

# Acessando aspectos reais da rigidez de salários em um modelo DSGE.

Lucca Simeoni Pavan <sup>\*</sup>      Armando Vaz Sampaio <sup>†</sup>

5 de maio de 2019

Área 6: Macroeconomia. JEL: E13; E24; E32.

## Resumo

O objetivo deste ensaio foi comparar duas formas de se especificar a função objetivo para determinação dos salários em um modelo DSGE. No primeiro modelo, a família determina seu salário considerando seu nível de utilidade gerado (SMETS; WOUTERS, 2003). No outro modelo, a família considera a utilidade marginal que tal salário proporciona (KLIMA et al., 2015). Esta diferença causou mudanças importantes ao analisarmos efeitos de choques exógenos sobre o produto, investimento e nível de salários. Os principais resultados apontam que as funções impulso-resposta mudam significativamente dependendo de como é feita a suposição do comportamento das famílias no mercado de trabalho. Estabelecer que as famílias se preocupam com a utilidade marginal que o salário proporciona, em vez do nível de utilidade que tal salário possibilita, impõe uma rigidez para baixo na trajetória dos salários após um choque tecnológico. Quando ocorre um choque de *mark-up* os modelos também apresentaram diferenças significativas.

**Palavras-chaves:** Macroeconomia. Dinâmica. Rigidez. Salários.

## Abstract

The objective of this paper was to compare two ways of specifying the objective function for wage determination in a DSGE model. In the first model, the family determines its salary considering the utility level generated by the salary (SMETS; WOUTERS, 2003). In the other model, the family considers the marginal utility that such wage provides (KLIMA et al., 2015). This difference caused important changes in the analysis of the effects of exogenous shocks on output, investment, and wage levels. The main results of this study point out that the impulse-response functions change significantly depending on how the assumption of family behavior in the labor market is made. Establishing that households care about the marginal utility that wages provide, instead of the level of utility that such wages make possible, imposes a downward rigidity on the wage trajectory after a technological shock. When a shock of mark-up occurs the models also presented significant differences.

**Key-words:** Macroeconomics. Dynamics. Rigidity. Wages.

---

<sup>\*</sup>Professor substituto na Universidade Tecnológica Federal do Paraná

<sup>†</sup>Professor do Departamento de Economia na Universidade Federal do Paraná.

# 1 Introdução

A macroeconomia se torna mais evidente na sociedade quando a economia enfrenta uma recessão. Neste contexto, algumas questões são levantadas e a responsabilidade de resposta é do economista. Dentre tais questionamentos, indaga-se a respeito de qual deve ser a política econômica a ser adotada. Entre as opções, políticas de mercado de trabalho que modificam a dinâmica dos salários podem ser desenvolvidas.

Em períodos de retração econômica, os formuladores de política se deparam com o seguinte dilema: adotar estratégias de flexibilização do salário, permitindo que o nível salarial diminua em períodos de recessão ou manter o poder de compra das famílias, não permitindo que o nível médio dos salários siga na mesma direção do ciclo econômico. A justificativa para uma política de flexibilização salarial é que, ao se permitir que o salário diminua em um período recessivo, a demanda por trabalho aumentaria, fato que reduziria o desemprego e aumentaria a renda agregada. Isto faria com que a economia retornasse ao seu estado de equilíbrio.

Entretanto, os efeitos da flexibilização salarial na economia dependem da regra de política econômica adotada pela autoridade monetária e dependem também da intensidade com que o banco central responde à inflação (GALÍ; MONACELLI, 2016). Além disso, se a flexibilidade salarial pode reduzir o desemprego em um período recessivo, sua volatilidade excessiva pode reduzir o bem-estar econômico dado o contexto de incerteza gerado pela volatilidade salarial oriunda da flexibilização (GALÍ; MONACELLI, 2016). Com esse efeito ambíguo, o benefício de uma política de flexibilização salarial pode ser obsoleto devido ao efeito negativo da volatilidade de salários sobre o bem-estar econômico. A sensibilidade da perda de bem-estar em relação à desvios de política ótima em um modelo de salários rígidos é elevada (BONDESTAIN; ZHAO, 2017).

Se os salários forem rígidos, uma política monetária expansionista pode reduzir os salários reais, aumentando o emprego e o produto (BARATTIERI; BASU; GOTTSCHALK, 2014). O nível de rigidez salarial varia consideravelmente entre os países e está fortemente relacionado às características econômicas, políticas e sociais de cada país. A rigidez de salários pode variar dentro de cada país, em períodos diferentes. (DICKENS et al., 2006).

A dinâmica dos salários é incorporada aos modelos macroeconômicos sob diversas perspectivas. Gali (2013) comparou um modelo de embasamento clássico em que o salário é igual à produtividade marginal do trabalho com outro modelo em que o salário é determinado pelo nível da demanda. Schmitt-Grohe e Uribe (2006) comparam duas formas de se modelar a determinação de salários na estrutura de Calvo. Um modelo em que cada família oferta monopolisticamente um tipo de trabalho diferenciado. No outro modelo, cada família oferta um trabalho homogêneo que é transformado em trabalho diferenciado por sindicatos de trabalho competindo monopolisticamente. Mineyama (2018) desenvolveu um modelo com trabalhadores heterogêneos em que uma parte dos trabalhadores possuem salários flexíveis e outra parte possui rigidez para baixo de salários nominais (DNWR).

O objetivo deste ensaio foi comparar dois modelos diferentes. Estes modelos se diferenciam na forma com que as famílias determinam seu salário. No primeiro modelo, a família determina so próprio salário considerando seu nível de utilidade gerado (SMETS; WOUTERS, 2003). No outro modelo, a família considera a utilidade marginal que tal salário proporciona (KLIMA et al., 2015). As diferenças na dinâmica do produto, emprego, inflação e salários foram obtidas ao solucionarmos os dois modelos comparativamente.

O primeiro modelo segue a estrutura apresentada em Smets e Wouters (2003). Neste modelo, as famílias determinam seu salário com o objetivo de maximizar a utilidade do consumo proporcionado pelo nível de utilidade proporcionado pelo salário. O segundo modelo, proposto por Klima et al. (2015), estabelece que as famílias determinam um salário considerando o benefício marginal que o salário lhes possibilita.

Como a diferença entre estas duas suposições e as consequências para seus resultados não ficaram evidentes em nenhum dos trabalhos de [Klima et al. \(2015\)](#) ou [Smets e Wouters \(2003\)](#), surge a necessidade de se esclarecer qual a relação entre estas diferentes suposições.

A partir disso, pode-se comparar os resultados auferidos com o modelo de [Smets e Wouters \(2003\)](#) com os resultados do modelo de [Klima et al. \(2015\)](#). Identificou-se diferenças nos efeitos de choques exógenos dadas as diferenças de especificações de determinação de salários dos dois modelos. Quando se altera esta estrutura, uma mesma política gera trajetórias diferentes sobre os agregados econômicos. Isso pode modificar os resultados de políticas econômicas e de bem-estar. Com base nos resultados, pode-se observar que no modelo de [Klima et al. \(2015\)](#), os salários apresentaram uma rigidez para baixo após um choque tecnológico. Também houveram efeitos sobre o consumo e estoque de capital após um choque de *mark-up* de salários. Ambos resultados apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os dois modelos.

Os resultados mostraram que a forma como se determina o comportamento dos agentes impacta nos efeitos de choques sobre a trajetória das variáveis macroeconômicas. O modelo de [Smets e Wouters \(2003\)](#), em geral, gera uma maior volatilidade nas trajetórias das variáveis, uma maior sensibilidade aos choques e uma maior persistência dos efeitos destes choques. Cabe destaque o efeito da alteração do modelo sobre a trajetória de salários, quando a economia sofre um choque tecnológico e sobre a trajetória do consumo e acumulação de capital quando ocorre um choque no *mark-up* dos salários.

Mostrar a diferença dos efeitos da mesma política sobre cada um dos modelos torna possível que o formulador de políticas possa auferir resultados mais confiáveis. Assim, ele pode adequar seu modelo conforme a estrutura que represente melhor seu objeto de estudo. Por exemplo, no caso específico da formulação do problema de determinação dos salários apresentado neste ensaio, os efeitos de um choque tecnológico sobre o nível de salários difere substancialmente entre os dois modelos, pelo menos a curto prazo. Caso a especificação da função objetivo não seja adequada, os resultados de uma simulação de efeitos de políticas sobre a economia podem ficar comprometidos.

## 2 O Modelo

O modelo deste ensaio segue uma estrutura convencional dos modelos DSGE de economia fechada. As famílias escolhem as quantidades de demanda por produtos e de oferta de trabalho que maximizam sua utilidade intertemporal. As famílias são detentoras dos bens de capital e o alugam para as firmas. No mercado de trabalho, uma agência de emprego contrata o trabalho diferenciado, ofertado pelas famílias, tomando o salário como dado. Os salários são determinados pelas famílias em um esquema do tipo Calvo com indexação nominal. As famílias são proprietárias das firmas e maximizam a riqueza dos acionistas. O sistema produtivo é dividido em produção de bens intermediários (insumos) e bens finais.

As autoridades fiscal e monetária completam o modelo. A autoridade fiscal cobra um imposto não distorcivo e realiza gastos de forma exógena. O banco central determina a taxa de juros por meio de uma regra de Taylor expandida. Este modelo possui também, a formação de hábitos de consumo, custo de utilização do capital, custo de ajustamento do investimento e determinação de preços de produtos finais e salários em uma estrutura do tipo Calvo.

### 2.1 Famílias

**O problema do consumidor:** A economia é composta por um *continuum* de famílias indexadas por  $i \in [0, 1]$  que vivem infinitamente e podem ser representadas pela mesma função utilidade. Estas famílias maximizam sua utilidade esperada ao longo do tempo  $U_t(i) = E_t[\sum_{\tau=0}^{\infty} \beta^{\tau} u_{t+\tau}(i)]$ , onde  $\beta$  é o fator de desconto e  $u_t$  é a utilidade instantânea. O objetivo do consumidor pode ser

reescrito na sua forma recursiva:

$$U_t(i) = u_t(i) + \beta E_t[U_{t+1}(i)]. \quad (2.1)$$

A função utilidade  $u$  é separável em consumo  $C$  e trabalho  $L$  e possui a seguinte forma:

$$u_t(i) = \varepsilon_t^\beta \left( \frac{1}{1 - \sigma_c} (C_t(i) - H_t)^{1 - \sigma_c} - \frac{\omega \varepsilon_t^L}{1 + \sigma_l} (L_t(i))^{1 + \sigma_l} \right), \quad (2.2)$$

sendo que o hábito externo de consumo é dado por  $H_t = hC_{t-1}$ , em que  $h$  é a intensidade da formação de hábito. A função utilidade é crescente na diferença entre o consumo corrente e a média do consumo da economia no período anterior.  $\omega$  é o parâmetro de desutilidade do trabalho,  $\sigma_c$  representa o coeficiente de aversão relativa ao risco e  $\sigma_l$  é o recíproco da elasticidade do trabalho em relação ao salário. A função utilidade instantânea da família pode ser afetada por dois tipos de choques de preferências:  $\varepsilon_t^\beta$  que é um choque no fator de desconto e influencia na elasticidade de substituição intertemporal, enquanto  $\varepsilon_t^L$  representa um choque na oferta de trabalho. Os dois choques seguem um processo autorregressivo de primeira ordem com inovações independentes e identicamente distribuídas (i.i.d.):

$$\begin{aligned} \log \varepsilon_t^\beta &= \rho_\beta \log \varepsilon_{t-1} + \eta_t^b, \\ \log \varepsilon_t^L &= \rho_L \log \varepsilon_{t-1}^L + \eta_t^L. \end{aligned}$$

Este problema é resolvido sujeito à uma restrição orçamentária enfrentada pelas famílias e uma equação de transição para o estoque de capital de propriedade das famílias. A restrição orçamentária das famílias possui a seguinte forma:

$$\begin{aligned} C_t(i) + I_t(i) + \frac{B_t(i)}{R_t} &= [W_t(i)L_t(i) + A_t(i)] + [r_t^k z_t(i)K_{t-1}(i) - \Psi(z_t(i))K_{t-1}(i)] + \\ &Div_t(i) + \frac{B_{t-1}(i)}{\pi_t} - T_t. \end{aligned} \quad (2.3)$$

Nesta restrição orçamentária, o salário real  $W_t(i)$  é obtido para cada hora de trabalho ofertada  $L_t(i)$ . Transferências de renda  $A_t(i)$  são realizadas a fim de garantir que os salários sejam igualmente distribuídos entre todas as famílias, sendo assim  $\int A_t(i)di = 0$  em cada período. Isto faz com que a renda  $[W_t(i)L_t(i) + A_t(i)]$  e a utilidade marginal da riqueza sejam iguais entre todos os diferentes tipos de famílias (CHRISTIANO; EICHENBAUM; EVANS, 2005; SMETS; WOUTERS, 2003). Já que o problema descrito é enfrentado por uma família representativa, o fluxo líquido de recursos originados da transferência de renda é igual a zero (KLIMA et al., 2015). O multiplicador de Lagrange associado a esta restrição é  $\lambda_t$ .

O retorno sobre o capital utilizado  $r_t^k z_t(i)$  é descontado pelo custo associado ao nível de utilização do capital  $\Psi(z_t(i))$ . O estoque de capital corrente ofertado pelas famílias é determinado pelo estoque de capital do período anterior  $K_{t-1}(i)$  e pelo nível de utilização de capacidade instalada  $z_t(i)$ .  $Div_t(i)$  são os dividendos pagos pelas firmas,  $\frac{B_{t-1}(i)}{\pi_t}$  são os rendimentos reais de títulos comprados no período anterior e compõe a renda no período corrente.  $\pi_t = \frac{P_t}{P_{t-1}}$  é a taxa de inflação. A renda disponível é dada após o governo descontar um imposto *lump-sum*,  $T_t$ .

O custo da utilização de capital  $\Psi$  é estritamente crescente,  $\Psi' > 0$ , convexo,  $\Psi'' > 0$  e  $\Psi(1) = 0$ . A forma adotada para  $\Psi$  segue Adjemian, Pariès e Moyen (2007) e Klima et al. (2015):

$$\Psi(z_t) = \frac{\bar{r}^k}{\psi} (e^{\psi(z_t-1)} - 1), \quad (2.4)$$

em que  $\bar{r}^k$  é o nível de estado estacionário do retorno sobre o capital e  $\psi$  é um parâmetro de escala.

As famílias alugam seu capital para os produtores à uma taxa  $r_t^k$  definida em um mercado perfeitamente competitivo. As famílias gastam sua renda do trabalho e riqueza financeira em consumo  $C_t(i)$ , investimento  $I_t(i)$  e compram de títulos de um período, com custo de  $\frac{B_t(i)}{R_t}$ .

A equação de transição do capital é:

$$K_t(i) = (1 - \delta)K_{t-1}(i) + \left[ 1 - S\left(\varepsilon_t^I \frac{I_t(i)}{I_{t-1}(i)}\right) \right] I_t(i), \quad (2.5)$$

em que  $\delta$  é a taxa de depreciação do capital e  $I_t$  é o investimento bruto. O multiplicador de Lagrange associado a esta restrição é  $q_t$ . A forma da função custo de ajustamento do investimento é:

$$S(x) = \frac{\varphi}{2}(x - 1)^2, \quad (2.6)$$

em que  $\varphi$  é um parâmetro de escala. Por fim, o  $q$  de Tobin, representado por  $Q$ , é definido como a razão entre os multiplicadores de Lagrange das restrições (2.3) e (2.5).

$$Q_t = \frac{\lambda_t}{q_t}.$$

A oferta de trabalho não aparece no problema do consumidor como variável de controle porque as famílias ofertam um trabalho diferenciado, o que lhes proporciona poder de monopólio. Isto faz com que as famílias decidam seu próprio salário em vez da quantidade ofertada de trabalho. O emprego é determinado pela oferta de trabalho por parte da agência de emprego e pela demanda das firmas.

Em uma economia sem rigidez salarial, os salários podem ser determinados livremente. Entretanto, numa estrutura tipo [Calvo \(1983\)](#) para determinação de salários, a família escolhe seu salário a cada período e o tempo entre duas atualizações de salário é aleatório.

**Estrutura do mercado de trabalho:** As famílias são contratadas competitivamente por uma agência de emprego que agrupa os trabalhadores diferenciados usando a seguinte tecnologia e os transforma em trabalhadores homogêneos. ([ERCEG; HENDERSON; LEVIN, 2000; KLIMA et al., 2015](#)):

$$L_t = \left[ \int_0^1 L_t(i)^{\frac{1}{1+\lambda_w}} di \right]^{1+\lambda_w}. \quad (2.7)$$

Em que  $1 + \lambda_w$  determina a elasticidade de substituição entre os trabalho diferenciado, e por sua vez, compõe o *mark-up* sobre os salários. O problema de maximização do agregador de trabalho é escolher o nível de demanda de trabalho ofertado por cada família tomando o salário,  $W_t(i)$ , como dado:

$$\max_{L_t(i)} W_t L_t - \int_0^1 W_t(i) L_t(i) di.$$

As condições de primeira ordem com respeito à oferta de trabalho de cada família  $i$  estabelecem que:

$$L_t(i) = \left( \frac{W_t(i)}{W_t} \right)^{-\frac{1+\lambda_w}{\lambda_w}} L_t. \quad (2.8)$$

A equação (2.8) estabelece a quantidade de trabalho da família  $i$  que a agência de emprego demanda em resposta ao salário determinado por aquela família. Substituindo (2.8) no problema de maximização da agência de emprego, dada a condição de lucro zero, temos o salário agregado:

$$W_t = \left[ \int_0^1 W_t(i)^{-\frac{1}{\lambda_w}} di \right]^{-\lambda_w}. \quad (2.9)$$

**Determinação dos salários no esquema de Calvo:** As famílias determinam seu salário nominal,  $W_t(i)^N = W_t(i)P_t$  e são divididas em dois grupos. O primeiro grupo recebe um sinal aleatório de que é necessário re-otimizar a escolha de seu salário nominal. A probabilidade de que certa família irá receber este sinal é constante e igual a  $1 - \xi_w$ . O outro grupo de famílias, que não recebeu o sinal, pode indexar parcialmente seu salário nominal à taxa de inflação passada (CHRISTIANO; EICHENBAUM; EVANS, 2005; SMETS; WOUTERS, 2003; KLIMA et al., 2015). Os salários nominais indexados são ajustados conforme:

$$W_t(i)P_t = \left( \frac{P_{t-1}}{P_{t-2}} \right)^{\gamma_w} W_{t-1}(i)P_{t-1}, \quad (2.10)$$

em que  $\gamma_w$  é o grau de indexação do salário nominal. Se  $\gamma_w = 1$ , a indexação é perfeita. Se  $\gamma_w = 0$ , o salário nominal permanece constante até receber o sinal para re-otimização. Isso implica que, se uma família não puder re-otimizar seu salário por  $\tau$  períodos, seu salário real normalizado após  $\tau$  períodos seria igual a:

$$W_{t+\tau}(i) = \left( \prod_{s=1}^{\tau} \frac{\pi_{t+s-1}^{\gamma_w}}{\pi_{t+s}} \right) W_t(i). \quad (2.11)$$

Se substituirmos (2.11) em (2.8)  $\tau$  períodos à frente temos:

$$L_{t+\tau}(i) = \left( \left( \prod_{s=1}^{\tau} \frac{\pi_{t+s-1}^{\gamma_w}}{\pi_{t+s}} \right) \frac{W_t(i)}{W_{t+\tau}} \right)^{-\frac{1+\lambda_w}{\lambda_w}} L_{t+\tau}. \quad (2.12)$$

No modelo de Smets e Wouters (2003), o problema de maximização das famílias que receberam um sinal para re-otimização de seus salários nominais é:

$$\max_{W_t(i)} V_t(i) = E_t \left[ \sum_{\tau=0}^{\infty} (\beta \xi_w)^\tau \left[ \underbrace{\varepsilon_{t+\tau}^\beta \left( \frac{1}{1-\sigma_c} (C_{t+\tau}(i) - H_{t+\tau})^{1-\sigma_c} - \frac{\omega \varepsilon_{t+\tau}^L}{1+\sigma_l} (L_{t+\tau}(i))^{1+\sigma_l} \right)}_{\text{nível de utilidade (SMETS; WOUTERS, 2003)}} \right] \right], \quad (2.13)$$

em que a família considera o nível de utilidade que o consumo lhe proporciona. Os termos destacados nas funções objetivo (2.13) e (2.14) são o ponto de distinção entre os dois modelos analisados.

A função objetivo para determinação dos salários no modelo de Klima et al. (2015) é:

$$\max_{W_t(i)} V_t^{Klima}(i) = E_t \left[ \sum_{\tau=0}^{\infty} (\beta \xi_w)^\tau \left[ \underbrace{\lambda_{t+\tau}(i) \left( \prod_{s=1}^{\tau} \frac{\pi_{t+s-1}^{\gamma_w}}{\pi_{t+s}} \right) W_t(i) L_t(i)}_{\text{benefício marginal do salário (KLIMA et al., 2015)}} - \omega \frac{\varepsilon_{t+\tau}^\beta \varepsilon_{t+\tau}^L}{1+\sigma_l} (L_{t+\tau}(i))^{1+\sigma_l} \right] \right], \quad (2.14)$$

em que  $\lambda_{t+\tau}(i)$  é o multiplicador de Lagrange do problema do consumidor e representa a utilidade marginal do consumo. As famílias olha para o benefício marginal do salário quando o determinam.

Na equação (2.13), a condição de equilíbrio no problema de determinação de salários estabelece que a utilidade marginal do salário deva ser igual à desutilidade marginal do trabalho gerada para obter aquele salário. No modelo de Klima et al. (2015), as famílias observam se o benefício marginal do consumo é crescente ou não, quando determinam seu salário.

Substituindo (2.12) em (2.3) o termo referente aos rendimentos do trabalho se torna:

$$W_{t+\tau}(i) L_{t+\tau}(i) = \left( \left( \prod_{s=1}^{\tau} \frac{\pi_{t+s-1}^{\gamma_w}}{\pi_{t+s}} \right) W_t(i) \right)^{-\frac{1}{\lambda_w}} \left( \frac{1}{W_{t+\tau}} \right)^{-\frac{1+\lambda_w}{\lambda_w}} L_{t+\tau}.$$

As condições de primeira ordem implicam que:

$$E_t \left[ \sum_{\tau=0}^{\infty} (\beta \xi_w)^\tau \left[ \varepsilon_{t+\tau}^\beta \left( \frac{1}{\lambda_w} \left( \prod_{s=1}^{\tau} \frac{\pi_{t+s-1}^{\gamma_w}}{\pi_{t+s}} \right) L_{t+\tau}(i) (C_{t+\tau}(i) - H_{t+\tau})^{-\sigma_c} \right) \right] \right] =$$

$$E_t \left[ \sum_{\tau=0}^{\infty} (\beta \xi_w)^\tau \left[ \varepsilon_{t+\tau}^\beta \left( \left( \prod_{s=1}^{\tau} \frac{\pi_{t+s-1}^{\gamma_w}}{\pi_{t+s}} \right) \frac{1}{W_{t+\tau}} \right) \left( \frac{1 + \lambda_w}{\lambda_w} \left( \left( \prod_{s=1}^{\tau} \frac{\pi_{t+s-1}^{\gamma_w}}{\pi_{t+s}} \right) \frac{W_t(i)}{W_{t+\tau}} \right)^{-\frac{1+2\lambda_w}{\lambda_w}} L_{t+\tau} \omega \varepsilon_{t+\tau}^L (L_{t+\tau}(i))^{\sigma_l} \right) \right] \right]$$

Agora chamemos o lado esquerdo da igualdade acima de  $f_t^1$  e o termo do lado direito de  $f_t^2$ , podemos escrever ambos os lados em suas formas recursivas (SCHMITT-GROHE; URIBE, 2004; KLIMA et al., 2015). O termo  $f_1$  representa a utilidade marginal do salário de cada período, somadas e descontadas pela taxa de inflação e pelo parâmetro de desconto subjetivo  $\beta$ . Este termo pode ser interpretado como os benefícios que o agente leva em consideração ao determinar seu salário, que serão comparados com os custos desta escolha.

$$f_t^1 = E_t \left[ \sum_{\tau=0}^{\infty} (\beta \xi_w)^\tau \left[ \varepsilon_{t+\tau}^\beta \left( \frac{1}{\lambda_w} \left( \prod_{s=1}^{\tau} \frac{\pi_{t+s-1}^{\gamma_w}}{\pi_{t+s}} \right) L_{t+\tau}(i) (C_{t+\tau}(i) - H_{t+\tau})^{-\sigma_c} \right) \right] \right],$$

que na forma recursiva fica:

$$f_t^1 = \left[ \varepsilon_t^\beta \left( \frac{1}{\lambda_w} L_t(i) (C_t(i) - H_t)^{-\sigma_c} \right) \right] + \beta \xi_w E_t \frac{\pi_t^{\gamma_w}}{\pi_{t+1}} f_{t+1}^1.$$

O termo  $f_2$  representa a desutilidade marginal do trabalho de cada período, somadas e descontadas à taxa de inflação e à taxa de desconto subjetivo  $\beta$ . Este termo pode ser interpretado como os custos subjetivos que o agente leva em conta ao escolher seu salário. Portanto, o salário ótimo escolhido pelo agente é aquele salário que iguala os benefícios marginais com os custos marginais gerados por aquele salário.

$$f_t^2 = E_t \left[ \sum_{\tau=0}^{\infty} (\beta \xi_w)^\tau \left[ \varepsilon_{t+\tau}^\beta \left( \left( \prod_{s=1}^{\tau} \frac{\pi_{t+s-1}^{\gamma_w}}{\pi_{t+s}} \right) \frac{1}{W_{t+\tau}} \right) \left( \frac{1 + \lambda_w}{\lambda_w} \left( \left( \prod_{s=1}^{\tau} \frac{\pi_{t+s-1}^{\gamma_w}}{\pi_{t+s}} \right) \frac{W_t(i)}{W_{t+\tau}} \right)^{-\frac{1+2\lambda_w}{\lambda_w}} \right. \right. \right. \\ \left. \left. \left. L_{t+\tau} \omega \varepsilon_{t+\tau}^L (L_{t+\tau}(i))^{\sigma_l} \right) \right] \right],$$

que na forma recursiva fica:

$$f_t^2 = \left[ \varepsilon_t^\beta \left( \frac{1}{W_t} \right) \left( \frac{1 + \lambda_w}{\lambda_w} \left( \frac{W_t(i)}{W_t} \right)^{-\frac{1+2\lambda_w}{\lambda_w}} L_t \omega \varepsilon_t^L (L_t(i))^{\sigma_l} \right) \right] + \beta \xi_w E_t \left( \frac{\pi_t^{\gamma_w}}{\pi_{t+1}} \right)^{-\frac{1+\lambda_w}{\lambda_w}} f_{t+1}^2.$$

Supondo que o mercado de trabalho seja completo<sup>1</sup>, as famílias estabelecem o mesmo salário, portanto  $W_t(i) = W_t^*$ . Com isso a equação (2.8) pode ser escrita como:

$$L_t^{*d} = \left( \frac{W_t^*}{W_t} \right)^{-\frac{1+\lambda_w}{\lambda_w}} L_t.$$

<sup>1</sup> Por mercado de trabalho completo entende-se que não existe custo de transação na definição dos salários e que não existe desemprego. Um mercado completo é um sistema de mercados em que cada agente está apto em comercializar cada bem, direta ou indiretamente, com outro agente (FLOOD, 1991).

Em que  $L_t^{*d}$  é a quantidade ótima de trabalho demandada pela agência (ofertada pelas famílias). Portanto, o nível de demanda por trabalho é função da quantidade de trabalho agregado,  $L_t$ , e da relação entre salário ótimo e salário agregado, dado o *mark-up* de salários. De forma intuitiva, esta equação revela que quanto maior for o nível de salário ótimo determinado pelas famílias, menor será a demanda de trabalho por parte da agência de emprego. As condições de primeira ordem do problema de determinação dos salários se tornam:

$$f_t^1 = \frac{\lambda_t}{\lambda_w} L_t^{*d} + \beta \xi_w E_t \frac{\pi_t^{\gamma_w}}{\pi_{t+1}} f_{t+1}^1,$$

$$f_t^2 = \varepsilon_t^\beta \left( \frac{1 + \lambda_w}{\lambda_w} \right) \frac{\omega \varepsilon_t^L (L_t^{*d})^{1+\sigma_l}}{W_t^*} + \beta \xi_w E_t \left( \frac{\pi_t^{\gamma_w}}{\pi_{t+1}} \right)^{-\frac{1+\lambda_w}{\lambda_w}} f_{t+1}^2$$

e

$$f_1 = f_2.$$

Estas duas equações acima são diferentes em relação à determinação dos salários no modelo de [Klima et al. \(2015\)](#). Esta diferença surge com a forma de se especificar a função de utilidade no problema de determinação dos salários como comentado anteriormente. Neste caso, quanto ao lado esquerdo da condição de primeira ordem (C.P.O.) do problema de determinação de salários, as famílias olham para o benefício marginal relativo de ofertar uma unidade de trabalho medido em unidades de salário agregado corrente. O lado direito da C.P.O. nos diz que as famílias também levam em conta a desutilidade marginal do trabalho em relação ao nível de salário ótimo.

Esta nova C.P.O. implica que as famílias, ao determinarem o nível ótimo de salários, comparam a utilidade marginal do consumo em termos de salário agregado corrente e a desutilidade marginal do trabalho em termos de salário ótimo. Um choque de ineficiência no mercado de trabalho ( $\eta_t^w$ ) pode ser inserido na condição de primeira ordem do mercado de trabalho na forma  $f_1 = f_2 + \eta_t^w$  ([KLIMA et al., 2015](#)).

O salário ótimo  $W_t^*$  dado por  $f^1$  e  $f^2$  é determinado por todas as famílias que receberam o sinal para re-otimização. Para o restante das famílias que não receberam o sinal, o salário é definido pelo seu valor no período anterior e pela inflação, como em (2.11). Desde que o salário seja representado por uma função do tipo Dixit-Stiglitz ([DIXIT; STIGLITZ, 1977](#)), podemos escrever a evolução do salário agregado (2.9) em duas partes :

$$W_t^{-\frac{1}{\lambda_w}} = \xi_w \left( \frac{\pi_{t-1}^{\gamma_w}}{\pi_t} \right)^{-\frac{1}{\lambda_w}} W_{t-1}^{-\frac{1}{\lambda_w}} + (1 - \xi_w) W_t^{*- \frac{1}{\lambda_w}}, \quad (2.15)$$

que pode ser rearranjado para:

$$1 = \xi_w \left( \frac{\pi_{t-1}^{\gamma_w}}{\pi_t} \right)^{-\frac{1}{\lambda_w}} \left( \frac{W_{t-1}}{W_t} \right)^{-\frac{1}{\lambda_w}} + (1 - \xi_w) (\pi_t^{*w})^{-\frac{1}{\lambda_w}}, \quad (2.16)$$

em que  $\pi_t^{*w} = \frac{W_t^*}{W_t}$  é a razão entre salário ótimo e nível médio de salário. Se  $\pi_t^{*w} > 1$ , o nível de salário ótimo determinado pelas famílias está acima do nível de salário médio.

Na determinação do equilíbrio do mercado de trabalho, podemos introduzir um índice de dispersão dos salários,  $\nu_t^w$ , que relaciona o trabalho agregado ofertado pelas famílias e o trabalho agregado ofertado pela agência. Integrando os dois lados de (2.8) resulta na seguinte condição:

$$\int_0^1 L_t(i) di = \left( \int_0^1 \left( \frac{W_t(i)}{W_t} \right)^{-\frac{1+\lambda_w}{\lambda_w}} di \right) L_t. \quad (2.17)$$



Sendo o índice de dispersão dos salários  $\nu_t^w = \int_0^1 \left( \frac{W_t(i)}{\bar{W}_t} \right)^{-\frac{1+\lambda_w}{\lambda_w}} di$ . Representando o total de trabalho ofertado pelas famílias por  $L_t^s = \int_0^1 L_t(i) di$ , temos:

$$L_t^s = \nu_t^w L_t. \quad (2.18)$$

Caso a medida de dispersão dos salários seja maior que a unidade, o montante agregado de trabalho ofertado pelas famílias será maior que a quantidade de trabalho agregado ofertado pela agência de emprego. Isto implica em desemprego de mão-de-obra, pois a agência não realocará para a produção toda a mão-de-obra disponibilizada pelas famílias,  $L_t^s$ .

## 2.2 Firmas

As famílias são donas de todas as firmas e maximizam o valor presente dos lucros,  $\Pi_t$ , ajustado pelo fator de desconto e taxa marginal de substituição intertemporal:

$$E_t \left[ \sum_{\tau=0}^{\infty} \beta^\tau \frac{\lambda_{t+\tau}}{\lambda_t} \Pi_{t+\tau} \right].$$

Esta especificação do problema das firmas considera a suposição de que nos períodos em que o consumo das famílias é baixo (utilidade marginal do consumo alta), o lucro naquele período tem maior importância para as firmas. Por outro lado, nos períodos em que o consumo das famílias é alto (utilidade marginal do consumo baixa), o lucro naquele período tem uma importância relativa menor.

**Produção de bens finais:** As firmas produtoras de bens finais enfrentam uma estrutura de mercado perfeitamente competitivo. Elas combinam um *continuum* de bens intermediários diferenciados,  $Y_t(j)$ , com  $j \in [0, 1]$  gerando um bem final  $Y_t$ . Estes bens finais são vendidos para as famílias. As famílias podem usar este bem final tanto para consumo quanto para investimento. A tecnologia para a produção de bens finais é dada por uma função do tipo Dixit-Stiglitz :

$$Y_t = \left[ \int_0^1 Y_t(j)^{\frac{1}{1+\lambda_p}} dj \right]^{1+\lambda_p}. \quad (2.19)$$

Como não existem efeitos intertemporais na produção de bens finais, o lucro desta firma é determinado a cada período, sendo na prática um problema estático. Com isso, a firma produtora de bens finais maximiza seu lucro dado por:

$$\Pi_t = P_t Y_t - \int_0^1 P_t(j) Y_t(j) dj,$$

em que  $P_t(j)$  é o preço do  $j$ -ésimo bem intermediário e  $P_t$  é o preço agregado. Este problema é análogo ao problema da agência de emprego e suas condições de primeira ordem com respeito a  $Y_t(j)$  resultam na demanda por bens intermediários:

$$Y_t(j) = \left( \frac{P_t(j)}{P_t} \right)^{-\frac{1+\lambda_p}{\lambda_p}} Y_t. \quad (2.20)$$

O parâmetro  $\lambda_p$  compõe o *mark-up* das firmas produtoras de bens intermediários e serve como medida de seu poder de mercado. Usando a condição de lucro zero da firma produtora de bens finais, podemos encontrar o nível de preços agregado:

$$P_t = \left[ \int_0^1 P_t(j)^{-\frac{1}{\lambda_p}} dj \right]^{-\lambda_p}. \quad (2.21)$$

**Produção de bens intermediários:** Os bens intermediários  $Y_t(j)$  são produzidos em um ambiente de concorrência monopolística em que as firmas possuem uma tecnologia Cobb-Douglas com custos fixos  $\Phi$ :

$$Y_t(j) = \varepsilon_t^a K_t^d(j)^\alpha L_t^d(j)^{1-\alpha} - \Phi. \quad (2.22)$$

$\varepsilon_t^a$  é um termo estocástico de produtividade,  $K_t^d(j)$  e  $L_t^d(j)$  são a demanda da  $j$ -ésima firma por capital e trabalho.  $\alpha$  representa a fração de capital na produção. A inclusão de custos fixos facilita a solução do modelo pois permite a suposição de lucro zero para as firmas em concorrência monopolística. O termo de produtividade é o mesmo para todas as firmas e segue um processo autorregressivo:

$$\log \varepsilon_t^a = \rho_a \log \varepsilon_{t-1}^a + \eta_t^a,$$

em que  $\eta_t^a$  é um choque Gaussiano i.i.d.. As firmas empregam o trabalho agregado e pagam um salário  $W_t$  para cada unidade e alugam capital das famílias à taxa de rendimento de  $r_t^k$ .

O problema da firma produtora de bens intermediários pode ser dividido em duas etapas. Inicialmente esta firma escolhe os níveis de demanda por trabalho e capital que minimizam o custo de produção de  $Y_t(j)$ . Depois, as firmas escolhem o preço ótimo que maximiza seu lucro esperado.

O problema de minimização de custos da firma é:

$$\min_{L_t^d(j), K_t^d(j)} tc_t(j) = W_t L_t^d(j) + r_t^k K_t^d(j) \quad s.a. \quad Y_t(j) = \varepsilon_t^a K_t^d(j)^\alpha L_t^d(j)^{1-\alpha} - \Phi, \quad (2.23)$$

em que  $\Phi > 0$  é o custo fixo. Ele é adicionado ao modelo para garantir que o lucro da empresa seja zero no estado estacionário, o que exclui a possibilidade de entrada de novas empresas. A presença de um custo fixo diminui a elasticidade do custo marginal com respeito ao hiato do produto, no caso, o custo fixo é uma fonte de rigidez real porque ele torna o custo marginal real menos sensível ao hiato do produto (SIMS, 2016). Devido ao retorno contante de escala inserido na tecnologia Cobb-Douglas, o custo marginal é independente da quantidade produzida e é o mesmo para todas as firmas.

Sendo  $mc_t$  o multiplicador de Lagrange de (2.23), as condições de primeira ordem deste problema implicam que:

$$mc_t^* = \frac{1}{\varepsilon_t^a} \left( \frac{r_t^k}{\alpha} \right)^\alpha \left( \frac{W_t}{1-\alpha} \right)^{1-\alpha} \quad (2.24)$$

Este fato auxilia na solução do problema de determinação de preços ao permitir que o custo marginal seja tratado como dado para a firma quando ela decide seu preço (KLIMA et al., 2015).

**Determinação de preços na estrutura de Calvo:** A segunda etapa do problema da firma produtora de bens intermediários é a determinação dos preços. Usando a estrutura de Calvo (1983) para a escolha do preço ótimo, podemos incorporar uma rigidez nominal semelhante à do problema de determinação dos salários. As firmas produtoras de bens intermediários escolhem seu preço conforme uma estrutura de concorrência monopolística. Entretanto, a cada período, apenas uma fração das empresas recebem um sinal para re-otimizar seus preços. A probabilidade de receber tal sinal é de  $1 - \xi_p$ , e é a mesma para todas as firmas. As firmas que não recebem o sinal de re-otimização podem indexar seu preço com base na inflação do período anterior. A taxa de indexação corrente é  $\pi_{t-1}^{\gamma_p}$ , em que  $\gamma_p$  é o parâmetro de indexação. Sendo assim, o preço no período  $t + \tau$  da firma que não re-otimiza seu preço por  $\tau$  períodos é de:

$$P_{t+\tau}(j) = \prod_{s=1}^{\tau} \pi_{t+s-1}^{\gamma_p} P_t(j). \quad (2.25)$$

Usando (2.25), a equação (2.20) pode ser reescrita  $\tau$  períodos à frente:

$$Y_{t+\tau}(j) = \left( \frac{\prod_{s=1}^{\tau} \pi_{t+s-1}^{\gamma_p} P_t(j)}{P_{t+\tau}} \right)^{-\frac{1+\lambda_p}{\lambda_p}} Y_{t+\tau}. \quad (2.26)$$

A Problema de determinação dos preços da firma produtora de bens intermediários fica:

$$\max_{P_t(j)} E_t \left[ \sum_{\tau=0}^{\infty} (\beta \xi_p)^\tau \frac{\lambda_{t+\tau}}{\lambda_t} \left( \left( \frac{\prod_{s=1}^{\tau} \pi_{t+s-1}^{\gamma_p} P_t(j)}{P_{t+\tau}} \right)^{-\frac{1}{\lambda_p}} - m c_{t+\tau}^* \left( \frac{\prod_{s=1}^{\tau} \pi_{t+s-1}^{\gamma_p} P_t(j)}{P_{t+\tau}} \right)^{-\frac{1+\lambda_p}{\lambda_p}} \right) Y_{t+\tau} \right]. \quad (2.27)$$

Derivando com respeito à  $P_t(j)$  e igualando à zero, temos as condições de primeira ordem. Dado que  $P_{t+1} = \frac{P_t}{\pi_{t+1}}$ .

$$\begin{aligned} & E_t \left[ \sum_{\tau=0}^{\infty} (\beta \xi_p)^\tau \lambda_{t+\tau} \left( \prod_{s=1}^{\tau} \frac{\pi_{t+s-1}^{\gamma_p}}{\pi_{t+s}} \right)^{-\frac{1}{\lambda_p}} \frac{P_t^*}{P_t} Y_{t+\tau} \right] \\ & = E_t \left[ \sum_{\tau=0}^{\infty} (\beta \xi_p)^\tau \lambda_{t+\tau} (1 + \lambda_p) m c_{t+\tau}^* \left( \prod_{s=1}^{\tau} \frac{\pi_{t+s-1}^{\gamma_p}}{\pi_{t+s}} \right)^{-\frac{1+\lambda_p}{\lambda_p}} Y_{t+\tau} \right]. \end{aligned} \quad (2.28)$$

Em que  $(P_t^*)$  é o preço ótimo determinado igualmente por todas as empresas pois elas são idênticas. Com isso o índice  $j$  pode ser omitido. A implicação desta condição de primeira ordem se resume no fato de que o fluxo de benefícios marginais reais ponderados pela rigidez e *mark-up* dos preços e pelo fator de desconto devem se equivaler ao fluxo de custos marginais sob as mesmas condições.

O choque de *mark-up* dos preços dos produtos  $(\eta_t^p)$  pode ser inserido na forma  $g_t^1 = (1 + \lambda_p) g_t^2 + \eta_t^p$ . Este choque pode ser interpretado com um desvio das margens de preços de seu nível de estado estacionário (KLIMA et al., 2015).

Podemos dividir o índice de preços em um termo que representa as firmas otimizadoras e as não otimizadoras de preços.

$$P_t^{-\frac{1}{\lambda_p}} = \xi_p (\pi_{t-1}^{\gamma_p})^{-\frac{1}{\lambda_p}} (P_{t-1})^{-\frac{1}{\lambda_p}} + (1 - \xi_p) (P_t^*)^{-\frac{1}{\lambda_p}}. \quad (2.29)$$

A equação acima define que o preço médio é afetado pelo preço médio indexado do período anterior e pelo preço ótimo no período corrente escolhido pelas firmas otimizadoras, dada a probabilidade de se receber ou não o sinal para a re-otimização. É comum os preços observados empiricamente serem não estacionários, portanto é necessário transformar esta expressão dividindo seus dois lados por  $P_t^{-\frac{1}{\lambda_p}}$  e com isso incluir na expressão o preço ótimo ponderado pelo nível médio de preços,  $\pi_t^*$  (KLIMA et al., 2015):

$$1 = \xi_p \left( \frac{\pi_{t-1}^{\gamma_p}}{\pi_t} \right)^{-\frac{1}{\lambda_p}} + (1 - \xi_p) (\pi_t^*)^{-\frac{1}{\lambda_p}} \quad (2.30)$$

Da mesma forma que no mercado de trabalho, o equilíbrio no mercado de produtos intermediários requer um índice de dispersão de preços que iguale a oferta e demanda de produtos intermediários.

Integrando a equação (2.20) para todas as firmas  $j \in [0, 1]$  e usando  $Y_t^s = \int_0^1 Y_t(j) dj$  para representar o total ofertado de produtos intermediários, chegamos à seguinte expressão de equilíbrio do mercado de produtos intermediários:

$$Y_t^s = \left( \int_0^1 \left( \frac{P_t(j)}{P_t} \right)^{-\frac{1+\lambda_p}{\lambda_p}} dj \right) Y_t. \quad (2.31)$$

Podemos interpretar

$$v_t^p = \int_0^1 \left( \frac{P_t(j)}{P_t} \right)^{-\frac{1+\lambda_p}{\lambda_p}} dj$$

como uma medida de dispersão dos preços. Dado que as firmas produtoras de bens intermediários possuem a mesma tecnologia com retornos constantes de escala e enfrentam o mesmo preço dos fatores dos produção, a demanda agregada dos fatores de produção pode ser considerada como a demanda por fatores de produção de uma firma representativa. Isso significa dizer que independentemente das firmas produzirem quantidades diferentes, as relações entre  $Y_t(j)$ ,  $K_t^d(j)$  e  $L_t^d(j)$  são as mesmas para todo  $j$  e para as variáveis agregadas  $\int_0^1 Y_t(j) dj$ ,  $\int_0^1 K_t^d(j) dj$  e  $\int_0^1 L_t^d(j) dj$  (KLIMA et al., 2015).

## 2.3 Autoridades fiscal e monetária

**O Governo:** O governo cobra um imposto *lump sum*,  $T_t$ , das famílias para financiar seus gastos. O governo também pode emitir títulos,  $B_t^N$ , para arrecadar dinheiro. Neste modelo, seu comportamento é considerado como exógeno pelas famílias e pelas firmas, cujos gastos do governo está sujeito a um distúrbio estocástico,  $\varepsilon_t^G$ :

$$G_t = \bar{G} \varepsilon_t^G, \quad (2.32)$$

em que  $\varepsilon_t^G$  segue um processo regressivo de primeira ordem:

$$\log \varepsilon_t^G = \rho_G \log \varepsilon_{t-1}^G + \eta_t^G \quad (2.33)$$

com um termo de erro Gaussiano i.i.d. representado por  $\eta_t^G$ .  $\bar{G}$  representa os gastos do governo de estado estacionário, portanto o valor do distúrbio aleatório deve ser interpretado como desvios percentuais do estado estacionário. O parâmetro  $\bar{G}$  foi calibrado para que a razão gasto do governo e PIB,  $\frac{G_t}{Y_t}$ , seja 18%.

A restrição orçamentária do governo em termos reais é dada por:

$$G_t + \frac{B_{t-1}^N}{P_t} = T + \frac{B_t^N}{P_t R_t},$$

onde  $R_t$  é a taxa nominal bruta de retorno. Usando  $B_t = \frac{B_t^N}{P_t}$  e  $\pi_t = \frac{P_t}{P_{t-1}}$ , a restrição orçamentária do governo pode ser reescrita como:

$$G_t + \frac{B_{t-1}}{\pi_t} = T_t + \frac{B_t}{R_t}. \quad (2.34)$$

No equilíbrio, a oferta líquida de títulos é zero e o valor dos imposto cobrados é igual ao montante gasto pelo governo.

**A autoridade monetária:** A taxa nominal bruta de juros é estabelecida por uma autoridade monetária que segue uma regra de decisão. Esta regra de decisão leva em conta os seguintes fatores: A suavização da trajetória da taxa de juros, que consiste em levar em conta desvio em relação ao nível de estado estacionário da taxa de juros do período anterior,  $\hat{R}_{t-1}$ . A autoridade monetária também observa a diferença entre o desvio da inflação passada de seu estado estacionário em relação à uma meta de inflação,  $\hat{\pi}_{t-1} - \hat{\pi}_t$ . O hiato do produto, definido como a diferença percentual entre o nível atual do produto e o nível potencial do produto<sup>2</sup>,  $\hat{Y}_t - \hat{Y}_t^f$ . A dinâmica do

<sup>2</sup> O nível potencial do produto é definido como seu nível na ausência de rigidez nominal e de choques de *mark-up*. O sobrescrito *f* implica que a variável está em seu nível potencial, mais detalhes sobre estas variáveis podem ser encontrados no apêndice ou em Klima et al. (2015)

hiato de produto,  $(\hat{Y}_t - \hat{Y}_t^f) - (\hat{Y}_{t-1} - \hat{Y}_{t-1}^f)$ , e a dinâmica da taxa de inflação,  $\hat{\pi}_t - \hat{\pi}_{t-1}$ , também são levadas em consideração na determinação da taxa de juros.

A função de política monetária, ou regra de Taylor generalizada, pra determinação da taxa de juros é expressa da seguinte forma:

$$\begin{aligned} \hat{R}_t = & \rho \hat{R}_{t-1} + (1 - \rho) \{ \hat{\pi}_t + r_\pi (\hat{\pi}_{t-1} - \hat{\pi}) + r_Y (\hat{Y}_t - \hat{Y}_t^f) \} + r_{\Delta\pi} (\hat{\pi}_t - \hat{\pi}_{t-1}) \\ & + r_{\Delta Y} ((\hat{Y}_t - \hat{Y}_t^f) - (\hat{Y}_{t-1} - \hat{Y}_{t-1}^f)) + \eta_t^R. \end{aligned} \quad (2.35)$$

O parâmetro  $\rho$  mede o grau de suavização da taxa de juros. As elasticidades  $r_\pi$ ,  $r_Y$ ,  $r_{\Delta\pi}$  e  $r_{\Delta Y}$  são determinadas pelos pesos relativos atribuídos pela autoridade monetária aos respectivos desvios. A meta de inflação se modifica conforme a dinâmica abaixo:

$$\hat{\pi}_t = (1 - \rho_\pi) \hat{\pi} + \rho_\pi \hat{\pi}_{t-1} + \eta_t^\pi, \quad (2.36)$$

em que  $\eta_t^\pi$  é um ruído branco e  $\hat{\pi}$  é a meta de inflação.

### 3 Condições para o equilíbrio do mercado:

No equilíbrio de mercado as demandas por fatores e produtos se igualam às suas respectivas ofertas. Portanto, no equilíbrio, a demanda por capital é iguala à oferta de capital, dada a utilização de capital naquele período. Isso significa que as empresas produtoras de bens intermediários irão contratar capital das famílias conforme sua necessidade e a taxa de utilização do capital:

$$K_t^d = z_t K_{t-1}.$$

O mercado de trabalho se equilibra no sentido de que a demanda por trabalho por parte das firmas seja igual a oferta de trabalho proporcionada pela agência de emprego. As famílias ofertam seu trabalho diferenciado para a agência de emprego, e esta, por sua vez, agrega este trabalho diferenciado e o oferta para as firmas produtoras de bens intermediários. Estas firmas determinam a demanda por trabalho conforme seu problema de maximização, que no equilíbrio é igual à oferta de trabalho proporcionado pela agência de emprego.

$$L_t^d = L_t.$$

Cabe destaque o fato de que as distorções da rigidez de salários no mercado de trabalho são equacionadas pelo modelo no problema da agência de emprego. Quando a questão do emprego sai da esfera da agência de emprego e vai para o setor produtivo, o montante de emprego ofertado e demandado se equivalem. Isto ocorre pois o trabalho ofertado pela agência de emprego é homogêneo e as empresas contratam este trabalho em um ambiente competitivo.

O mercado de títulos se equilibra, o que equivale a dizer que:

$$B_t = 0.$$

Ou seja, no equilíbrio, o estoque líquido de títulos é zero e os agentes não possuem dívidas a pagar nem direitos a serem reivindicados. Esta condição serve para garantir que, no equilíbrio de estado estacionário, exista equilíbrio orçamentário e o nível de gastos autônomo do governo seja igual ao montante de impostos arrecadados.

As firmas, por sua vez, distribuem seus lucros na forma de dividendos,  $Div_t$ . O total de dividendos é igual ao valor da produto total menos as remunerações pagas ao capital e ao trabalho.

$$Div_t = Y_t - L_t^d W_t - K_t^d r_t^k.$$

O mercado de bens finais se equilibra automaticamente pela lei de Walras, que consiste na afirmação de que o consumidor irá gastar totalmente seu fluxo intertemporal de renda ao longo de sua vida (MAS-COLELL; WHINSTON; GREEN, 1995). Portanto a demanda por bens se iguala a sua oferta na situação de equilíbrio.

## 4 Análise dos resultados

**Funções impulso-resposta:** Foram analisadas as funções de impulso-resposta das variáveis consumo ( $C$ ), produto ( $Y$ ), estoque de capital ( $K$ ), oferta de trabalho ( $L$ ), salário real ( $W$ ), inflação ( $\pi$ ). Estão plotadas em cada gráfico, as funções impulso-resposta derivadas do modelo de [Smets e Wouters \(2003\)](#) (linha sólida) e [Klima et al. \(2015\)](#) (linha tracejada). Desta forma podemos comparar os efeitos do mesmo choque para as mesmas variáveis nos dois modelos.

Foram analisados nove tipos de choques. Um choque sobre as preferências dos consumidores ( $\eta_t^\beta$ ), um choque sobre a desutilidade de oferta de trabalho ( $\eta_t^L$ ), um choque sobre custo de ajustamento do investimento ( $\eta_t^I$ ), um choque de ineficiência do mercado de trabalho ( $\eta_t^w$ ), um choque tecnológico na produção de bens intermediários ( $\eta_t^a$ ), um choque sobre o nível de preços dos bens intermediários ( $\eta_t^p$ ), um choque nos gastos do governo ( $\eta_t^G$ ), um choque sobre a taxa de juros ( $\eta_t^R$ ) e um choque sobre a meta de inflação ( $\eta_t^\pi$ ). Por questão de espaço, foram apresentados apenas os gráficos para os choques de tecnologia e no *mark-up* de salários. Estes choques apresentaram as diferenças mais evidentes e significativas<sup>3</sup>.

As funções impulso-resposta para um choque de ineficiência no mercado de trabalho (choque de *mark-up* dos salários) se encontram na Figura 4.1. Este choque reduz consumo, estoque de capital e investimento. Além disso, gera também oscilação no produto e no emprego. Isto decorre pois, um aumento de ineficiência do mercado de trabalho faz com que as famílias tenham um maior poder de mercado na determinação de seus salários. Com isso, o nível de salário real e de inflação também se amplificam. A taxa de juros novamente responde à um choque de *mark-up* de salários da mesma forma que a taxa de inflação por causa da regra de Taylor.

As trajetórias das funções impulso-resposta após um choque em  $\eta_t^w$  mostraram diferenças quando se comparam os dois modelos. Em geral, o modelo proposto por [Klima et al. \(2015\)](#) (linha tracejada) responde menos à este choque do que o modelo de [Smets e Wouters \(2003\)](#). As diferenças entre os modelos se mostraram, pelo menos em parte, estatisticamente significativas à um nível de 5% de significância no que se refere à trajetória do consumo e trajetória do estoque de capital.

As funções impulso-resposta após um choque tecnológico coloca temporariamente o consumo, produto e estoque de capital acima de seus respectivos níveis de longo prazo - Figura 4.2. Após o choque tecnológico, o nível de emprego e taxa de inflação se reduzem. Para o modelo de [Smets e Wouters \(2003\)](#), um choque tecnológico gera oscilação do nível de salários reais. Em um primeiro momento, tal choque gera contração dos salários reais e depois uma expansão deste salário. Entretanto, no modelo de [Klima et al. \(2015\)](#), o mesmo choque gera uma expansão do nível de salários reais sem a contração observada no modelo anterior. Esta diferença se mostrou estatisticamente significativa. Isto representa uma evidência de que o modelo de [Smets e Wouters \(2003\)](#) apresenta uma maior volatilidade dos salários reais após um choque tecnológico. A taxa de inflação apresenta contração após este choque.

Em relação ao choque tecnológico ( $\eta_t^a$ ), a maior diferença de impacto nas funções impulso-resposta se mostrou na trajetória dos salários reais. Isto implica no fato de que quando os agentes olham para o nível de consumo que o salário proporciona ao determinarem seu salário, um choque tecnológico causa uma maior oscilação dos salários. Em um primeiro momento, este choque gera uma diminuição do nível de salário real. Num segundo momento, o nível salarial se expande antes de retornar ao seu nível de estado estacionário.

A explicação para a contração inicial dos salários é que o choque tecnológico, inicialmente, causa uma queda na demanda por trabalho, pois uma mesma quantidade de produto pode ser produzida com um menor nível de trabalho contratado. Com isso, as famílias re-otimizam seus

<sup>3</sup> Para os interessados em observar os outros choques, entrar em contato com o autor pelo e-mail [lucapavan@hotmail.com](mailto:lucapavan@hotmail.com).

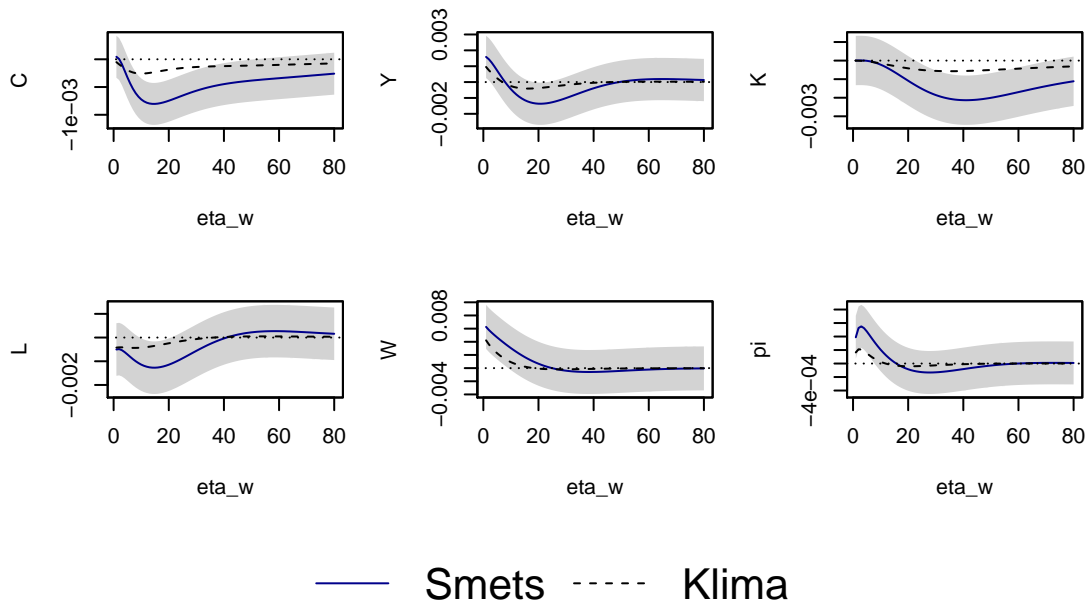


Figura 4.1 – Funções impulso-resposta para um choque de ineficiência do mercado de trabalho ( $\eta_t^w$ ).

Fonte: Elaboração própria. A linha azul e sólida representa a função impulso-resposta do modelo de Smets e Wouters (2003). A linha pontilhada representa a função impulso-resposta do modelo de Klima et al. (2015). Os valores estão em desvios em relação ao seu valor de estado-estacionário. A área cinza representa um intervalo de confiança de 95%, calculados com base no desvio-padrão amostral das funções impulso-resposta. A linha pontilhada é uma linha horizontal em zero, representando a referência para convergência da variável para seu nível de estado-estacionário. No eixo horizontal estão os períodos em trimestres. No eixo vertical, as funções impulso-resposta para cada variável.

salários à um nível menor que o nível de longo prazo. Após este breve período inicial, o choque tecnológico torna o capital mais eficiente, estimulando os investimentos e a acumulação de estoque de capital. Isto faz com que a economia tenha as expansões de produto e consumo observadas. A partir disso, os salários iniciam sua trajetória de expansão por meio da retomada de crescimento do produto e contratação de mais trabalho.

Quanto ao choque de *mark-up* de salários, o modelo de Smets e Wouters (2003) se mostrou mais sensível. As trajetórias do consumo e do estoque de capital, por exemplo, se contraíram de forma mais acentuada neste modelo do que no modelo de Klima et al. (2015).

No modelo de Klima et al. (2015), um choque tecnológico não gera a contração inicial do nível de salários como observado no modelo anterior. Um choque tecnológico no modelo de Klima et al. (2015), gera somente efeitos positivos sobre a trajetória dos salários. Neste modelo, as famílias olham para o benefício marginal do salário ao determinarem o nível de salário ótimo. Portanto, em sua função objetivo, apenas mudanças positivas são aceitas sobre os níveis salariais, fato que impõe uma fonte de rigidez real sobre o nível de salários.

Usar o benefício marginal do salário como argumento na função objetivo representa um agente otimizador mais exigente ao determinar seu salário. Esta pode ser uma interpretação teórica da rigidez de salários observada na literatura (SMETS; WOUTERS, 2003; SMETS; WOUTERS, 2007; CHRISTIANO; EICHENBAUM; EVANS, 2005; BARATTIERI; BASU; GOTTSCHALK, 2014; BLANCHARD; GALÍ, 2005).

Com base nas funções impulso-resposta, podemos constatar que na maioria dos casos, os dois modelos não se mostraram diferentes quando analisamos os efeitos de choques exógenos. Como apenas a formulação da determinação dos salários são diferentes ao compararmos os dois modelos, era de se esperar que o choque relacionado ao mercado de trabalho ( $\eta_t^w$ ) apresentasse diferenças significativas. Porém, os choques de tecnologia também mostraram diferenças importantes nas

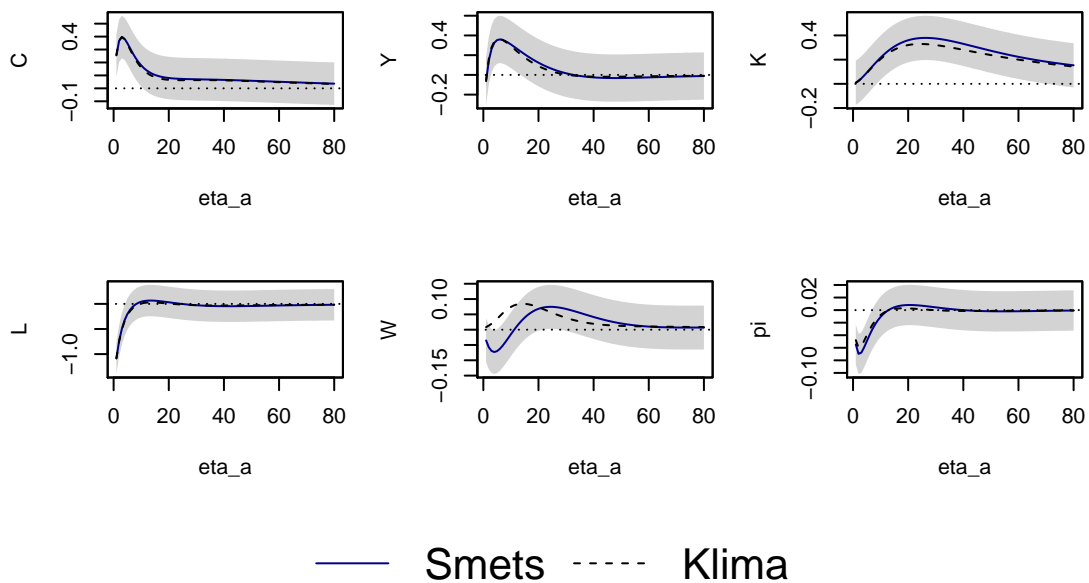


Figura 4.2 – Funções impulso-resposta para um choque de tecnologia de produção ( $\eta_t^a$ ).

Fonte: Elaboração própria. A linha azul e sólida representa a função impulso-resposta do modelo de Smets e Wouters (2003). A linha pontilhada representa a função impulso-resposta do modelo de Klima et al. (2015). Os valores estão em desvios em relação ao seu valor de estado-estacionário. A área cinza representa um intervalo de confiança de 95%, calculados com base no desvio-padrão amostral das funções impulso-resposta. A linha pontilhada é uma linha horizontal em zero, representando a referência para convergência da variável para seu nível de estado-estacionário. No eixo horizontal estão os períodos em trimestres. No eixo vertical, as funções impulso-resposta para cada variável.

funções impulso-resposta dos dois modelos.

As funções impulso-resposta se mostram mais voláteis no modelo de (SMETS; WOUTERS, 2003) - Tabela 1. As linhas representam as variáveis consumo ( $C_t$ ), produto ( $Y_t$ ), estoque de capital ( $K_t$ ), investimentos ( $I_t$ ), ( $L_t$ ), salários reais ( $W_t$ ), taxa de inflação ( $\pi_t$ ), taxa de juros ( $R_t$ ) e remuneração do capital ( $r_t^k$ ). As colunas representam os choques do modelo, são eles: Um choque sobre as preferências dos consumidores ( $\eta_t^\beta$ ), um choque sobre a desutilidade de oferta de trabalho ( $\eta_t^L$ ), um choque sobre custo de ajustamento do investimento ( $\eta_t^I$ ), um choque de ineficiência do mercado de trabalho ( $\eta_t^w$ ), um choque tecnológico na produção de bens intermediários ( $\eta_t^a$ ), um choque sobre o nível de preços dos bens intermediários ( $\eta_t^p$ ), um choque nos gastos do governo ( $\eta_t^G$ ), um choque sobre a taxa de juros ( $\eta_t^R$ ) e um choque sobre a meta de inflação ( $\eta_t^\pi$ ).

Cada elemento da tabela representa a diferença entre os desvio-padrão das funções impulso-resposta de cada modelo para cada choque simulado. Cabe destaque para o choque de *mark-up* de salários ( $\eta_t^w$ ) que apresenta as maiores diferenças entre os dois modelos. A variável salários reais ( $W$ ) também apresenta diferenças importantes ao compararmos os dois modelos.

Quando ocorre um choque tecnológico, por exemplo, a variável que apresenta maior diferença de volatilidade das funções impulso-resposta são os salários reais, com desvio-padrão 28,92% maior no modelo de Smets e Wouters (2003) do que no modelo de Klima et al. (2015). Quando ocorre um choque de ineficiência no mercado de trabalho ( $\eta_t^w$ ), no primeiro modelo, todas as variáveis apresentaram maior volatilidade em suas funções impulso-resposta, entre elas o consumo (72,30%), estoque de capital (76,43%) e investimentos (73,72%).

**Estado Estacionário:** Com respeito aos valores de estado-estacionário, a única diferença entre os dois modelos ocorre nas condições de primeira ordem de determinação dos salários - tabela 2. A utilidade marginal do salário no estado estacionário possui um nível maior no modelo de Smets e Wouters (2003) (23,44), contra um valor inferior apresentado pelo modelo de Klima et al.



Tabela 1 – Diferença entre os desvio-padrão das funções impulso-resposta dos dois modelos para cada variável e choque - em percentual (%)

	$\eta_t^\beta$	$\eta_t^L$	$\eta_t^I$	$\eta_t^w$	$\eta_t^a$	$\eta_t^p$	$\eta_t^G$	$\eta_t^R$	$\eta_t^\pi$
$C_t$	3,19	4,94	-3,37	72,30	0,76	14,80	0,31	10,41	11,26
$Y_t$	21,58	-0,24	7,63	65,86	5,60	13,83	3,43	10,99	12,62
$K_t$	21,87	21,81	5,05	76,43	16,96	21,47	12,98	21,22	20,39
$I_t$	3,67	5,35	7,16	73,72	11,44	21,96	7,39	22,27	25,51
$L_t$	30,12	8,19	11,47	68,03	0,47	12,97	1,53	16,56	21,00
$W_t$	39,91	41,14	9,39	49,09	28,92	22,44	35,13	7,64	-4,03
$\pi_t$	47,63	50,10	4,04	67,38	19,74	0,42	39,93	15,10	5,92
$R_t$	14,41	15,42	9,06	63,08	4,05	25,91	15,65	21,04	9,93
$r_t^k$	-25,84	0,79	-1,62	37,22	2,77	0,23	-4,06	-6,36	-6,02

Fonte: Elaboração própria. Cada elemento da tabela representa a diferença em percentual dos desvios-padrão das funções impulso-resposta de cada variável após o choque especificado, ex: o primeiro elemento na linha  $C_t$  e coluna  $\eta_t^\beta$  representa que, no modelo de Smets e Wouters (2003), o desvio-padrão da função impulso-resposta do consumo dado um choque nas preferências é 3,19% maior do que no modelo de Klima et al. (2015).

(2015) (8,77).

Por outro lado, a desutilidade marginal do trabalho também se encontra em um nível maior no primeiro modelo, contrabalançando o efeito da utilidade marginal do salário. Estes dois resultados antagônicos fazem com que o nível de utilidade no estado estacionário não mude,  $U = -427,94$ , o que implica que a nova especificação de determinação de salários não possui efeito sobre o bem-estar da economia.

Este resultado se mantém pelo menos quando usamos um método de perturbação de primeira ordem. Possivelmente, isso se deve ao fato de que para captarmos os efeitos sobre o bem-estar, realizar a linearização com uma perturbação de segunda ordem ou maior, torna os cálculos de bem-estar mais apurados (SCHMITT-GROHE; URIBE, 2004). Métodos de solução de sistema de equações que usam linearizações de ordens mais altas diminuem o resíduo da solução e, conseqüentemente, minimizam possíveis erros de aproximação (FERNÁNDEZ-VILLAVARDE; RUBIO-RAMIREZ; SCHORFHEIDE, 2015).

Em geral, os desvios-padrão das variáveis são maiores para o modelo de Klima et al. (2015). Este fato indica outra evidência de maior volatilidade quando as famílias olham para o nível de utilidade em sua função objetivo de determinação de salários. Apenas a trajetória de salários e remuneração do capital apresentaram menor variância no modelo de Smets e Wouters (2003) em comparação ao modelo de Klima et al. (2015).

No modelo de Smets e Wouters (2003), algumas variáveis respondem mais à determinados tipos choques exógenos do que no modelo de Klima et al. (2015). Estes fatos trazem à tona a questão de que, ao se analisar estes modelos para formulação de políticas econômicas, alterações na forma como se determinam as escolhas dos agentes econômicos podem causar diferenças nos impactos sobre os efeitos de tais políticas. Isto pode ocorrer tanto em questão de magnitude e persistência dos efeitos de choques exógenos, quanto na direção dos seus efeitos.

Com respeito aos modelos comparados, verificou-se não só o fato que as diferentes formulações de determinação dos salários podem causar resultados diferentes. Também foi possível auferir quantitativamente e qualitativamente quais são estas diferenças. Portanto, na formulação de uma política em relação aos salários, se o formulador se depara com uma série histórica em que os salários apresentem uma rigidez para baixo, a estrutura apresentada por Klima et al. (2015) se torna mais adequada. Nela, o agente é mais exigente na determinação de seus salários, o que impõe uma rigidez real dos salários frente à um choque tecnológico.

Tabela 2 – Valores de estado estacionário para os modelos de [Smets e Wouters \(2003\)](#) e [Klima et al. \(2015\)](#).

Variáveis	(SMETS; WOUTERS, 2003)		(KLIMA et al., 2015)	
	Estad. Est.	Desv. Pad.	Estad. Est.	Desv. Pad.
$C$	1,20	5,27	1,20	5,09
$Y$	2,01	8,21	2,01	7,93
$K$	17,67	2,17	17,67	1,80
$I$	0,44	16,67	0,44	14,33
$L$	1,29	5,93	1,29	5,29
$W$	1,12	2,82	1,12	3,73
$\pi$	1,00	1,24	1,00	1,23
$R$	1,01	0,98	1,01	0,92
$r_k$	0,04	1,13	0,04	1,26
$f_1$	23,44	10,82	8,77	5,95
$f_2$	23,44	10,82	8,77	5,95
$g_1$	48,83	24,11	48,83	22,17
$g_2$	35,70	24,11	35,70	22,17

Fonte: Elaboração Própria. Valores de estado-estacionário (Estad. Est.) e desvio-padrão (Desv. Pad.) para os dois modelos.

## 5 Conclusão

Quando ocorrem recessões ou contrações econômicas, surgem questionamentos e análises de quais políticas devem ser adotadas para a retomada da trajetória de crescimento. Vários espectros são analisados, diferentes políticas são propostas, das mais diferentes abordagens teóricas e técnicas. O objetivo central deste ensaio foi mostrar que quando se usam modelos de equilíbrio geral dinâmico estocástico para se analisar tais questões, os efeitos das políticas propostas são sensíveis à forma como se especificam o comportamento dos agentes econômicos. Mais precisamente, se comparou os modelos de [Smets e Wouters \(2003\)](#) e de [Klima et al. \(2015\)](#). No primeiro modelo, os agentes ao determinarem seu salário ótimo, levam em consideração qual o nível de utilidade proporcionado pelo nível de salário escolhido. No segundo modelo, os agentes usam como critério de escolha, o benefício marginal que o salário lhes proporciona, em vez do nível de utilidade.

Mostrou-se, após a análise dos resultados, que tal mudança gera diferenças importantes nos efeitos dos choques exógenos sobre a trajetória dos agregados econômicos. Estas diferenças se mostraram estaticamente significativas para a trajetória dos salários, após um choque tecnológico e para trajetória do consumo e estoque de capital, após um choque de *mark-up* dos salários.

Estas diferenças de efeito se traduzem em uma maior sensibilidade à choques exógenos quando consideramos que as famílias escolhem seus salários a fim de maximizar sua utilidade. Além desta maior sensibilidade, uma maior persistência dos choques foi observada. O modelo de [Smets e Wouters \(2003\)](#) também apresentou maior volatilidade, principalmente sobre os salários em face à um choque tecnológico.

A metodologia DSGE para o estudo da macroeconomia é uma ferramenta difundida no mundo todo, muito eficaz quando se pretende mensurar efeitos de política em um nível macroeconômico. Entretanto, esta fragilidade em relação às especificações de comportamento dos agentes é alvo de críticas ([STIGLITZ, 2017](#)). Para contornar tais questionamentos, esta metodologia vem se utilizando cada vez mais de microdados para se especificar o comportamento dos agentes e para estimar os parâmetros que fazem parte de sua construção ([CHRISTIANO; EICHENBAUM; TRABANDT, 2018](#)).

Outras sugestões a serem incorporadas em pesquisas futuras é a comparação dos resultados deste modelo com dados empíricos. A questão de rigidez salarial vem sendo bastante discutida,

como mostrou a revisão de literatura. Por isso, a estimação do parâmetro de rigidez salarial e de outros que compõem o modelo seria uma contribuição relevante. Usando-se dados da economia brasileira também seria algo que complementaria a literatura que discute o tema rigidez de salários no âmbito nacional.

## Referências

ADJEMIAN, S.; PARIÈS, M. D.; MOYEN, S. *Optimal monetary policy in an estimated DSGE for the euro area*. [S.l.], 2007. Disponível em: <<https://www.econstor.eu/handle/10419/153237>>.

BARATTIERI, A.; BASU, S.; GOTTSCHALK, P. Some Evidence on the Importance of Sticky Wages. *American Economic Journal: Macroeconomics*, v. 6, n. 1, p. 70–101, jan. 2014. ISSN 1945-7707. Disponível em: <<https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/mac.6.1.70>>.

BLANCHARD, O. J.; GALÍ, J. *Real Wage Rigidities and the New Keynesian Model*. Rochester, NY, 2005. Disponível em: <<https://papers.ssrn.com/abstract=842285>>.

BONDESTSTEIN, M.; ZHAO, J. *Employment, Wages, and Optimal Monetary Policy*. Washington: Board of Governors of the Federal Reserve System, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.17016/FEDS.2017.091>>.

CALVO, G. A. Staggered prices in a utility-maximizing framework. *Journal of Monetary Economics*, v. 12, n. 3, p. 383–398, set. 1983. ISSN 0304-3932. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0304393283900600>>.

CHRISTIANO, L.; EICHENBAUM, M.; EVANS, C. Nominal Rigidities and the Dynamic Effects of a Shock to Monetary Policy. *Journal of Political Economy*, v. 113, n. 1, p. 1–45, fev. 2005. ISSN 0022-3808. Disponível em: <<http://www.journals.uchicago.edu/doi/10.1086/426038>>.

CHRISTIANO, L. J.; EICHENBAUM, M. S.; TRABANDT, M. On DSGE Models. *Journal of Economic Perspectives*, v. 32, n. 3, p. 113–140, ago. 2018. ISSN 0895-3309. Disponível em: <<https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/jep.32.3.113>>.

DICKENS, W. T. et al. *How Wages Change: Micro Evidence from the International Wage Flexibility Project*. Rochester, NY, 2006. Disponível em: <<https://papers.ssrn.com/abstract=942738>>.

DIXIT, A. K.; STIGLITZ, J. E. Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity. *The American Economic Review*, v. 67, n. 3, p. 297–308, 1977. ISSN 00028282. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/1831401>>.

ERCEG, C. J.; HENDERSON, D. W.; LEVIN, A. T. Optimal monetary policy with staggered wage and price contracts. *Journal of Monetary Economics*, p. 33, 2000.

FERNÁNDEZ-VILLAVÉRDE, J.; RUBIO-RAMÍREZ, J. F.; SCHORFHEIDE, F. *Solution and Estimation Methods for DSGE Models*. Rochester, NY, 2015. Disponível em: <<https://papers.ssrn.com/abstract=2711302>>.

FLOOD, M. An introduction to complete markets. *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, p. 32–57, 1991. Disponível em: <[http://econpapers.repec.org/article/fipfedlrv/y\\_3a1991\\_3ai\\_3amar\\_3ap\\_3a32-57.htm](http://econpapers.repec.org/article/fipfedlrv/y_3a1991_3ai_3amar_3ap_3a32-57.htm)>.

- GALI, J. Notes for a New Guide to Keynes (i): Wages, Aggregate Demand, and Employment. *Journal of the European Economic Association*, v. 11, n. 5, p. 973–1003, out. 2013. ISSN 1542-4774. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jeea.12032/abstract>>.
- GALÍ, J.; MONACELLI, T. *Understanding the Gains from Wage Flexibility: The Exchange Rate Connection*. [S.l.], 2016. Disponível em: <<https://ideas.repec.org/p/nbr/nberwo/22489.html>>.
- KLIMA, G. et al. *Smets-Wouters '03 model revisited - an implementation in gEcon*. [S.l.], 2015. Disponível em: <<https://ideas.repec.org/p/pramprapa/64440.html>>.
- MAS-COLELL, A.; WHINSTON, M. D.; GREEN, J. R. *Microeconomic Theory*. New York: Oxford University Press Inc., 1995. v. 1.
- MINEYAMA, T. *Downward Nominal Wage Rigidity and Inflation Dynamics During and After the Great Recession*. Rochester, NY, 2018. Disponível em: <<https://papers.ssrn.com/abstract=3157995>>.
- SCHMITT-GROHE, S.; URIBE, M. *Optimal Simple and Implementable Monetary and Fiscal Rules*. [S.l.], 2004. Disponível em: <<http://www.nber.org/papers/w10253>>.
- SCHMITT-GROHE, S.; URIBE, M. *Comparing Two Variants of Calvo-Type Wage Stickiness*. [S.l.], 2006. Disponível em: <<http://www.nber.org/papers/w12740>>.
- SIMS, E. *Graduate Macro Theory II: A Medium-Scale New Keynesian DSGE Model*. [S.l.], 2016. 44 p.
- SMETS, F.; WOUTERS, R. An Estimated Dynamic Stochastic General Equilibrium Model of the Euro Area. *Journal of the European Economic Association*, v. 1, n. 5, p. 1123–1175, set. 2003. ISSN 1542-4774. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1162/154247603770383415/abstract>>.
- SMETS, F.; WOUTERS, R. Shocks and Frictions in US Business Cycles: A Bayesian DSGE Approach. *American Economic Review*, v. 97, n. 3, p. 586–606, jun. 2007. ISSN 0002-8282. Disponível em: <<https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/aer.97.3.586>>.
- STIGLITZ, J. E. *Where Modern Macroeconomics Went Wrong*. [S.l.], 2017. Disponível em: <<http://www.nber.org/papers/w23795>>.