Externalidade dos Bens Públicos e Política Monetária

Fernando Motta Correia
PPGDE/UFPR

Resumo: O artigo avalia o efeito da externalidade dos bens públicos na função reação da autoridade monetária. Desenvolve-se um modelo na tradição Novo-Keynesiana com inovações na dinâmica da curva IS e na curva de Phillips com rigidez de preços *a la* Calvo. Incorpora-se uma função utilidade com propriedades no consumo de bens públicos a partir dos princípios da não-exclusão e não-rivalidade. As conclusões sugerem que na presença de externalidade negativa na oferta de bens públicos a política monetária reage positivamente, com a velocidade de ajustamento da taxa nominal de juros mais flexível frente ao *gap* do produto e mais rígida em relação a inflação. O resultado traz um *insight* para formulação do *design* de política monetária. Adicionalmente o trabalho traz uma contribuição teórica no debate a respeito da inclinação da curva de Phillips Novo-Keynesiana ao incorporar o efeito da externalidade negativa do bem público.

Palavras-chave: Política Monetária – Bens Públicos - Externalidade

Abstract: The article analyzes the effect of the externality of public goods on the reaction function of the monetary authority. We present a New-Keynesian model with innovations in the IS curve dynamics and in the Phillips curve with price rigidity on the Calvo hypothesis. It incorporates a utility function with properties in the consumption of public goods from the principles of non-exclusion and non-rivalry. The conclusions suggest that in the presence of a negative externality in the supply of public goods, the monetary policy reacts positively, with the rate of adjustment of the nominal interest rate more flexible in relation to the product gap and more rigid in relation to inflation. The result brings insight into the formulation of monetary policy design. Additionally the work brings a theoretical contribution in the debate regarding the slope of the New-Keynesian Phillips curve when incorporating the effect of the negative externality of the public good.

Key-words: Monetary Policy - Public Goods - Externalities

JEL: E52; E17; E59

Área 6: Macroeconomia

1. Introdução

Nos modelos Novo-Keynesianos, os mecanismos de transmissão fiscal associados a análise de bem-estar podem implicar em choques monetários mais recorrentes, uma vez que expansões fiscais incorrem em salários reais mais elevados e por consequência custos marginais mais elevados, se refletindo em expansões nos preços.

A literatura apresenta uma série de trabalhos que busca incorporar os gastos públicos, na tradição dos modelos Novo-Keynesianos, elementos que permitem microfundamentar a execução das despesas públicas buscando diferenciar a natureza de execução fiscal dos efeitos exógenos da tradição dos Ciclos Reais de Negócios (RBC). Galí *et al.*(2007) desenvolvem uma análise com a inclusão de agentes não-ricardianos na economia. Leeper *et al.* (2010) incorporam os efeitos das defasagens na implementação das despesas em investimento público introduzindo na análise diferentes formas de financiamento dos déficits fiscais. Forni *et al.* (2009), Stahler e Thomas (2012) chamam a atenção para os diferentes tipos de gastos públicos e instrumentos fiscais. Christiano *et al.* (2011), Davig e Leeper (2011) analisam da interrelação entre política monetária e política fiscal.

A tentativa de incorporar choques fiscais nas estruturas Novo-Keynesianas, aliada a identificação dos efeitos na análise de bem-estar, buscam entender os efeitos da introdução de rigidez nominal sobre o tamanho dos multiplicadores fiscais. Os resultados associam os choques fiscais a reação da autoridade monetária. Para Galí, López Salido e Vallés (2007), se o Banco Central segue uma regra convencional do tipo Taylor, o resultado de uma mudança nas compras governamentais é dificilmente diferente do encontrado nas estruturas RBC, com multiplicadores relativamente pequenos. Woodford (2011) identifica que uma resposta fraca da taxa de juros nominal (com uma consequente queda na taxa real de juros) reflete no tamanho do multiplicador fiscal, de modo que o mesmo pode atingir valores significativamente acima de um. Esse cenário será claramente relevante quando a política monetária atingir o limite inferior zero sobre a taxa de juros nominal, conforme discutido em Eggertsson (2011) e Christiano, Eichenbaum e Rebelo (2011).

Embora o debate Novo-Keynesiano contemple os efeitos dos choques fiscais na função reação da autoridade monetária, há uma ausência no debate sobre os efeitos da natureza alocativa do gasto público sobre os choques monetários. Uma forma de identificar a natureza alocativa das despesas do governo é aplicar os conceitos utilizados pela teoria dos bens públicos, seja ele um bem público que produz externalidades positivas na utilidade dos agentes ou simplesmente se sua oferta proporciona externalidades negativa.

Há dois aspectos que são utilizados para caracterizar os bens públicos. A primeira é que o consumo de tal bem por um indivíduo não afeta seu acesso a outro indivíduo, ou seja, o bem público é desfrutado por todos – o chamado princípio da não-exclusão. A segunda é quando o seu consumo por parte de um agente não reduz a quantidade disponível para consumo de um outro agente – o chamado princípio da não-rivalidade. Na presença de um bem público, como todos usufruem do bem, não há como o governo mensurar o quanto cada indivíduo usa o bem e assim, tributá-lo. Mas todos usam. Até quem não é tributado (*free riders*). Cabe destacar que um bem público à disposição de todos não se deve prever que todos os indivíduos apresentem o mesmo grau de utilidade por esse bem. Conforme apontado por Samuelson (1969) com a oferta de bens públicos poderá o indivíduo não deseja-lo e dessa forma pode-se derivar do mesmo uma utilidade negativa.

A introdução da hipótese de externalidades com a oferta de bens públicos nos modelos Novo-Keynesianos produz importantes *insights* para execução da política monetária. Primeiro porque é uma forma mais robusta de indicar efeitos de choques fiscais sobre as funções impulso respostas da autoridade monetária, na medida em que na presença de externalidades negativas, seus efeitos podem derivar utilidade negativa e assim alterar a condição de equilíbrio do *trade-off* renda-lazer. Segundo, mostra a intensidade de resposta da autoridade monetária frente as preferências alocativas do gasto público, uma vez que a depender do tipo de bem público, os efeitos sobre o produto e inflação podem representar choques diferentes na função reação da autoridade monetária.

O objetivo do artigo é avaliar o efeito da externalidade dos bens públicos na função reação da autoridade monetária em um cenário onde a política monetária busca estabilizar a Inflação e o Produto. A estrutura do artigo contempla na seção seguinte um modelo Novo-Keynesiano baseado em Galí (2008), onde altera-se a função utilidade do agente representativo na tentativa de extrair o efeito da utilidade do bem público nas condições de equilíbrio. Na seção três desenvolve-se uma análise dos efeitos dos choques dos gastos públicos no *design* de política monetária, onde avalia-se as implicações de choques fiscais com externalidade negativa sobre o *design* de política monetária. Por fim, a seção quatro, traz as considerações finais.

2. O Modelo

O modelo que será apresentado segue a estrutura dos modelos Novo-Keynesianos com os seguintes blocos de resolução: uma curva IS dinâmica microfundamentada, uma curva de Phillips Novo-Keynesiana que incorpora uma dinâmica de preços *a la* Calvo (1983) e uma regra de política monetária para a taxa nominal de juros. O modelo tem como referência o modelo apresentado por Galí (2008), onde o autor desenvolve uma estrutura Novo-Keynesiana em uma economia fechada com apenas um fator de produção, fator trabalho. A ausência do resto do mundo e outros fatores de produção justifica-se pela complexidade na resolução dos modelos de inspiração Novo-Keynesiano. A tentativa de incorporar o efeito da externalidade dos bens públicos em choques monetários exige uma revisão nas preferências dos agentes representativos, uma vez que agora avalia-se possíveis efeitos negativos na utilidade dos agentes com a presença de bens públicos que geram externalidades negativas no consumo.

A literatura apresenta uma série de trabalhos que busca inserir o efeito do consumo de bens públicos na função utilidade. Baxter e King (1993) incorpora o gasto público na função utilidade com a seguinte especificação:

$$U\left[logC_{P,t} + \varphi . logN_t + \Gamma\left(C_{G,t}\right)\right]$$

Onde $\Gamma(.)$ é uma função crescente do gasto público. Por esta especificação uma expansão da despesa pública sempre tem efeitos positivos na utilidade.

Outros trabalhos incorporam o consumo do bem público na função utilidade com a possibilidade de gerar reduções na utilidade marginal. Barro (1981), Aschauer (1985), Christiano e Eichenbaum (1992), McGrattan (1994) considera o efeito do gasto público mensurando seu efeito sobre o consumo do bem privado. Nesta especificação o efeito do gasto público se apresenta da seguinte forma:

$$C_t = C_{P,t} + \alpha . C_{G,t}$$

Neste caso o consumo total do indivíduo é uma combinação linear do consumo privado e do consumo do bem público, de modo que a elasticidade de substituição entre ambos os bens (privado e público) é determinada pelo parâmetro α. Se $\alpha < 0$, a utilidade marginal do consumo diminui com um aumento do gasto público, caso contrário, com $\alpha > 0$, a utilidade marginal do consumo aumenta.

Quando o consumo dos bens públicos é incorporado em funções utilidade deve-se levar em conta algumas propriedades no seu consumo. Bens públicos são bens que, simultaneamente estão disponíveis a todos os indivíduos, para que os mesmos possam consumi-los ou não, de acordo com as preferências de cada um. O consumo do bem público por um indivíduo não impede que outro indivíduo esteja consumido tal bem. Mesmo que o bem público esteja à disposição de todos os indivíduos em igual quantidade, não se deve inferir que todos derivam dele o mesmo grau de utilidade. Um indivíduo pode derivar do consumo do bem público uma utilidade negativa. Contudo, o bem público está a sua disposição, quer queira ou não. Portanto, o governo poderá ofertar bens públicos que possibilite aos agentes privados reduzir sua utilidade ou não.

Para incorporar o efeito da externalidade na utilidade dos indivíduos deve-se considerar a possibilidade da oferta de tais bens gerar, ou não, uma desutilidade marginal no seu consumo. Portanto, deve-se exibir uma função utilidade que capture tais características. Considere, a função utilidade a seguir que preserva tais propriedades:

$$U(C_t(C_G), N_t) = \frac{C_t^{1-\sigma}}{(1-\sigma)C_G^{\alpha}} - \frac{N_t^{1+\varphi}}{1+\varphi}$$

Na equação anterior, C_t, C_G, N_t representam, respectivamente, o consumo privado, o consumo do bem público e a quantidade de mão-de-obra ofertada. Pode-se extrair da equação anterior as seguintes utilidades marginais:

(i) Para o consumo do bem privado, $\frac{\partial U}{\partial C_t} = \frac{C_t^{-\sigma}}{C_G^{\alpha}} > 0$;

(ii) Para o consumo do bem público, $\frac{\partial U}{\partial C_G} = -\alpha . \frac{C_t^{1-\sigma}}{(1-\sigma)} . C_G^{-(1+\alpha)}$. O resultado permite extrair os seguintes efeitos: (a) o consumo do bem público irá gerar uma utilidade marginal igual a zero se $\alpha = 0$; (b) para $\alpha = 1$, o consumo do bem público proporciona uma utilidade marginal negativa, o que implica em associar em uma externalidade negativa. Portanto, α é um parâmetro que mede o efeito da externalidade a partir do consumo do bem público. Perceba que se $\alpha = 0$ a utilidade marginal do consumo privado, $\frac{\partial U}{\partial C_t}$, não é alterada com o consumo do bem público, de modo que seu consumo terá que ser um consumo não-rival, assim, se $\alpha = 0$, obtém-se também, $\frac{\partial U}{\partial C_t} = C_t^{-\sigma} > 0$. Para $\alpha = 1$, há rivalidade no consumo entre os bens privado e público, onde o aumento do consumo do bem público reduz a utilidade marginal no consumo do bem privado. Ou seja, o consumo do bem público reduz a quantidade disponível para consumo de um outro agente, não respeitando o princípio da não-rivalidade;

(iii) Para o fator trabalho $\frac{\partial U}{\partial N_t} = -N_t^{\varphi} < 0$, ou seja, preserva-se o efeito esperado de desutilidade marginal do trabalho.

Para verificar o efeito total do bem público na utilidade do indivíduo, vamos capturar a soma da utilidade marginal do consumo do bem privado mais a utilidade marginal do consumo do bem público.

$$\frac{\partial U}{\partial C_t} + \frac{\partial U}{\partial C_G} = \frac{C_t^{-\sigma}}{C_G^{\alpha}} - \alpha . \frac{C_t^{1-\sigma}}{(1-\sigma)} . C_G^{-(1+\alpha)} = \frac{C_t}{C_G}\left(\frac{C_G^{(1-\alpha)}}{C_t^{(1+\sigma)}} - \frac{\alpha}{(1-\sigma)} . \frac{C_t^{-\sigma}}{C_G^{\alpha}}\right)$$

Pelo resultado anterior, para $\alpha \to 0$ e $\sigma \to 1$, $\left(\frac{\partial U}{\partial C_t} + \frac{\partial U}{\partial C_G}\right) > 0$. Com $\alpha \to 1$ e $\sigma \to 1$, $\left(\frac{\partial U}{\partial C_t} + \frac{\partial U}{\partial C_G}\right) < 0$. Assim, α captura o efeito da externalidade a partir do consumo do bem público na utilidade do indivíduo.

A seguir apresenta-se o modelo com a inserção da função utilidade com as propriedades e características com os efeitos da externalidade no consumo de bens públicos.

2.1 A curva IS Novo-Keynesiana com a hipótese de externalidade dos bens públicos

Seja

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t U(C_t(C_G), N_t) \tag{1}$$

Em (1) C_t representa o consumo dos bens privados, C_G o consumo dos bens públicos, N_t o número de horas de trabalho, U é crescente em C_t e o consumo do bem privado pode ser afetado pelo tipo de bem público que é ofertado.

C_t é dado pelo seguinte índice de consumo:

$$C_t = \left(\int_0^1 \left(\frac{C_t(i)}{C_G^{\alpha}} \right)^{1-\frac{1}{\epsilon}} di \right)^{\frac{\epsilon}{\epsilon-1}} \tag{2}$$

Em (2), o índice de consumo incorpora o consumo dos bens públicos, de maneira a capturar o perfil do bem público que é ofertado pelo governo, bem público puro, ou bem público privado.

As famílias devem decidir como alocar os diferentes bens para um dado nível de despesa:

$$Z_t = \int_0^1 P_t(i).C_t(i)di \tag{3}$$

Assim,

$$\mathcal{L} = \left(\int_0^1 \left(\frac{C_t(i)}{C_G^{\alpha}} \right)^{1-\frac{1}{\epsilon}} di \right)^{\frac{\epsilon}{\epsilon-1}} - \lambda \left(\int_0^1 P_t(i).C_t(i)di - Z_t \right) \tag{4}$$

Extraindo a condição de 1ª ordem para o consumo do bem privado na equação (4):

$$\left[\frac{1}{(C_G^{\alpha})^{\frac{2\epsilon-1}{\epsilon}}} \right] . \frac{C_t^{\frac{1}{\epsilon}}.C(i)_t^{\frac{1}{\epsilon}}}{P_t(i)} = \lambda \tag{5}$$

A equação (5) é análoga para todo bem *j*:

$$\left[\frac{1}{(C_G^{\alpha})^{\frac{2\epsilon-1}{\epsilon}}} \right] . \frac{C_t^{\frac{1}{\epsilon}}.C(j)_t^{\frac{1}{\epsilon}}}{P_t(j)} = \lambda \tag{6}$$

De (5) e (6):

$$C_t(i)^{\frac{1}{\epsilon}}.P_t(i) = C_t(j)^{\frac{1}{\epsilon}}.P_t(j) \tag{7}$$

Trabalhando a anterior

$$C_t(i).P_t(i)^{\epsilon} = C_t(j).P_t(j)^{\epsilon} \tag{8}$$

Logo,

$$C_t(i) = C_t(j).\left(\frac{P_t(i)}{P_t(j)} \right)^{-\epsilon} \tag{9}$$

Ainda de (8):

$$P_t(i).C_t(i) = C_t(j).P_t(j)^{\epsilon}.P_t(i)^{1-\epsilon} \tag{10}$$

Da equação anterior:

$$Z_t = \int_0^1 P_t(i).C_t(i)di = C_t(j).P_t(j)^{\epsilon}.\int_0^1 P_t(i)^{1-\epsilon}di$$

ou,

$$Z_t = \int_0^1 P_t(i).C_t(i)di = C_t(j).P_t(j)^{\epsilon}.P_t^{1-\epsilon} \tag{11}$$

O índice de preços é dado por:

$$P_t = \left(\int_0^1 P_t(i)^{1-\epsilon} di \right)^{\frac{1}{1-\epsilon}}$$

ou,

$$P_t^{1-\epsilon} = \int_0^1 P_t(i)^{1-\epsilon}\, di \tag{12}$$

De (9) e (11)

$$C_t(i) = \left(\frac{P_t(i)}{P_t}\right)^{-\epsilon} . \frac{Z_t}{P_t} \tag{13}$$

Inserindo (13) em (2):

$$C_t = \left\{ \int_0^1 \left(\frac{\left(\frac{P_t(i)}{P_t}\right)^{-\epsilon} . \frac{Z_t}{P_t}}{C_G^{\alpha}} \right)^{1-\frac{1}{\epsilon}} di \right\}^{\frac{\epsilon}{\epsilon-1}}$$

Isolando Z_t. na equação anterior, temos:

$$Z_t = P_t . C_t . C_G^{\alpha} \tag{14}$$

Inserindo (14) em (13) obtemos:

$$C_t(i) = \left(\frac{P_t(i)}{P_t}\right)^{-\epsilon} . C_t . C_G^{\alpha} \tag{15}$$

A equação (15) representa o conjunto de equações de demanda, de modo a capturar o efeito do preço do *i-ésimo* bem sobre o consumo do mesmo bem. O resultado da equação (15) se distingue por apresentar o termo C_G^{α} como um componente determinante da demanda do *i-ésimo* bem. Em concorrência monopolística o efeito da oferta do bem público deve ser capturado na determinação das condições de demanda.

Nesse mercado, as empresas agem como se, ao reduzir seus preços, passasse despercebida entre os seus concorrentes. Como há muitos concorrentes, cada empresa espera que seus atos passem despercebidos, de modo que todas as firmas esperam que sua curva de demanda seja muito elástica. Se todas as ações acabam sendo iguais dentro do mesmo grupo de empresas, a demanda acaba sendo menos elástica. Observe que na presença de externalidade negativa, com $\alpha = 1$, o componente C_G^{α} na equação (15) se refletirá numa curva de demanda ainda mais elástica, de modo que uma possível decisão de aumento de preços da firma o consumo privado reduz em uma magnitude maior em comparação a uma situação com ausência de bem público ou caso o bem público produza externalidade positiva, com $\alpha = 0$.

Bens públicos puros são caracterizados pelos princípios da não-exclusão e não rivalidade. Em função das preferências alocativas do governo, alguns bens ofertados pelo governo podem ser considerados um bem público privado. A justificativa para a provisão de tais bens pelo governo se deve em função do elevado custo marginal para a sua oferta. Assim, esse tipo de bem apresenta a propriedade de exclusão e rivalidade no consumo, ambos com características de bens privados.

Quando os bens públicos puros são ofertados pelo governo, por conta das suas características, tal falha de mercado é corrigida de modo a se atingir o Ótimo de Pareto. Quando bens públicos privados são ofertados pelo governo ocorre distúrbios no sistema de preços. Tais efeitos podem ser capturados na equação (15). Para bens públicos puros, $\alpha = 0$, a demanda do *i-ésimo* bem converge para situações onde a demanda é determinada pelo mercado. Para bens públicos privados, $\alpha = 1$, as condições de demanda são alteradas por conta da oferta do bem pelo governo. Embora o bem público privado traga as propriedades do bem privado, exclusão e rivalidade, tal bem exibe o problema da preferência não-revelada, comum nos bens públicos puros. Nesse caso, o governo por desconhecer do preço ótimo para o bem público privado, o mesmo poderá estabelecer um preço superior ou inferior daqueles praticados pelo mercado privado.

Considere a restrição orçamentária

$$\int_0^1 P_t(i) . C_t(i) di + Q_t . B_t \leq B_{t-1} + W_t . N_t - T_t$$

ou,

$$P_t.C_t + Q_t.B_t \leq B_{t-1} + W_t.N_t - T_t \quad (16)$$

Onde,

Q_t. é o preço de um título;

B_t. são títulos adquiridos no período t;

Q_t. é o preço de um título;

T_t são os impostos, *Lump Sum*.

Cabe destacar que cada título comprado em *t*, tem maturidade em *t+1* e paga uma unidade monetária. É assumido orçamento equilibrado, de modo que $C_G^{\alpha} = T_t$.

Da equação (1) podemos extrair o seguinte resultado:

$$U_{C,t}dC_t = -U_{N,t}dN_t \quad (17)$$

Da restrição (16):

$$P_t.dC_t = W_t.dN_t \quad (18)$$

De (17) e (18) podemos extrair a condição de substituição intratemporal:

$$-\frac{U_{N,t}}{U_{C,t}} = \frac{W_t}{P_t} \quad (19)$$

Ainda da função utilidade (1) podemos obter

$$U_{C,t}dC_t = \beta.E_t\left(U_{C,t+1}\right).dC_{t+1} \quad (20)$$

e

$$P_t.dC_t = Q_t.P_{t+1}.dC_{t+1} \quad (21)$$

De (20) e (21) podemos obter a condição de substituição intertemporal:

$$Q_t = \beta.E_t\left(\frac{U_{C,t+1}}{U_{C,t}}.\frac{P_t}{P_{t+1}}\right) \quad (22)$$

Assume-se a seguinte forma funcional para a função utilidade:

$$U(C_t(C_G), N_t) = \frac{C_t^{1-\sigma}}{(1-\sigma)C_G^{\alpha}} - \frac{N_t^{1+\varphi}}{1+\varphi} \quad (23)$$

A função utilidade apresentada na equação (23) introduz o gasto público de maneira a considera-los como bens consumidos pelos agentes privados na economia e, portanto, como já exposto anteriormente afetando a utilidade marginal do indivíduo a depender da característica da externalidade produzida.

Da equação (23) podemos extrair:

$$U_{C,t} = \frac{C_t^{-\sigma}}{C_G^{\alpha}} = \frac{1}{C_G^{\alpha}.C_t^{\sigma}} \quad (24)$$

$$U_{N,t} = -N_t^{\varphi} \quad (25)$$

Inserindo (24)e (25) em (19):

$$\frac{W_t}{P_t} = C_t^{\sigma}.C_G^{\alpha}.N_t^{\varphi} \quad (26)$$

Log-linearizando (26):

$$\omega_t - p_t = \sigma.c_t + \alpha.c_G + \varphi.n_t \quad (27)$$

Inserindo (24) em (22):

$$Q_t = \beta.E_t\left(\left(\frac{C_t}{C_{t+1}}\right)^{\sigma}.\left(\frac{C_{G,t}}{C_{G,t+1}}\right)^{-\alpha}.\left(\frac{P_t}{P_{t+1}}\right)\right) \quad (28)$$

Por definição

$i_t = -logQ_t$ (taxa nominal de juros, representada pelo inverso do *log* do rendimento dos títulos);

$\rho = -\log\beta$ (taxa de desconto das famílias);

$\pi_{t+1} = log\frac{P_{t+1}}{P_t}$ (taxa de inflação);

$\Delta C_{t+1} = C_{t+1} - C_t = log\frac{C_{t+1}}{C_t}$

Com base nessas definições, podemos reescrever (28):

$$1 = E_t\left(exp\left(i_t - \sigma.\Delta C_{t+1} + \alpha.\Delta C_{G,t+1} - \pi_{t+1} - \rho\right)\right) \quad (29)$$

Reescrevendo (29) em *steady-state*:

$$i_t = \rho + \pi + \sigma.\gamma - \alpha.g \tag{30}$$

Em (30) γ é a taxa de crescimento do consumo provado e g é a taxa de crescimento do bem público.

Log-linearizando a condição de *steady-state*:

$$exp\big(i_t - \sigma.\Delta C_{t+1} + \alpha.\Delta C_{G,t+1} - \pi_{t+1} - \rho\big)$$
$$\sim 1 + (i_t - i) - \sigma.(\Delta C_{t+1} - \gamma) + \alpha.\big(\Delta C_{G,t+1} - g\big) - (\pi_{t+1} - \pi) - \rho$$
$$\sim 1 + i_t - \sigma.\Delta C_{t+1} + \alpha.\Delta C_{G,t+1} - \pi_{t+1} - \rho \tag{31}$$

Com (29) e (31)

$$1 = E_t\big(1 + i_t - \sigma.\Delta C_{t+1} + \alpha.\Delta C_{G,t+1} - \pi_{t+1} - \rho\big)$$

Trabalhando esta última equação

$$1 = 1 + i_t - E_t\big(\sigma.C_{t+1} - \alpha.C_{G,t+1} + \pi_{t+1}\big) + \sigma.C_t - \alpha.C_{G,t} - \rho \tag{32}$$

Reescrevendo (32) em termos de que C_t, obtemos:

$$C_t = E_t(C_{t+1}) + \frac{\alpha}{\sigma}E_t\big(C_{G,t+1} - C_{G,t}\big) - \frac{1}{\sigma}(i_t - E_t(\pi_{t+1}) - \rho) \tag{33}$$

Cada firma produz um bem diferenciado, porém utilizam a mesma tecnologia, representada pela seguinte função de produção:

$$Y_t(i) = A_t.N_t(i)^{1-\phi} \tag{34}$$

Onde A_t representa o nível de tecnologia, assumido ser comum para todas as firmas.

Todas as firmas se deparam com uma demanda dada pela equação (15):

$$C_t(i) = \left(\frac{P_t(i)}{P_t}\right)^{-\epsilon}.C_t.C_G^{\alpha} \tag{15}$$

Considere a condição de equilíbrio

$$Y_t(i) = C_t(i) \tag{34}$$

O produto agregado é definido pelo índice de produção:

$$Y_t = \left(\int_0^1 \big(C_t(i)\big)^{1-\frac{1}{\epsilon}} di\right)^{\frac{\epsilon}{\epsilon-1}} \tag{36}$$

C_G^{α} representa o consumo do bem público pelas famílias, de modo que o mesmo representa a produção do bem público pelo governo, onde $C_G^{\alpha} = G^{\alpha} = T_t$.

Portanto,

$$Y_t = C_t \tag{37}$$

Assim, de (33) e (37), obtemos:

$$y_t = E_t(y_{t+1}) + \frac{\alpha}{\sigma}E_t(G_{t+1} - G_t) - \frac{1}{\sigma}(i_t - E_t(\pi_{t+1}) - \rho) \tag{38}$$

A equação (38) representa a curva IS Novo-Keynesiana incorporada a hipótese do efeito de choques dos bens públicos. Em (38) G_{t+1} e G_t representam o gasto público, onde equivale ao consumo do bem público pelas famílias ($C_{G,t+1}$ e $C_{G,t}$).

2.2 Dinâmica dos preços e curva de Phillips Novo-Keynesiana

Podemos expressar o custo marginal médio da seguinte forma:

$$mc_t = (\omega_t - p_t) - mpn_t \tag{39}$$

Em (39), $(\omega_t - p_t) = mpn_t$ é resultado da condição de maximização de lucro das firmas, ou seja, salário real igual a produtividade marginal do trabalho, (mpn_t).

Lembre-se de (27)

$$\omega_t - p_t = \sigma.c_t + \alpha.c_G + \varphi.n_t \tag{27}$$

De (34), sabe-se que:

$$\frac{\partial Y_t}{\partial N_t} = (1-\phi).A_t.N_t^{-\phi}$$

A equação anterior pode ser apresentada em *log*:

$$mpn_t = log(1-\phi) + a_t - \phi.n_t \tag{40}$$

Exibindo (34) no formato de *log*:

$$y_t = a_t + (1-\phi).n_t = a_t + n_t - \phi.n_t$$

ou,

$$y_t - n_t = a_t - \phi.n_t \tag{41}$$

Assim,

$$mpn_t = log(1-\phi) + (y_t - n_t) \tag{42}$$

Dessa forma, combinando (27), (39) e (42) obtemos:

$$mc_t = \sigma.c_t + \alpha.c_G + \varphi.n_t - (y_t - n_t) - log(1-\phi) \tag{43}$$

No mercado de trabalho, assume-se a hipótese de *market clearing*, de modo que:

$$N_t = \int_0^1 N_t(i)di \tag{44}$$

Isolando $N_t(i)$ em (34) e na sequencia inserindo em (44):

$$N_t = \int_0^1 \left(\frac{Y_t(i)}{A_t}\right)^{\frac{1}{1-\phi}} di \tag{45}$$

Com (15) e (34), a equação (45) transforma-se em:

$$N_t = \left(\frac{Y_t}{A_t}\right)^{\frac{1}{1-\phi}}.C_G^{\alpha}.\int_0^1 \left(\frac{P_t(i)}{P_t}\right)^{-\frac{\epsilon}{1-\phi}} di \tag{46}$$

Extraindo o *log* em (46):

$$(1-\phi)n_t = y_t - a_t + d_t \tag{47}$$

Onde, $\zeta_t \equiv C_G^{\alpha}(1-\phi).log\int_0^1 \left(\frac{P_t(i)}{P_t}\right)^{-\frac{\epsilon}{1-\phi}}$ é a dispersão de preços. Assumindo que ζ_t seja zero no entorno do *steady-state*, podemos reescrever (47):

$$y_t = a_t + (1-\phi)n_t$$

Ou,

$$n_t = \frac{y_t - a_t}{(1-\phi)} \tag{48}$$

Levando (48) em (43):

$$mc_t = \left(\sigma + \frac{\varphi-1}{1-\phi}\right).y_t + \alpha.c_G + \left(\frac{1+\varphi}{1-\phi}\right).a_t - log(1-\phi) \tag{49}$$

A equação (49) pode ser reescrita em termos da taxa natural do produto:

$$mc_t = \left(\sigma + \alpha.\tau + \frac{\varphi-1}{1-\phi}\right).y_t^n + \left(\frac{1+\varphi}{1-\phi}\right).a_t - log(1-\phi) \tag{50}$$

Em (50) é estabelecido que o consumo do governo tem seu comportamento associado a taxa natural do produto, de modo que onde $C_G^{\alpha} = \tau.y_t^n$. Esta especificação é similar a McGrattan *et al.* (1997), onde τ é um parâmetro que mede o efeito de uma variação na taxa natural do produto sobre o gasto do governo (consumo do governo).

Em (50) vamos adicionar μ do lado esquerdo e direito

$$mc_t + \mu = \left(\sigma + \alpha.\tau + \frac{\varphi-1}{1-\phi}\right).y_t^n + \left(\frac{1+\varphi}{1-\phi}\right).a_t - log(1-\phi) + \mu \tag{51}$$

Com $mc + \mu = 0$, sabendo que $mc = -\mu$ e μ como sendo o desvio do custo marginal em relação ao seu estado estacionário.

Logo, isolando y_t^n na equação (51):

$$y_t^n = \left[\frac{1+\varphi}{(\sigma+\alpha.\tau)(1-\phi)+(\varphi-1)}\right].a_t - \frac{(1-\phi)[\mu - log(1-\phi)]}{(\sigma+\alpha.\tau)(1-\phi)+(\varphi-1)} \tag{52}$$

A equação (52) pode ser reescrita:

$$y_t^n = \psi_{ya}^n.a_t - \vartheta_y^n \tag{53}$$

Onde,

$$\psi_{ya}^n = \left[\frac{1+\varphi}{(\sigma+\alpha.\tau)(1-\phi)+(\varphi-1)}\right]$$

$$\vartheta_y^n = \frac{(1-\phi)[\mu - log(1-\phi)]}{(\sigma+\alpha.\tau)(1-\phi)+(\varphi-1)}$$

Subtraindo (49) de (50):

$$\widehat{mc}_t = \left(\sigma + \alpha.\tau + \frac{\varphi-1}{1-\phi}\right).(y_t - y_t^n) + \alpha.C_G \tag{54}$$

Assim, desvios do custo marginal de *steady state* são proporcionais aos desvios do produto mais a intensidade de bens públicos.

Supõe-se que os preços dos bens são rígidos e segue o mecanismo de estabelecimento de preços *a la* Calvo (1983). Apenas uma proporção δ das firmas ajusta seus preços em um dado momento do tempo, enquanto a proporção $(1-\delta)$ das firmas mantém os preços fixos.

Em um horizonte intertemporal, a firma se posiciona no mercado ajustando preço em um período e mantendo preço inalterado durante o período seguinte observando o ajuste de preços das outras firmas. O não ajuste de preços provoca perdas. O valor esperado dessa perda é dado por:

$$L = \frac{1}{2} E_t \sum_{i=0}^{\infty} \beta^i \left(p_t' - p_{t+j}^*\right) \tag{55}$$

Onde p_t' é o logaritmo do preço fixado em *t*, p_{t+j}^* é o logaritmo do preço que a firma fixaria, caso pudesse ajustar o preço, e β é o fator de desconto.

O problema da firma é minimizar o valor esperado de *L*.

$$\min_{p_t'} \frac{1}{2} \sum_{i=0}^{\infty} (1-\delta)^i.\beta^i.\left(p_t' - p_{t+j}^*\right)^2 \tag{56}$$

Extraindo a condição de primeira ordem na equação anterior, obtemos o preço ajustado das firmas em *t*:

$$p_t' = \sum_{i=0}^{\infty} (1-\delta)^i.\beta^i.\left(p_t' - p_{t+j}^*\right) \tag{57}$$

A equação pode ser apresentada na forma recursiva no seguinte formato:

$$p_t' = [1 - \beta.(1-\delta)].p_t^* + [\beta.(1-\delta)].E_t p_{t+1}' \tag{58}$$

Pela equação anterior percebe-se que as firmas ajustam seus preços *forward looking*.

Sabe-se que o logaritmo do índice geral de preços é determinado pela média ponderada dos preços ajustados em *t* (p_t') e dos que permaneceram iguais ao período anterior (p_{t-1}'):

$$p_t = \delta.p_t' + (1-\delta).p_{t-1} \tag{59}$$

Colocando p_t' em evidência e substituindo em (58), obtemos:

$$\frac{p_t - (1-\delta).p_{t-1}}{\delta} = [1 - \beta.(1-\delta)].p_t^* + [\beta.(1-\delta)].E_t\left(\frac{p_{t+1} - (1-\delta)p_t}{\delta}\right) \tag{60}$$

Somando e subtraindo $\delta.p_t$ no segundo membro e fazendo manipulações, podemos obter:

$$\pi_t = \beta.E_t\pi_{t+1} + d.(p_t^* - p_t) \tag{61}$$

Onde,

$$d \equiv \left(\frac{\delta}{1-\delta}\right).[1 - \beta.(1-\delta)]$$

$$\pi_t \equiv p_t - p_{t-1}$$

$$E_t\pi_{t+1} \equiv E_t(p_{t+1} - p_t)$$

Em concorrência imperfeita, o logaritmo do preço ótimo (p_t^*) é igual ao logaritmo do custo marginal (cmg) mais o logaritmo do *mark up* (μ): $p_t^* = mc + \mu$. Assim,

$$p_t^* - p_t = mc + \mu - p_t \tag{62}$$

De (62), em *steady-state*:

$$p_t^* - p_t = mc \tag{63}$$

Levando (63) em (61)

$$\pi_t = \beta.E_t\pi_{t+1} + d.mc \tag{64}$$

A partir de (64) observamos o resultado da dinâmica de preços *a la* Calvo, de modo que a inflação é resultado da fixação de preços proporcional ao custo marginal.

Vamos denotar a seguinte especificação para o desvio do produto:

$$\tilde{y}_t \equiv y_t - y_t^n \qquad (65)$$

Combinando a equação de preços *a la* Calvo, equação (64), com (54) e (65):

$$\pi_t = \beta . E_t \pi_{t+1} + d.\kappa_y.\tilde{y}_t + d.\alpha.C_G \qquad (66)$$

Onde,

$$\kappa_y = \left(\sigma + \alpha.\tau + \frac{\varphi - 1}{1-\phi}\right)$$

A equação (66) é a curva de Phillips Novo-Keynesiana incorporada a hipótese de externalidade dos bens públicos. Observe que a equação (66) traz os componentes tradicionais da curva de Phillips Novo-Keynesiana com características *forward-looking* da inflação, o componente de rigidez *a la* Calvo e uma medida do custo marginal real das firmas. Adicionalmente a esta versão apresentada, a oferta do bem público se apresenta sob duas perspectivas, a primeira é o impacto na inclinação com o parâmetro κ_y sendo influenciado pelo termo "$\alpha.\tau$". Assim, na presença de externalidade negativa, quanto maior o impacto do *gap* do produto sobre os gastos públicos, medido pelo parâmetro τ, menos elástica será a curva de Phillips Novo-Keynesiana. A segunda refere-se a um deslocamento da curva com base no componente $d.\alpha.C_G$.

A equação (15) apresentou o conjunto de equações de demanda pelas quais as empresas se deparam. Por ela observou-se que a presença de um bem público com externalidade negativa se refletiu em uma curva de demanda mais elástica. Caso a empresa tome a decisão de aumentar preço, em função de uma perda mais intensa de demanda, isso se refletirá em uma curva de oferta mais inelástica, em função da presença do bem público.

2.3 Equilíbrio Dinâmico

Considere que a taxa natural de juros seja dada por:

$$r_t^n \equiv \rho + \sigma.E_t\{\Delta y_{t+1}^n\} \qquad (67)$$

De (53) podemos obter,

$$E_t\{\Delta y_{t+1}^n\} = \psi_{ya}^n.E_t\{\Delta a_{t+1}\} \qquad (68)$$

Logo,

$$r_t^n = \rho + \sigma.\psi_{ya}^n.E_t\{\Delta a_{t+1}\} \qquad (69)$$

De (69),

$$\rho = r_t^n - \sigma.\psi_{ya}^n.E_t\{\Delta a_{t+1}\} \qquad (70)$$

Levando (70) em (38):

$$y_t = E_t(y_{t+1}) + \frac{\alpha}{\sigma}E_t(\Delta G_{t+1}) - \frac{1}{\sigma}(i_t - E_t(\pi_{t+1}) - r_t^n) + E_t\{\Delta y_{t+1}^n\} \qquad (71)$$

Lembrando que $C_G^\alpha = \tau.y_t^n$, logo, podemos considerar que $\Delta G_{t+1} = \tau.\Delta y_{t+1}^n$. Assim, a equação (71) transforma-se em:

$$\tilde{y}_t = -\frac{1}{\sigma}(i_t - E_t(\pi_{t+1}) - r_t^n) + \left(\frac{\alpha.\tau}{\sigma} + 1\right)E_t(\Delta y_{t+1}^n) \qquad (72)$$

Considere a seguinte regra para a taxa de juros:

$$i_t = \rho + \theta_\pi.\pi_t + \theta_y.\tilde{y}_t + \upsilon_t \qquad (73)$$

Onde υ_t é um componente exógeno com média zero.

Inserindo (73) em (72):

$$\tilde{y}_t = -\frac{1}{(\sigma+\theta_y)}[\rho + \theta_\pi.\pi_t + \upsilon_t - E_t(\pi_{t+1}) - r_t^n] + \left(\frac{\alpha.\tau+\sigma}{\sigma}\right)E_t(\tilde{y}_{t+1}) \qquad (74)$$

Resolvendo o sistema envolvendo as equações (66) e (74):

$$\widetilde{y}_t = \frac{1}{\sigma+\theta_\pi.d.\kappa_y+\theta_y}\left\{\begin{matrix}(\alpha.\tau+\sigma)E_t(\tilde{y}_{t+1})\\ +(1-\beta.\theta_\pi).E_t\pi_{t+1}\\ +(\hat{r}_t^n-\upsilon_t)\\ -\theta_\pi.d.\alpha.C_G\end{matrix}\right\} \quad (75)$$

$$\pi_t = \frac{1}{\sigma+\theta_\pi.d.\kappa_y+\theta_y}\left\{\begin{matrix}(\sigma+\theta_y).\left(\frac{\alpha.\tau+\sigma}{\sigma}\right).E_t(\tilde{y}_{t+1})\\ +\left[\beta(\sigma+\theta_y)+d.\kappa_y\right].E_t\{\pi_{t+1}\}\\ +d.\kappa_y(\hat{r}_t^n-\upsilon_t)\\ +(\sigma+\theta_y).d.\alpha.C_G\end{matrix}\right\} \quad (76)$$

Podemos apresentar o sistema (75) e (76) no formato matricial:

$$\begin{bmatrix}\widetilde{y}_t\\ \pi_t\end{bmatrix} = A_T.\begin{bmatrix}E_t\{(\tilde{y}_{t+1})\}\\ E_t\{\pi_{t+1}\}\end{bmatrix} + \Omega.\begin{bmatrix}-(\theta_\pi.d.\alpha)\\ (\sigma+\theta_y).d.\alpha\end{bmatrix}.C_G+B_T.(\hat{r}_t^n-\upsilon_t) \quad (77)$$

Onde $A_T = \Omega\begin{bmatrix}(\alpha.\tau+\sigma) & (1-\beta.\theta_\pi)\\ (\sigma+\theta_y).\left(\frac{\alpha.\tau+\sigma}{\sigma}\right) & \left[\beta(\sigma+\theta_y)+d.\kappa_y\right]\end{bmatrix}$, com $\Omega = \frac{1}{\sigma+\theta_\pi.d.\kappa_y+\theta_y}$

$$|A_T-\varepsilon.I| = \Omega\begin{bmatrix}(\alpha.\tau+\sigma) & (1-\beta.\theta_\pi)\\ (\sigma+\theta_y).\left(\frac{\alpha.\tau+\sigma}{\sigma}\right) & \left[\beta(\sigma+\theta_y)+d.\kappa_y\right]\end{bmatrix} - \begin{bmatrix}\varepsilon & 0\\ 0 & \varepsilon\end{bmatrix}$$

$$|A_T-\varepsilon.I| = \Omega\begin{bmatrix}(\alpha.\tau+\sigma)-\varepsilon & (1-\beta.\theta_\pi)\\ (\sigma+\theta_y).\left(\frac{\alpha.\tau+\sigma}{\sigma}\right) & \left[\beta(\sigma+\theta_y)+d.\kappa_y\right]-\varepsilon\end{bmatrix}$$

Logo,

$$P(\varepsilon) = \varepsilon^2 + a_1.\varepsilon + a_0 \quad (78)$$

Onde

$$\sigma+\theta_\pi.d.\kappa_y+\theta_y = 1 \quad (79)$$

$$a_1 \equiv -\left[\frac{(\alpha.\tau+\sigma)+\beta(\sigma+\theta_y)+d.\kappa_y}{\sigma+\theta_\pi.d.\kappa_y+\theta_y}\right] \quad (80)$$

$$a_0 \equiv \frac{\alpha.\tau+\sigma}{\sigma+\theta_\pi.d.\kappa_y+\theta_y}.\left\{(\sigma+\theta_y).\left[\frac{\beta(\sigma+\theta_\pi)-1}{\sigma}\right]+d.\kappa_y\right\} \quad (81)$$

A estabilidade das raízes inversas do polinômio característico pode ser verificada de acordo com o seguinte entendimento:

(i) Se todas as raízes do polinômio característico se encontrarem dentro do círculo unitário, o sistema será estável, uma vez que todas as raízes devem ter módulo menor do que 1 (um);

(ii) Se alguma das raízes do polinômio característico estiverem fora do círculo unitário, ou seja, apresentarem módulo maior que 1 (um), o sistema será instável;

(iii) Se, ao menos uma das raízes encontra-se sobre o círculo unitário, então o sistema é não estacionário, podendo apresentar uma trajetória de tendência estocástica ou um processo aleatório.

Dessa forma,

$$|a_0| < 1 \quad (82)$$

$$|a_1| < 1 + a_0 \quad (83)$$

Da condição (83), temos

$$\left|-\left[\frac{(\alpha.\tau+\sigma)+\beta(\sigma+\theta_y)+d.\kappa_y}{\sigma+\theta_\pi.d.\kappa_y+\theta_y}\right]\right| < 1 + \frac{\alpha.\tau+\sigma}{\sigma+\theta_\pi.d.\kappa_y+\theta_y}.\left\{(\sigma+\theta_y).\left[\frac{\beta(\sigma+\theta_\pi)-1}{\sigma}\right] + d.\kappa_y\right\} \quad (84)$$

Lembre-se da equação (79), onde foi assumido $\sigma + \theta_\pi.d.\kappa_y + \theta_y = 1$, logo, reescrevendo (84) assumindo $\sigma = 1$, temos:

$$\beta\left[\alpha\tau.(\theta_\pi - 1) + (\theta_y - \theta_\pi)\right] < 1 \quad (85)$$

A equação (85) é a condição de estabilidade necessária para a estacionariedade, ou melhor, para que todas as raízes do polinômio característico se encontrem dentro do círculo unitário e assim o sistema seja considerado estável. Com (85) podemos estabelecer duas hipóteses:

(i) Para $\alpha = 0$, obtemos:

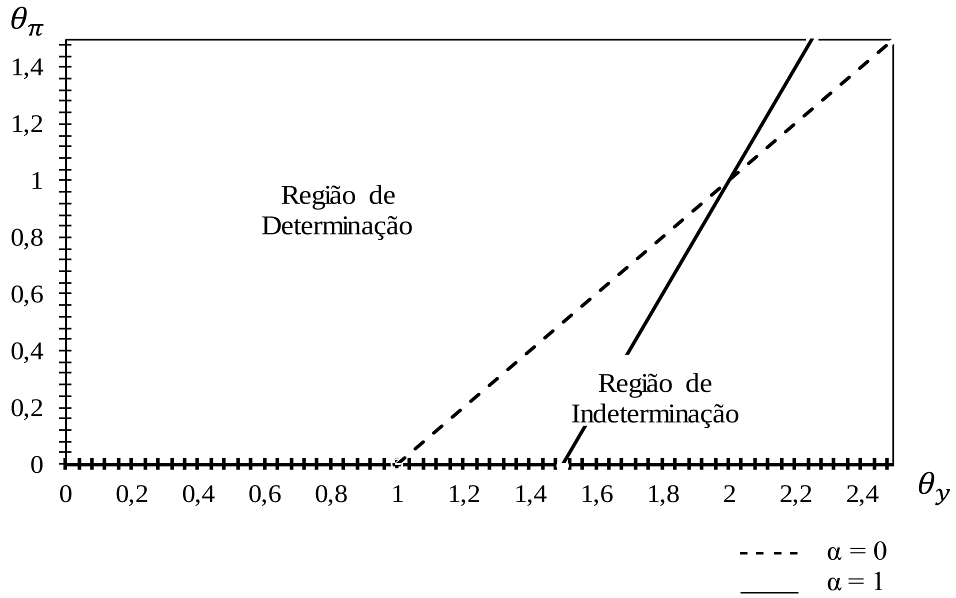
$$\theta_y < \frac{1}{\beta} + \theta_\pi \quad (86)$$

(ii) Para $\alpha = 1$, obtemos:

$$\theta_y < \frac{1}{\beta} + \theta_\pi.(1-\tau) + \tau \quad (87)$$

A Figura 1 ilustra regiões para os parâmetros θ_y e θ_π associadas as condições de estabilidade (86) e (87). Os resultados foram obtidos com as seguintes hipóteses $\beta = 0{,}99$ e $\tau = 0{,}5$. A região determinada e que garante a estabilidade do sistema envolvendo as equações (75) e (76) está à esquerda das retas limites para os valores calculados. Para $\alpha = 0$ o parâmetro θ_y é mais restrito comparativamente a situação onde $\alpha = 1$.

Figura 1: Regiões de Determinação e Indeterminação para Regra de Taxa de Juros



Fonte: Elaboração Própria.

A intuição associada às condições (86) e (87) se reflete para a regra de política monetária – equação (73) – em relação aos pesos dados para a inflação e produto.

Observe, de acordo com a Figura 1, que os pesos dados para ambas as variáveis dependem de uma composição de ambos os parâmetros. O resultado traz um importante *insight* para a formulação de política monetária que busca estabilizar choques fiscais associados a externalidade negativa. Como será discutido no capítulo seguinte, embora a autoridade monetária possa estabelecer uma composição de valores para θ_y e θ_π, deve-se avaliar ainda os efeitos que tal composição exerce sobre a taxa nominal de juros.

3. Choque nos Gastos Públicos e *Design* de Política Monetária

De acordo com a equações (73), (75) e (76) podemos estabelecer a seguinte relação entre i_t e $C_{G,t}$:

$$i_t = \rho + \theta_\pi . f_\pi^i . C_{G,t} + \theta_y . f_y^i . C_{G,t} + v_t \quad (88)$$

Pelas equações (75) e (76) temos:

$$f_\pi^i = \frac{\partial \pi_t}{\partial C_G} = \frac{(\sigma+\theta_y).d.\alpha}{\sigma+\theta_\pi.d.\kappa_y+\theta_y} \quad (89)$$

$$f_y^i = \frac{\partial \widetilde{y_t}}{\partial C_G} = -\frac{\theta_\pi.d.\alpha}{\sigma+\theta_\pi.d.\kappa_y+\theta_y} \quad (90)$$

Visto que há uma relação de longo prazo entre a taxa nominal de juros (regra de política monetária) e o consumo de bens públicos, podemos estimar a relação de longo prazo entre i_t e $C_{G,t}$ com base na equação (88)

$$i_t = \rho + \left(\theta_\pi . f_\pi^i + \theta_y . f_y^i\right) . C_{G,t} + v_t \quad (91)$$

Com base em (89) e (90), a equação (91) pode ser apresentada da seguinte forma:

$$i_t = \rho + \left(\frac{\theta_\pi.d.\alpha.\sigma}{\sigma+\theta_\pi.d.\kappa_y+\theta_y}\right) . C_{G,t} + v_t$$

Ou,

$$i_t = \rho + \Omega_i . C_{G,t} + v_t \quad (92)$$

Onde, $\Omega_i \equiv \left(\frac{\theta_\pi.d.\alpha.\sigma}{\sigma+\theta_\pi.d.\kappa_y+\theta_y}\right)$

Pode-se extrair uma equação dinâmica a partir da equação (92):

$$i_{t+1} = \Omega_i . C_{G,t+1} + \Omega_i . C_{G,t} + \eta . i_t + u_{t+1} \quad (93)$$

Rearranjando e reparametrizando (93), obtém-se:

$$\Delta i_{t+1} = \Omega_i . \Delta C_{G,t+1} - (1-\eta) . \hat{u}_t + u_{t+1}$$

Ou,

$$\Delta i_{t+1} = \Omega_i . \Delta C_{G,t+1} - (1-\eta) . \left(i_t - \rho - \hat{\Omega}_i . C_{G,t}\right) + u_{t+1} \quad (94)$$

Se existe equilíbrio para qualquer período de tempo, então $\left(i_t - \rho - \hat{\Omega}_i . C_{G,t}\right) = 0$. Para períodos de desequilíbrio, este termo é diferente de zero e mensura a distância que o sistema está de seu equilíbrio no período *t+1*. Assim, $(1-\eta)$ fornece informações sobre o processo de ajustamento da variável i_t ou sobre sua resposta ao desequilíbrio. A análise dos determinantes do mecanismo de correção de erros é valiosa para a proposta do trabalho, uma vez que na presença de choques fiscais acompanhados por externalidade negativa, a autoridade monetária deve optar pelo *design* de política monetária com maior velocidade de ajustamento. Dessa forma, em (94), com $\Delta i_{t+1} = u_{t+1}$, temos:

$$\Omega_i . \Delta C_{G,t+1} = (1-\eta) . \left(i_t - \rho - \hat{\Omega}_i . C_{G,t}\right) \quad (95)$$

Como $\hat{u}_t = i_t - \rho - \hat{\Omega}_i . C_{G,t}$ e $E_t\left[\Delta C_{G,t+1}\right] = E_t[\hat{u}_t]$, a equação (95) reduz-se em:

$$(1-\eta) = \Omega_i \quad (96)$$

Lembre-se que $\Omega_i \equiv \left(\frac{\theta_\pi.d.\alpha.\sigma}{\sigma+\theta_\pi.d.\kappa_y+\theta_y}\right)$, assim:

$$(1-\eta) = \left(\frac{\theta_\pi.d.\alpha.\sigma}{\sigma+\theta_\pi.d.\kappa_y+\theta_y}\right) \quad (97)$$

Pelo resultado da equação (97) podemos inferir a respeito do impacto do *design* de política monetária sobre o mecanismo de correção de erros. Sabe-se que quanto menor o termo $(1-\eta)$, menor a velocidade de ajustamento da taxa nominal de juros frente ao seu equilíbrio de longo prazo. Observe que quanto maior o parâmetro θ_y, menor a velocidade de ajustamento da taxa nominal de juros. De modo que caso a autoridade monetária defina um peso maior para o *gap* do produto no *design* de política monetária, deve-se esperar uma intensidade mais duradoura para a taxa nominal de juros em reposta a um choque fiscal. Em relação ao parâmetro θ_π, exige-se um esforço adicional afim de entender o seu impacto no mecanismo de correção de erros. O parâmetro θ_π tem efeitos no numerador e denominador. O efeito no denominador é influenciado pela inclinação da curva de Phillips, $d.\kappa_y$. Lembre-se que $\kappa_y = \left(\sigma + \alpha.\tau + \frac{\varphi-1}{1-\phi}\right)$. Observe que a inserção do parâmetro que mensura o perfil do choque fiscal, na presença de externalidade negativa, altera a inclinação da curva de Phillips na intensidade do parâmetro τ. Assim, quanto maior for a resposta do gasto público ao aumento do *gap* do produto de *steady sate*, mais inclinada a curva de Phillips, reduzindo o impacto positivo do parâmetro θ_π sobre o mecanismo de correção de erros. Passamos agora a avaliar os choques fiscais sobre o modelo apresentado. A Tabela 1 mostra os valores calibrados dos parâmetros necessários para testarmos o modelo.

Tabela 1: Parâmetros Calibrados

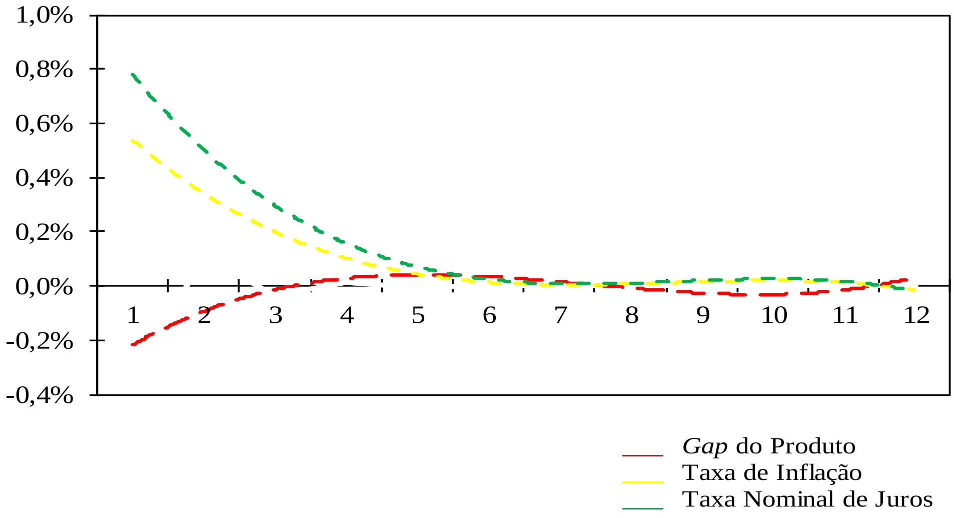
Parâmetro	Definição	Valor
σ	Parâmetro de Preferência por Consumo	1,000
φ	Parâmetro desutilidade do fator mão-de-obra	1,000
β	Parâmetro Fator de Desconto	0,999
ϕ	Parâmetro de intensidade do fator trabalho na função de produção	0,333
θ_y	Sensibilidade da Regra de Política Monetária ao Produto	0,125
θ_π	Sensibilidade da Regra de Política Monetária a Inflação	1,500
τ	Sensibilidade do Gasto Público ao *Gap* do Produto	0,500
α	Externalidade do Gasto Público	1,000
δ	Parâmetro de Rigidez de preços	0,500

Fonte: Elaboração Própria.

Em (75) e (76) para $\alpha = 0$, temos $\frac{\partial \widetilde{y_t}}{\partial C_G} = 0$ e $\frac{\partial \pi_t}{\partial C_G} = 0$. Para $\alpha = 1$, temos $\frac{\partial \widetilde{y_t}}{\partial C_G} < 0$ e $\frac{\partial \pi_t}{\partial C_G} > 0$. Assim, se a oferta do bem público gera uma externalidade nula, os efeitos sobre o *gap* do produto e na taxa de inflação são nulos. Ao contrário, na presença de uma externalidade negativa, a oferta do bem público proporciona um impacto negativo no *gap* do produto e positivo na taxa de inflação. Em função disso, as simulações levaram em consideração cenários para $\alpha = 1$, onde choques fiscais positivos produzem externalidade negativa no consumo privado e, por conseguinte transmitem efeitos para o *gap* do produto e para taxa de inflação. A Figura 1 apresenta a resposta de um choque de 1% nos gastos públicos sobre o *gap* do produto, a taxa de inflação e a taxa nominal de juros (regra de política monetária).

Os resultados revelam que a inflação reage positivamente e o *gap* do produto negativamente, e por consequência, por conta da regra de política monetária, a taxa nominal de juros responde positivamente. Em relação a velocidade de ajustamento, o choque no *gap* do produto se dissipa cerca de dois períodos antes do ajustamento da taxa de inflação e da taxa de juros.

Figura 1: Resposta para um choque de 1% nos Gastos Públicos com externalidade negativa do Bem Público

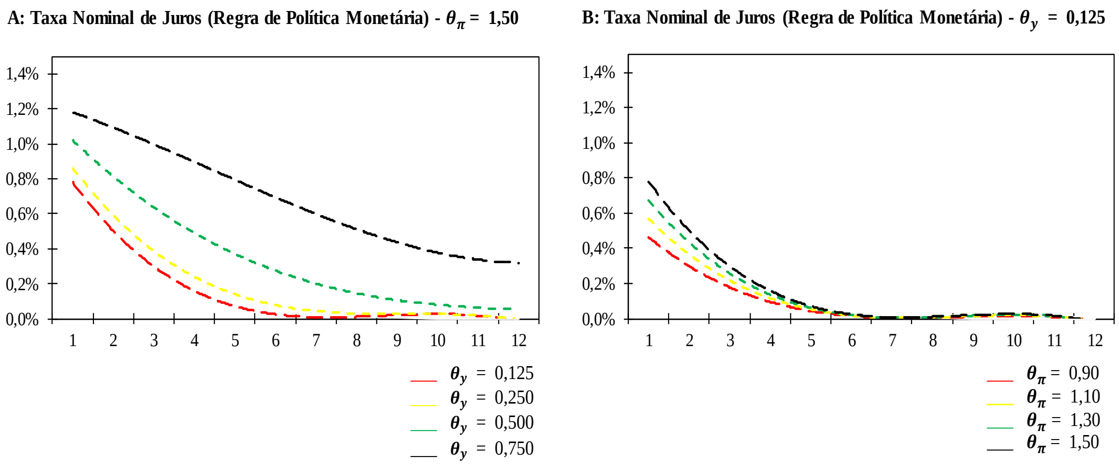


Fonte: Elaboração Própria.

A análise do mecanismo de correção de erros mostrou que o *design* de política monetária pode explicar a velocidade de ajustamento da taxa nominal de juros frente a um desvio do ponto de *steady-state*. Em função do mecanismo de transmissão associado ao choque fiscal com externalidade negativa, a autoridade monetária deverá estabelecer uma composição dos parâmetros θ_y e θ_π que busque estabilizar o *gap* do produto e a taxa de inflação. O horizonte de ajustamento da taxa nominal de juros será mais duradouro quanto maior o parâmetro θ_y. Ao contrário, quanto maior o parâmetro θ_π, maior a velocidade de ajustamento da taxa nominal de juros, porém, tal efeito é reduzido, quanto mais inclinada a curva de Phillips, sendo que tal inclinação, na presença de externalidade negativa, é influenciada também pela magnitude do parâmetro τ.

A Figura 2 traz a resposta da taxa nominal de juros para um choque de 1% nos gastos públicos para diferentes composições no *design* de política monetária.

Figura 2: Resposta para um choque de 1% nos Gastos Públicos com diferentes valores para θ_y e θ_π na Regra de Política Monetária



Fonte: Elaboração Própria.

O Gráfico A na Figura 1 traz diferentes valores para o parâmetro θ_y, mantendo fixo o valor do parâmetro θ_π no valor considerado na Tabela 1. O Gráfico B altera os valores do parâmetro θ_π deixando o valor de θ_y fixo na magnitude apresentada na Tabela 1. Os resultados mostram que quanto maior o valor de θ_y maior o tempo de duração do ajuste da taxa nominal de juros (Gráfico A), enquanto alterações no parâmetro θ_π (Gráfico B) não produzem mudanças significativas no horizonte de ajustamento da taxa nominal de juros.

A explicação para a limitação no *design* de política monetária associado ao parâmetro θ_π é a rigidez de preços dos bens públicos. A dificuldade no estabelecimento dos preços dos bens públicos relaciona-se com a dificuldade do *policy maker* fiscal não identificar a preferência revelada dos agentes pelo bem público.

Com bens públicos, um problema surge devido ao fato dos agentes não serem forçados a revelar suas preferências. Se um indivíduo deseja adquirir um bem privado, ele tem que revelar sua preferência no mercado, senão será excluído de consumir o bem. Contudo face a um bem público, se o agente perceber que ele é apenas um dos muitos interessados no consumo do mesmo, ele será estimulado a não revelar sua preferência. Ele sabe que o bem público provavelmente será oferecido de qualquer forma, e pode apresentar um interesse menor daquele que realmente tem. E se as preferências individuais não são reveladas, a possibilidade de uma solução através do mecanismo do mercado se torna pouco provável.

4. Considerações Finais

Inferir o impacto de choques fiscais na condução da política monetária a luz do paradigma Novo-Keynesiano remonta para a análise do *trade-off* renda-lazer. Espera-se que a redução no consumo privado acompanhado por uma expansão na oferta de mão-de-obra, por conta dos impulsos fiscais, deva gerar impulsos monetários, tendo em vista uma regra de política monetária que busca estabilizar a inflação e o produto.

Contudo, a tentativa de avaliar o efeito da externalidade dos bens públicos na função reação da autoridade monetária apresenta uma nova percepção frente ao *design* de política monetária. A introdução de uma função utilidade com propriedades no consumo de bens públicos a partir dos princípios da não-exclusão e não-rivalidade se refletiu em um redesenho da estrutura Novo-Keynesiana com a adição de um componente fiscal na curva IS dinâmica, bem como a identificação de um parâmetro fiscal na determinação da curva de Phillips Novo-Keynesiana.

O debate associado aos determinantes do formato da curva de Phillips Novo-Keynesiana associa características *forward-looking* da inflação com o componente de rigidez *a la* Calvo e uma medida do custo marginal real das firmas. O esforço metodológico apresentado no trabalho associa a composição do gasto público como um fator a ser considerado, haja vista a dificuldade do governo na identificação da preferência revelada dos indivíduos pelo bem público.

As características na oferta de bens públicos, bem como seus efeitos na produção de externalidades, abrem um debate a respeito da composição do gasto público e sua influência no *design* de política monetária. A característica de um bem público está associada a capacidade do governo conseguir determinar a preferência revelada do preço do bem público que será ofertado. Assim, a preferência revelada de um bem público puro parece ser muito mais previsível comparativamente a bens semi-públicos e bens públicos privados. A inserção de choques fiscais associados a produção de externalidade negativa ascende o debate a respeito da capacidade da política monetária preservar a estabilidade do sistema de preços quando a composição da despesa pública exibe uma oferta de bens públicos com características próximas aos bens ofertados pelo sistema de mercado.

A ausência de distúrbios no *gap* do produto, na taxa de inflação e na taxa nominal de juros, sob a hipótese da ausência de externalidade negativa na oferta do bem público, se justifica simplesmente pela não alteração no sistema de preços quando as características do choque fiscal está associada a um bem público puro, onde a impossibilidade do mesmo ser ofertado pelo sistema de mercado facilita identificar a preferência revelada dos indivíduos. Ao contrário, o choque fiscal associado a geração de externalidade negativa ao alterar o sistema de preços produziu um choque negativo no *gap* do produto, positivo na taxa de inflação e na taxa nominal de juros. Em função do distúrbio produzido, a capacidade da política monetária em promover o ajuste frente a tal choque se reduz tendo em vista os limites do *design* para a regra de política monetária influenciado pela inclinação da curva de Phillips Novo-Keynesiana com seu componente fiscal.

Referências

ASCHAUER, D. Fiscal policy and aggregate demand. **American Economic Review**, 75(1), 117-127, 1985.

BARRO, R. Output effects of government purchases. **Journal of Political Economy**, 89, 1086-1121, 1981.

BAXTER, M.; KING, R. Fiscal policy in general equilibrium. **American Economic Review**, 83(3), 315-334, 1993.

CALVO, Guillermo A. Staggered prices in a utility-maximizing environment. **Journal of Monetary Economics** 12, 983–998, 1983.

CHRISTIANO, L.; EICHENBAUM, M. Current real business cycle theories and aggregate labor market fluctuations. **American Economic Review**, 82, 430-450, 1992.

CHRISTIANO, L. J; EICHENBAUM, M.; REBELO, S. When is the Government Spending Multiplier Large? **Journal of Political Economy**, 119 (January): 78-121, 2011.

DAVIG, T.; LEEPER, E. M. Monetary-fiscal policy interactions and fiscal stimulus, **European Economic Review**, Elsevier, vol. 55(2), 211-227, 2011.

EGGERTSSON, G.B. What Fiscal Policy Is Effective at Zero Interest Rates. **NBER Macroeconomics Annual**, 25, 59-112, 2011.

FORNI, L.; MONTEFORTE, L.; SESSA, L. The general equilibrium effects of fiscal policy: estimates for the Euro area, **Journal of Public Economics**, 93 (3-4), p. 559-585, 2009.

GALÍ J. **Monetary Policy, Inflation, and the Business Cycle: An Introduction to the New Keynesian Framework**, Princeton University Press, Princeton, 2008, cap. 3.

GALÍ, J.; LÓPEZ-SALIDO, J. D.; VALLÉS, J. Understanding the effects of government spending on consumption. **Journal of the European Economic Association**, 5(1):227-270, 2007.

LEEPER, E.; WALKER, T.; YANG, S. Government investment and fiscal stimulus. **Journal of Monetary Economics,** 57, 1000–1012, 2010.

LEEPER, E.; PLANTE, M.; TRAUM, N. Dynamics of fiscal financing in the United States, **Journal of Econometrics**, 156 (2), p. 304-321, 2010.

MCGRATTAN, E. The macroeconomic effects ofdistortionary taxation. **Journal of Monetary Economics**, 33, 573-601, 1994.

MCGRATTAN, E.; ROGERSON, R.; WRIGHT, R. Na equilibrium model of the business cycle with household production and fiscal policy. **International Economic Review**, 38(2), 267-290, 1997.

SAMUELSON, P. A. The Theory of Public Expenditure and Taxation, em J. Margolis e H. Guitton, eds., **Public Economics**, McMillan, London, pp. 98-123, 1969.

STÄHLER, N.; THOMAS, C. FiMod - A DSGE Model for Fiscal Policy Simulations, **Economic Modelling**, 29 (2), p. 239-261, 2012.

WOODFORD, M. Simple Analytics of the Government Spending Multiplier, **American Economic Journal: Macroeconomics**, 3 (January):1-35, 2011.