson *et al.* (2007), têm formas semelhantes, mas em Portugal, estas variáveis oscilam mais. As funções de resposta a impulso para o investimento, emprego e para o salário real, em Portugal, estão quase sempre acima das mesmas funções para a área do euro. Para Portugal, a resposta máxima para o investimento está próxima dos 0.6 para o emprego está próxima de 0.25, e para o salário real está próxima de 0.1, enquanto para a área do euro, a resposta máxima para o investimento está próxima dos 0.5, para o emprego está próxima de 0.2 e para o salário real está próxima de 0.07.

A inflação, em Portugal, responde mais rapidamente ao choque do que a inflação na área do euro; no impacto cresce mais e regressa mais rapidamente ao estado estacionário. O aumento máximo da inflação em Portugal é de 16 pontos base, enquanto que esse máximo na área do euro está próximo dos 10 pontos base. Isto deverá estar associado ao facto de termos assumido que, em Portugal, em

cada trimestre, 20 por cento das empresas optimizam os preços que praticam, enquanto Adolfson *et al.* (2007) estimaram que apenas 10 por cento das empresas na área do euro optimizam os preços que praticam.

O preço relativo dos bens produzidos nos restantes países da área do euro está persistentemente abaixo do estado estacionário, em resposta ao choque, devido ao referido comportamento diferenciado da inflação, em Portugal e na área do euro. Este facto, conjuntamente com o facto do choque exercer um impacto no produto relativamente mais alto em Portugal do que na área do euro, implica que as importações da área do euro aumentam mais do que as exportações para a área do euro, em resposta ao choque.

Ainda que os efeitos do choque considerado sejam mais fortes em Portugal do que na área do euro, o consumo, em Portugal e na área do euro, têm trajectórias muito semelhantes. Isto indica que as famílias em Portugal estão a utilizar os instrumentos de poupança disponíveis para suavizar o consumo.

Passaremos agora a interpretar o comportamento da taxa de câmbio. Das condições de primeira ordem das famílias, obtemos a condição da paridade descoberta da taxa de juro (*uncovered interest rate parity* ou UIP), segundo a qual a depreciação esperada para o euro é igual à taxa de juro actual na união monetária menos a taxa de juro actual fora da união menos a alteração do prémio de risco⁵. A UIP não restringe a taxa de depreciação do euro no período do impacto. Para além do período do impacto, o comportamento da taxa de câmbio nominal é determinado pela UIP. A taxa de juro externa está inalterada, por hipótese, e o prémio de risco altera-se apenas ligeiramente, uma vez que os custos associados com variações do *stock* de activos são relativamente pequenos. Assim, logo após o período do impacto, desde o segundo até ao quinto trimestre, o euro valoriza-se, enquanto a descida na taxa de juro é maior, em valor absoluto, do que o decréscimo no prémio de risco da dívida externa e, após o sexto trimestre, o euro torna a desvalorizar ligeiramente, enquanto o oposto acontece.

No período do impacto, o euro deprecia-se porque, tal como observámos anteriormente, as exportações líquidas têm de crescer para suavizar o consumo. As exportações líquidas para a área do euro não cresceram devido à evolução, acima descrita, das principais variáveis agregadas em Portugal e na área do euro. Deste modo, para que as exportações líquidas cresçam, devem crescer as exportações líquidas para o exterior da união. Tal só é possível se o preço relativo dos bens produzidos no exterior da união aumentar, dado que assumimos que as principais variáveis económicas agregadas exteriores à união permaneceram constantes. O preço relativo corrente dos bens produzidos no exterior da união é igual ao preço relativo no período anterior, mais a depreciação actual do euro, mais o diferencial actual de inflação entre o exterior da união e Portugal. Para que o preço relativo dos bens produzidos no exterior da união esteja persistentemente acima do estado estacionário, é necessário que, no impacto, o euro deprecie o suficiente de modo a compensar a sua subsequente valorização e a persistente inflação interna. Resumindo, no curto prazo, as taxas de juro reais mais baixas na área do euro tendem a reduzir o valor cambial do euro, o que baixa os preços relativos dos bens produzidos

(5) Indicado por Φ .

em Portugal e na área do euro. Isto conduz a uma maior despesa por parte dos países fora da união, em produtos e serviços produzidos em Portugal e na área do euro.

O comportamento da função de resposta a impulso dos activos líquidos externos, que reflecte a evolução das exportações líquidas, é um resultado da opção das famílias em suavizar o consumo ao longo do tempo. A sua trajectória é descrita por um curva em forma de U invertido, que atinge o seu pico ao fim de quatro trimestre, próximo dos 0.18 acima do estado estacionário, e regressa ao estado estacionário após 4 anos.

No que respeita às funções de resposta a impulso das exportações e das importações, há uma diferença notória entre as que se fazem para e da área do euro e as que se fazem para e do exterior da área do euro. As exportações e as importações para e da área do euro aumentam, mas as importações aumentam mais. As importações atingem um valor máximo de 0.42 por cento acima do estado estacionário, enquanto as exportações atingem um valor máximo de 0.24 por cento acima do estado estacionário. Conforme já anteriormente referido, este comportamento é explicado por dois factos. Primeiro, porque o produto em Portugal cresce mais do que na área do euro. Segundo, porque o preço relativo dos bens produzidos em Portugal aumentou devido ao facto da inflação em Portugal estar ligeiramente acima da inflação na área do euro. Tal como previamente salientámos, o comércio com os países exteriores à área do euro evolui de forma muito diferente. Isso é parcialmente explicado pela trajectória do preço relativo dos bens produzidos no exterior da área do euro, que sobe no impacto e regressa, com alguma persistência, ao seu estado estacionário 6 trimestres após o choque. As exportações e as importações para e de países exteriores à área do euro variam substancialmente. As exportações, no impacto, estão cerca de 0.54 por cento acima do estado estacionário e as importações, no impacto, estão cerca de 0.32 por cento abaixo do estado estacionário. As importações do exterior da união atingem o seu máximo quando o investimento atinge o seu máximo, 5 trimestres após o choque.

No nosso modelo, os efeitos sobre a taxa de câmbio do euro são mais pequenos do que no modelo de Adolfson *et al.* (2007). No nosso modelo, no impacto, o euro desvaloriza cerca de 0.4 por cento face ao estado estacionário, enquanto que em Adolfson *et al.* (2007) a sua desvalorização é de cerca de 0.5 por cento face ao estado estacionário. Muito provavelmente, se tivéssemos de alterar alguns dos parâmetros no nosso modelo para conseguirmos obter aquele valor mais elevado para a desvalorização do euro, os efeitos sobre muitas das variáveis reais, tais como o produto, o investimento e o salário real, que já são maiores em Portugal do que na união, seriam ainda mais aumentados.

4. CONCLUSÕES

Neste documento, introduzimos modificações no modelo monetário de pequena economia aberta que é a referência actual na literatura, Adolfson *et al.* (2007), para incorporar uma união monetária. O pequeno país estabelece comércio com países dentro e fora da união monetária à qual pertence. Assim, para garantir determinação local, as variáveis associadas aos países do exterior da união podem ser

consideradas exógenas, mas não as variáveis associadas aos outros países da união. Dado que a regra da taxa de juro da união depende da inflação e do produto da união, se tivéssemos considerado tais variáveis como exógenas, a taxa de juro não obedeceria ao princípio de Taylor e não haveria um equilíbrio local único. Para ultrapassar esta dificuldade, assumimos que a inflação, o produto e a taxa de juro interna da união variam de acordo com um bloco com três equações, uma curva IS, uma curva de Phillips e uma regra da taxa de juro. Os parâmetros destas três equações foram escolhidos de tal forma que as mesmas, conjuntamente com as restantes condições do modelo, possam reproduzir as funções resposta a impulso da inflação, do produto e da taxa de juro da área do euro para um choque monetário típico, de acordo com os resultados obtidos por Adolfson *et al.* (2007).

Utilizamos o modelo para estudar o mecanismo de transmissão monetária em Portugal. Eis os vários resultados. A forma e o sinal das respostas das variáveis são semelhantes aos obtidos na literatura para a área do euro. No entanto as variáveis reais em Portugal variam mais. Quando comparados com a área do euro, o produto, o investimento, o salário real e o emprego, em Portugal, expandem-se mais em resposta a uma descida inesperada da taxa de juro. A inflação em Portugal ajusta-se e reage mais no impacto. O comércio com as duas zonas responde de forma diferente ao referido choque monetário. O comércio com os países do interior da área do euro aumenta, tanto as exportações como as importações aumentam. As importações dos países exteriores à área do euro diminuem nos primeiros dois trimestres, aumentando posteriormente, enquanto as exportações para os países exteriores à área aumentam substancialmente no impacto.

Seria útil desenvolver mais trabalho empírico no contexto deste modelo. Podem ser considerados comportamentos diferentes para as variáveis agregadas dos países dentro e fora da área do euro. Por exemplo, assumir que as equações que determinam a evolução destas variáveis são as dadas por um VAR estimado. Uma outra dimensão que pode ser explorada é a estimação de alguns dos parâmetros do modelo, recorrendo por exemplo a métodos de Bayesianos, tal com o fazem Adolfson *et al.* (2007)⁶.

O modelo contém muitas fricções, mas é simplista em várias dimensões. Consequentemente, seria interessante ampliá-lo em várias direcções. Poderia incorporar dívida do governo e famílias não Ricardianas, de modo a que a política fiscal pudesse interagir com a monetária de um modo menos trivial. Poderia incorporar um sector financeiro para estudar o chamado canal do acelerador financeiro da política monetária. Poderia considerar-se o mercado do trabalho como um mercado mais complexo, em que fosse possível falar de desemprego. Poderiam ser considerados mais sectores de produção, especialmente um sector de bens não transaccionáveis.

(6) De acordo com Canova (2007) em geral a estimação deste tipo de modelos é problemática por várias razões, mas especialmente porque está sujeita a problemas de identificação.

REFERÊNCIAS

- Adão, B. (2009), "The Monetary Transmission Mechanism for a Small Open Economy in a Monetary Union", *Working Paper*, Banco de Portugal.
- Adolfson, M., S. Laseen, J. Linde, e M. Villani (2007), "Bayesian Estimation of an Open Economy DSGE Model with Incomplete Pass-Through", *Journal of International Economics*, Elsevier, vol. 72(2), pages 481-511, July.
- Altig, D., L. J. Christiano, M. Eichenbaum, e J. Linde (2003), *The Role of Monetary Policy in the Propagation of Technology Shocks*. Manuscript, Northwestern University.
- Backus, D., P. Kehoe, e F. Kydland (1994), "Dynamics of the Trade Balance and the Terms of Trade: The J-Curve?", *American Economic Review*, 84, 84-103.
- Calvo, G. (1983) "Staggered Prices in a Utility-Maximizing Framework", *Journal of Monetary Economics*, vol. 12, p. 383-398.
- Canova, F. (2007), *Methods for Applied Macroeconomic Research*, Princeton University Press.
- Cochrane, J. (2007), "Inflation Determination with Taylor Rules: A Critical Review", University of Chicago, *mimeo*.
- Collard, F., e H. Dellas (2002), "Exchange Rate Systems and Macroeconomic Stability", *Journal of Monetary Economics*, 49, p. 571-599.
- Christiano, L., M. Eichenbaum, e C. Evans (2005), "Nominal Rigidities and the Dynamic Effects of a Shock to Monetary Policy", *Journal of Political Economy*, vol. 113, no. 1.
- Christoffel, K., G. Coenen, e A. Warne (2008), "The New Area-Wide Model of the Euro Area: a Micro-Founded Open-Economy Model for Forecasting and Policy Analysis", *ECB Working Paper*.
- Deardorff, A., e R. Stern (1990), *Computational Analysis of Global Trading Arrangements*, Ann Arbor: University of Michigan Press.
- Martins, F. (2006), "The Price Setting Behavior of Portuguese Firms Evidence From Survey Data", *Working Paper 4-06*, Banco de Portugal.
- Smets, F., e R. Wouters (2003), "An Estimated Stochastic Dynamic General Equilibrium Model of the Euro Area", *Working Paper 171*, ECB.
- Stern, R., J. Francis, e B. Schumacher (1976), *Price Elasticities in International Trade: An Annotated Bibliography*, Toronto, Macmillan.
- Taylor, J. B. (1999), *An Historical Analysis of Monetary Policy Rules*, in *Monetary Policy Rules*, ed. by J. B. Taylor, pp. 319—341, Chicago, University of Chicago Press.
- Whalley, J. (1985), *Trade Liberalization Among Major World Trading Areas* Cambridge, Mass.: MIT Press.

APÊNDICE

1. Resolução do modelo

As condições de equilíbrio podem ser descritas por um conjunto de equações às diferenças, com o mesmo número de variáveis endógenas, ver Adão (2009). Pretendemos resolver este sistema de equações de equilíbrio. No entanto, existem duas grandes dificuldades na determinação da solução. Primeiro, sempre que há crescimento no modelo, algumas das variáveis crescem enquanto outras permanecem estacionárias. Deste modo, para resolver o modelo precisamos de tornar todas as variáveis estacionárias. Segundo, as equações de equilíbrio são equações às diferenças não lineares e, naturalmente, as suas soluções não são triviais. O procedimento habitual envolve a simplificação de cada equação do sistema. Cada equação do sistema é aproximada por uma equação linear. Mais especificamente, cada equação é substituída pela sua aproximação de Taylor de primeira ordem, em volta do equilíbrio de estado estacionário.

Para calcular o equilíbrio de estado estacionário é necessário dar formas funcionais a $a(\cdot)$, $V(\cdot)$ e $\Phi(\cdot)$. Tomamos $a(u) = \gamma_1(u-1) + \frac{\gamma_2}{2}(u-1)^2$. No estado estacionário temos $u=1$ pelo que $a(1)=0$ e

$a'(1) = \gamma_1$. A função custos de ajustamento do investimento é dada por $V\left[\frac{I_t}{I_{t-1}}\right] = \frac{k}{2}\left[\frac{I_t}{I_{t-1}} - \Lambda_I\right]^2$.

Assim, no estado estacionário, $V[\Lambda_I] = V'[\Lambda_I] = 0$. Finalmente o factor prémio de risco é dado por $\Phi_i(\bar{B}_t) = \exp\left(-\phi_i(\bar{B}_t - \bar{B})\right)$ no estado estacionário $\Phi_i(\bar{B}) = 1$ para $i = u, o$. Para obter um sistema em variáveis estacionárias temos de redefinir as variáveis, ver Adão (2009). A transformação do sistema original de equações num sistema de equações com variáveis estacionárias é moroso mas trivial.

O próximo passo é a log-linearização das condições de equilíbrio em volta do equilíbrio de estado estacionário determinístico. Depois disso feito, obtemos um sistema linear de várias equações às diferenças. Seja $state_t$ o vector das variáveis de estado endógenas, seja $nstate_t$ o vector das variáveis endógenas que não são de estado e exo_t o vector das variáveis exógenas. O sistema linear obtido tem o seguinte formato:

$$AA*state_t + BB*state_{t-1} + CC*nstate_t + DD*exo_t = 0,$$

$$E_t \begin{pmatrix} FF*state_{t+1} + GG*state_t + HH*state_{t-1} \\ +JJ*nstate_{t+1} + KK*nstate_t + LL*exo_{t+1} + MM*exo_t \end{pmatrix} = 0,$$

Em que os símbolos com duas letras maiúsculas iguais indicam matrizes.

Existem alguns algoritmos elaborados para resolver este tipo de sistemas de equações às diferenças. Usamos o algoritmo desenvolvido por Uhlig (1995). O algoritmo de Uhlig permite escrever os valores correntes de todas as variáveis como funções lineares dos vectores $state_{t-1}$, e exo_t , que são dados no período t . Mais formalmente, dá-nos matrizes P , Q , R e S tal que o equilíbrio descrito pela equação às diferenças,

$$state_t = P * state_{t-1} + Q * exo_t,$$

e

$$nstate_t = R * state_t + S * exo_t,$$

é estável.

6.2. Calibração

A maior parte dos parâmetros podem ser relacionados com os valores de estado estacionário das variáveis e, portanto, podem ser calibrados de modo a corresponderem a médias amostrais destas. Os restantes parâmetros foram retirados de Adolfson *et al.* (2007). Procedendo assim, minimizámos as dimensões nas quais Portugal difere da área do euro. Isso facilita a identificação das causas para as diferenças entre os resultados obtidos para Portugal e os obtidos para área do euro por Adolfson *et al.* (2007).

Muitos dos parâmetros foram calibrados usando a base de dados “Séries Trimestrais para a Economia Portuguesa”, referente ao período 77:T1-07:T4. Este conjunto de dados está incluído no Boletim Económico do Banco de Portugal, Verão 2008, e está disponível online. Para o período que começa em 1999, o ano em que Portugal entrou para a União Monetária Europeia, e que termina em 2007, em termos reais, o Consumo Privado *per capita* apresentou um crescimento trimestral de 0.29 por cento, o Consumo Público *per capita* apresentou um crescimento trimestral de 0.32 por cento, o Investimento *per capita* apresentou um crescimento de -0.11 por cento, o PIB *per capita* apresentou um crescimento trimestral de 0.25 por cento, as Exportações *per capita* apresentaram um crescimento trimestral de 1.05 por cento, e as Importações *per capita* apresentaram um crescimento trimestral de 0.79 por cento. Consideramos que a taxa de crescimento médio de z_t é de 0.25 por cento ao trimestre, que corresponde à taxa de crescimento do PIB real *per capita* no período de 99: T1-07:T4.

O stock do capital foi calculado com base no método do inventário permanente⁷. A taxa trimestral de depreciação agregada, δ , obtida foi de 0.011. Adolfson *et al.* (2007) fixaram-na em 0.013.

Por razões várias, é difícil determinar o estado estacionário da taxa de juro real relevante para o consumidor português representativo. A taxa de juro real média medida pelo rácio entre a taxa de juro do mercado monetário a três meses e a taxa de inflação verificada foi de 0.041 por cento ao trimestre, no período 99:T1-07:T4⁸. Esta taxa de juro real tem pouco interesse, na medida em que implica um factor de desconto β , o rácio entre a taxa de crescimento médio e a taxa de juro real média, maior do que um. Por essa razão, rejeitámo-la e optámos por outras alternativas. As outras séries de taxa de juro nominal disponíveis são as taxas de juro implícitas. Podem ser obtidas dividindo os juros recebidos nos de-

(7) O método do inventário permanente é um método de estimar o stock de capital dum país, usando a série histórica dos níveis de investimento. O investimento é classificado por tipo de bem de capital, que indicamos por j , tais como edifícios, maquinaria, ou veículos. Assumindo uma taxa de depreciação, $\delta_{j,t}$, adequada para cada tipo de capital, $K_{j,t}$, as equações às diferenças para os vários tipos de capital são, $K_{j,t} = (1 - \delta_{j,t})K_{j,t-1} + I_{j,t}$. Se as séries para os diferentes tipos de capital forem suficientemente longas, então o stock de capital inicial é irrelevante, porque estará completamente amortizado, para determinar os valores mais recentes do stock de capital. O stock do capital agregado é obtido agregando os stocks dos vários tipos de capital.

(8) A série de taxa de juro do mercado monetário considerada foi a EURIBOR a 3 meses, e a inflação usada foi a taxa de crescimento do deflator do PIB.

pósitos bancários pelo total dos depósitos bancários ou dividindo os juros recebidos nos empréstimos bancários pelo total dos empréstimos bancários. Também rejeitamos as taxas de juro implícitas nos depósitos porque implicam um factor de desconto maior do que um. A nossa preferência, entre todas as taxas de juro associadas com os créditos bancários, vai para a taxa de juro nos empréstimos hipotecários, por ser a mais baixa e a mais relevante para o consumidor representativo. A taxa de juro real média medida pela diferença entre a taxa de juro implícita nos empréstimos hipotecários e a taxa da inflação realizada foi de 0.46 por cento no período 99:T1-07:T4. Esta taxa de juro real, conjuntamente com a taxa de crescimento assumida de z_t , implica um β igual a 0.998. Adolfson *et al.* (2007) consideram um valor semelhante de β para a área do euro, 0.999.

Seguindo Adolfson *et al.* (2007), escolhemos a elasticidade de oferta de trabalho, ψ , igual a 1 e o parâmetro de hábitos, b , igual a 0.65. Christiano *et al.* (2005) consideram valores semelhantes para estes parâmetros. A constante associada com o trabalho na função utilidade, ξ , é escolhida de modo que no estado estacionário as famílias trabalham 30 por cento do seu tempo. Adolfson *et al.* (2007) assumem que as famílias trabalham 30 por cento do seu tempo total, enquanto que Chari *et al.* (2002) assumem que as famílias trabalham 25 por cento do seu tempo total no estado estacionário.

Consideramos que o rendimento do trabalho é a soma das rubricas “Remunerações do Trabalho” e “Contribuições para a Segurança Social”, e o rendimento do capital é o restante rendimento interno⁹. O valor de α , é a média amostral do quociente entre o rendimento do capital e o rendimento interno, que no período 99:07 foi de 0.27. O valor considerado por Adolfson *et al.* (2007) foi de 0.29.

A parte importada das principais componentes da despesa interna foram obtidas a partir das matrizes *input-output* do INE. Esse cálculo foi feito para o período de 1996-1999. Durante esse período a percentagem média do consumo privado importado foi de 27 por cento e, para o mesmo período, a percentagem média do investimento importado foi de 33 por cento. A média amostral, para o período de 99:1-07:4, da quota das importações da área do euro foi de 66 por cento e a da quota das importações dos países fora da área do euro foi de 34 por cento. A quota do consumo importado da união foi considerada proporcional ao rácio entre o total das importações da área do euro e as importações agregadas. Assim, a quota $\varpi_{u,c}$, foi calibrada de modo a corresponder à média amostral de 0.18. Com base neste pressuposto, os outros parâmetros $\varpi_{u,i}$, $\varpi_{o,c}$ e $\varpi_{o,i}$, foram fixados, respectivamente, em 0.22, 0.09 e 0.11. Para o período de 99:1-07:4, o rácio entre o preço do investimento e o deflator do PIB, e o rácio entre o preço do consumo e o deflator do PIB, que indicámos como $\xi^{i,d}$ e $\xi^{c,d}$, respectivamente, tiveram um valor médio de 0.98 e 0.99. Os valores das elasticidades η_c e η_i poderiam ser determinados se tivéssemos informações sobre o preços relativos $\xi^{o,d}$ e $\xi^{u,d}$, o que não acontece. Estudos parecem indicar que para os Estados Unidos e Europa, a elasticidade entre os produtos internos e externos se situa entre 1 e 2. De um modo geral, nos modelos empíricos de comércio internacional os

(9) Como os dados da contabilidade nacional incluem no PIB os impostos indirectos, estes precisam de ser subtraídos do PIB para obter o rendimento interno.

valores utilizados estão neste intervalo¹⁰. Fixámos $\eta_c = 1.5$ e $\eta_c = 1.6$, que são as estimativas obtidas por Adolfson *et al.* (2007) para a área do euro, e estabelecemos que $\eta^{u,x}$ e $\eta^{o,x}$ são iguais a 1.5.

A evidência obtida através de inquéritos, consoante descrito em Martins (2006), indicam que a frequência da alteração dos preços pelas empresas portuguesas é de 1,9 vezes por ano. E, do total das empresas que alteram os preços, apenas cerca de 42 por cento usa previsões para fixar os seus preços. Isto implica que em cada trimestre, cerca de 20 por cento das empresas alteram os seus preços de forma optimizada. Este valor é maior do que o estimado por Smets e Wouters (2003) e Adolfson *et al.* (2007), que é de cerca de 10 por cento, mas é mais baixo do que o calculado por Christiano *et al.* (2005), que é de 40 por cento. Tal como Adolfson *et al.* (2007) fixámos o *markup* das empresas em 16 por cento¹¹. Fixámos o parâmetro de indexação χ^d , em 0.22, que é o valor estimado por Adolfson *et al.* (2007) para a área do euro. De acordo com Adolfson *et al.* (2007) e Christiano *et al.* (2005), o *markup* na determinação salarial foi fixado em 1,05. De acordo com Adolfson *et al.* (2007) a indexação salarial, o parâmetro χ^w , foi fixado em 0.50, e a probabilidade de não conseguir alterar o salário, θ^w , foi fixada em 0.69.

O estado estacionário do modelo é independente das funções de custos de ajustamento, mas as dinâmicas dependem delas. As estimativas existentes na literatura, respeitantes aos custos de ajustamento do investimento, do capital e da dívida externa, diferem substancialmente. Christiano *et al.* (2005) estimam valores de 2.48 e 0.01 para V'' e para $\frac{\gamma_2}{\gamma_1}$, respectivamente. Altig *et al.* (2003) estimam um valor de 0.049 para $\frac{\gamma_2}{\gamma_1}$. Adolfson *et al.* (2007) estimam um valor de 8.67 para V'' e estimam um valor de 0.252 para ϕ_i ¹². Quanto a nós, usamos os valores reportados em Adolfson *et al.* (2007).

Durante o período de 99:01-07:04 a quota das exportações para os países do exterior da área do euro era de 0.37, enquanto que a quota das importações dos países do exterior da área do euro era de 0.34, conforme acima referido. Os parâmetros considerados reflectem aproximadamente estes rácios, bem como as proporções médias no PIB, do consumo privado, do consumo público, do investimento, do total das exportações e do total das importações. É comum na literatura, incluindo Adolfson *et al.* (2007), o pressuposto de que as exportações no estado estacionário são iguais às importações e que a dívida líquida externa é igual a zero. Nós, pelo contrário, assumimos que o nível e a composição no estado estacionário das responsabilidades líquidas externas são os valores de Portugal no final de 2007. Nesta data, as responsabilidades líquidas externas eram uma larga fracção do PIB, estando 83 por cento denominadas em euros.

(10) Para os Estados Unidos ver, por exemplo, os resumos de Stern *et al.* (1976). Para a Europa ver, por exemplo, as discussões de Collard e Dellas (2002), Whalley (1985, Ch. 5) e Deardorff e Stern (1990, Ch. 3). Em estudos semelhantes, para os Estados Unidos, Chari *et al.* (2002) e Backus *et al.* (1994) escolhem uma elasticidade de substituição entre bens de investimento produzidos internamente e externamente igual a 1.5, e para a Europa Christoffel *et al.* (2008) estimam $\eta_c = 1.9$ e $\eta_i = 1.6$.

(11) Chari *et al.* (2005) consideram um *markup* de 11 por cento.

(12) Este resultados divergentes devem-se ao facto das bases de dados serem diferentes e das técnicas utilizadas na estimação também o serem. Adolfson *et al.* (2007) usam métodos de estimação Bayesianos, enquanto Christiano *et al.* (2005) fazem o ajustamento das funções de resposta a impulso obtidas pelos VAR.

Os parâmetros da curva IS, da curva Phillips e da regra Taylor foram escolhidos para que as funções resposta a impulso da inflação, do produto e da taxa de juro da união, ao choque de política monetária pudessem reproduzir as funções de resposta a impulso destas variáveis ao choque de política monetária no modelo estimado (e calibrado) de Adolfson *et al* (2007) para a área do euro. Os parâmetros da regra da taxa de juro são semelhantes aos estimados para a área do euro por Adolfson *et al* (2007) e por Smets and Wouters (2003). O parâmetro ς reflecte a dimensão de Portugal e foi fixado em 0.05. Os parâmetros nas equações que determinam a taxa de juro nominal, o produto e a inflação do exterior da união, não têm de ser especificados, porque assumimos que estas variáveis não são afectadas por um choque da política monetária na união.

Gráfico 1 (continua)

FUNÇÕES DE RESPOSTA A IMPULSO DUM CHOQUE DE POLÍTICA MONETÁRIA

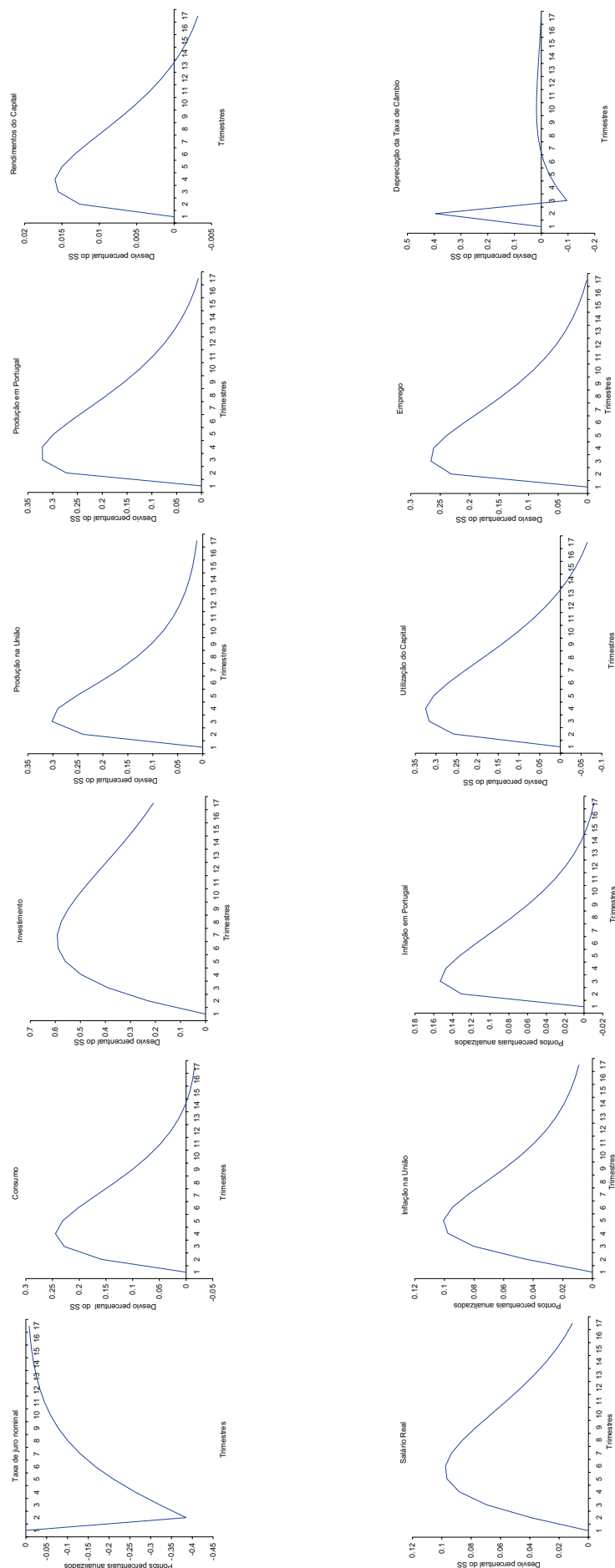


Gráfico 1 (continuação)

FUNÇÕES DE RESPOSTA A IMPULSO DUM CHOQUE DE POLÍTICA MONETÁRIA

