

UM MODELO MACRODINÂMICO PÓS-KEYNESIANO DE SIMULAÇÃO PARA UMA ECONOMIA ABERTA

*Marcelo de Oliveira Passos**
*José Luís Oreiro***

RESUMO: O objetivo deste artigo é apresentar um modelo macrodinâmico pós-keynesiano de simulação para uma economia aberta com câmbio flutuante e mobilidade imperfeita de capitais. Após a apresentação da estrutura básica do modelo, procede-se a simulação computacional do mesmo, a partir da qual são inferidas as trajetórias dinâmicas das variáveis endógenas. As trajetórias simuladas replicam alguns traços gerais da dinâmica capitalista, em particular a ocorrência de crescimento cíclico, ou seja, flutuações de caráter irregular da taxa de crescimento do produto real. No que se refere à macrodinâmica externa do modelo aberto, a interação dinâmica entre o câmbio real e o saldo comercial no longo prazo permite supor que, em períodos nos quais há apreciação da taxa de câmbio real, o saldo comercial além de cair apresenta sua volatilidade reduzida. Um outro resultado importante obtido a partir do modelo aqui apresentado é a existência de uma tendência de longo-prazo para o aumento do grau de financeirização da riqueza, ou seja, um aumento da participação da riqueza financeira na riqueza total dos capitalistas dessa economia.

PALAVRAS-CHAVE: Macroeconomia Aberta, Economia Computacional, Modelos de Simulação, Economia Pós-Keynesiana.

CLASSIFICAÇÃO DO JEL: E12; F43, E37.

* Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico (PPGDE/UFPR). Analista de Projetos de Desenvolvimento do Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul (BRDE). Professor adjunto da Universidade Tuiuti do Paraná (UTP). E-mail: marcelo.passos@brde.com.br.

** Doutor em Economia (IE/UFRJ). Professor do Departamento de Economia da UFPR e Pesquisador do CNPQ. E-mail: joreiro@ufpr.br. Website: <http://www.joseluisoreiro.ecn.br>.

1. Introdução

O objetivo deste artigo é apresentar um modelo macrodinâmico pós-keynesiano de simulação para uma economia aberta com câmbio flutuante e mobilidade imperfeita de capitais. Após a apresentação da estrutura básica do modelo, procede-se a simulação computacional do mesmo, a partir da qual são inferidas as trajetórias dinâmicas das variáveis endógenas. As trajetórias simuladas replicam alguns traços gerais da dinâmica capitalista, em particular a ocorrência de crescimento cíclico, ou seja, flutuações de caráter irregular da taxa de crescimento do produto real. Um resultado importante obtido a partir do modelo aqui apresentado é a existência de uma tendência de longo-prazo para o aumento do grau de financeirização da riqueza, ou seja, um aumento da participação da riqueza financeira na riqueza total dos capitalistas dessa economia.

Isso posto, o presente artigo acha-se estruturado em quatro seções, incluindo a presente introdução. A segunda seção desenvolve os seis módulos do modelo macrodinâmico de simulação para uma economia aberta. Este modelo é uma extensão e aperfeiçoamento do modelo originalmente desenvolvido por Oreiro & Ono (2005). A terceira seção apresenta os resultados da simulação. Tais resultados são apresentados a partir da perspectiva da dinâmica macroeconômica interna e da externa do modelo aberto. A quarta seção apresenta as considerações finais do artigo.

2. Um modelo macrodinâmico para uma economia aberta

Nesta seção iremos estruturar um modelo macrodinâmico multi-setorial - com os setores produtivo e financeiro - de economia aberta e com governo. Estarão disponíveis dois fatores de produção apenas, capital e trabalho, ambos homogêneos. Portanto, não existe assimetria na idade do equipamento de capital nem diferenças na qualificação do trabalho. Um único bem é produzido nesta economia, servindo tanto para consumo como para investimento.

Este modelo será construído a partir de sete módulos interdependentes entre si, quais sejam: (i) módulo 1 - componentes da demanda efetiva; (ii) módulo 2 - determinação do nível de produção, renda e progresso tecnológico; (iii) módulo 3 - determinação da distribuição funcional de renda; (iv) módulo 4 - inflação e política monetária; (v) módulo 5 - sistema financeiro, (vi) módulo 6 - setor externo, e (vii) módulo 7 - ativos e passivos do setor privado.

A estrutura do modelo admite *solução recursiva*. Assim, os valores das variáveis dependentes no período temporal t podem ser todos expressos em termos dos valores dessas mesmas variáveis no período $t-1$. Uma vez determinados os valores dos parâmetros das equações dinâmicas e os valores iniciais das variáveis dependentes podemos computar as trajetórias no tempo para todas as variáveis dependentes do modelo¹. Ressaltamos dois pontos sobre o modelo: i) as trajetórias assim determinadas não possuem atratores ou tendência pré-determinada. Assim, o modelo não pressupõe a existência de nenhum tipo de equilíbrio do sistema econômico (entendido como “estado terminal” ou “posição assintótica” do mesmo); e ii) com a inclusão do sexto módulo, referente ao setor externo, o modelo passa a incluir variáveis exógenas, entre as quais se destacam as elasticidades-renda e as elasticidades- preço das exportações e das importações, a taxa de juros externa e a taxa de crescimento da renda do resto do mundo. A taxa cambial é tratada como endógena.

Em suma, o modelo é um sistema complexo de equações diferenciais simultâneas², com variáveis exógenas sendo determinadas pelo processo de geração de números aleatórios de Monte Carlo.

¹ Nas simulações do modelo aqui apresentadas iremos utilizar a planilha EXCEL para o cálculo das trajetórias temporais das variáveis endógenas do modelo.

² Para uma boa exposição sobre equações diferenciais e sistemas dinâmicos aplicados à Economia, o leitor pode consultar TAKAYAMA (1995) e CHIANG & WAINWRHIGHT (2005)

2.1. Módulo 1: Demanda Efetiva.

Inicialmente assumiremos que os gastos do governo com consumo crescem a uma taxa exógena (h^c) por período. Eles são, portanto, autônomos com respeito ao nível corrente de atividade econômica. De tal forma que podemos escrever a seguinte equação:

$$G_t^c = (1 + h^c)G_{t-1}^c \quad (1)^3$$

Onde: G_t^c é o gasto em consumo do governo realizado no período t .

Presumimos que os gastos governamentais com investimentos sejam pró-cíclicos, variando na mesma direção do nível de atividade econômica, tal como segue:

$$G_t^I = h^I Y_{t-1} \quad (4.2),$$

onde h^I representa o fator de indução das variações do nível de atividade econômica do período $t-1$ sobre os gastos de investimento do governo no período t . Por hipótese: $1 > h^I > 0$.

O investimento privado na ampliação da capacidade produtiva existente é determinado por um processo de dois estágios. No primeiro, determina-se o investimento que os empresários *desejam realizar*, dadas as suas expectativas quanto aos rendimentos futuros do equipamento de capital, o seu estado de confiança e a sua “preferência pela liquidez”, que se manifestam na determinação do fator de desconto aplicado à série de rendimentos futuros esperados do novo equipamento de capital.

No segundo estágio, os empresários confrontam o investimento desejado com a *restrição financeira ao investimento*. Esta restrição é expressa pelo nível máximo de endividamento que a firma pode tolerar. Se o investimento desejado for superior ao “investimento possível”, dada à restrição financeira da firma, então a firma só poderá investir até o máximo permitido pelo seu nível de endividamento. Por outro lado, se o investimento desejado for inferior ao “investimento possível”, então a firma poderá executar a totalidade das suas decisões de investimento.

O investimento desejado é a diferença entre o estoque de capital desejado no período corrente menos o estoque de capital observado no período anterior. O estoque de capital desejado possui dois componentes. O primeiro, $\alpha_0 Y_{t-1} - \sigma K_{t-1}$, expressa o “efeito acelerador” das variações esperadas do nível de produção sobre a decisão de investimento em capital fixo. Nesse contexto, o termo $\alpha_0 Y_{t-1}$ representa a produção que os empresários acreditam que serão capazes de vender no período corrente.

Essa expectativa depende, por seu turno, das vendas realizadas no período anterior (Y_{t-1}) e de um coeficiente de projeção de vendas (α_0) que é uma variável aleatória com distribuição uniforme de probabilidades, definida no intervalo $[15, 20]$. Essa variável aleatória capta o “otimismo espontâneo” ou os “*animal spirits*” dos investidores.

Dessa forma, a cada período, os empresários irão atuar com valores diferentes para o coeficiente de projeção de vendas, expressando assim a influência que mudanças autônomas do otimismo espontâneo dos empresários têm sobre a decisão de investimento. O segundo termo (σK_{t-1}) representa a capacidade máxima de produção à disposição das firmas. Sendo assim, a expressão $\alpha_0 Y_{t-1} - \sigma K_{t-1}$ pode ser entendida como uma *proxy* do grau esperado de utilização da capacidade produtiva para o período corrente.

³ O aumento exógeno do consumo do governo é um elemento determinante da tendência de crescimento do nível de atividade econômica no longo-prazo. Esta hipótese é diferente da proposta por HICKS (1950), o qual utiliza o gasto com investimento ao invés do gasto em consumo em (1).

O segundo componente da função estoque de capital desejado, $\left[\alpha_1 \left(\frac{P_t^D}{P_t^S} - 1 \right) \right]$, visa inserir a decisão de investimento no contexto mais geral da *teoria da aplicação do capital*. Nesta teoria a compra de bens de capital é vista apenas como uma das formas possíveis de acumulação de riqueza ao longo do tempo. A atratividade da compra de bens de capital depende da sua rentabilidade vis-à-vis a rentabilidade das demais formas de acumulação de riqueza. Com efeito, o estoque de capital desejado depende da razão entre o preço de demanda do equipamento de capital e o preço de oferta desse equipamento.

As funções de investimento desejado e de estoque de capital desejado podem ser expressas por:

$$I_t^D = K_t^D - K_{t-1} \quad (3)^4$$

$$K_t^D = \begin{cases} (\alpha_0 Y_{t-1} - \sigma K_{t-1}) + \alpha_1 \left(\frac{P_t^D}{P_t^S} - 1 \right); & \text{se } P_t^D > P_t^S \\ \alpha_0 Y_{t-1} - \sigma K_{t-1}, & \text{caso contrario} \end{cases} \quad (4)$$

onde: $\alpha_0 > 0; \alpha_1 > 0$

onde σ é a produtividade social do capital, ou seja, o inverso da relação capital-produto.

Após definirmos o coeficiente de projeção de vendas α_0 (que representa o otimismo espontâneo empresarial) como uma *variável aleatória* com distribuição uniforme no suporte $[15, 20]$, resta-nos justificar o uso da referida distribuição como representativa da variável em consideração. A introdução de uma distribuição de probabilidades na decisão de investimento poderia causar algum mal-estar entre os economistas pós-keynesianos; uma vez que a atribuição de uma distribuição de probabilidades a uma certa variável significa dizer que seus valores são conhecidos pelos agentes econômicos, o que equivaleria a **negar** o axioma da incerteza não-probabilística.

No entanto, tratar o *animal spirits* como uma variável aleatória não contraria o axioma da incerteza não-probabilística, uma vez que a incerteza considerada pelos autores pós-keynesianos é de natureza epistemológica, não necessariamente ontológica. Isto é, a incerteza não-probabilística é uma propriedade do conhecimento que os agentes tem do mundo em que vivem, e não necessariamente uma propriedade imanente deste mundo, o que nos permite afirmar que não há qualquer contradição em supor incerteza não-probabilística no campo das decisões dos agentes e incerteza probabilística no campo dos processos que determinam os resultados das decisões tomadas por esses mesmos agentes.

Para formalizar o impulso dos capitalistas, iremos supor que a distribuição de probabilidades seja muito ampla. Desta maneira, minimizamos o problema da sapiência da distribuição probabilística, colocando os conceitos de incerteza probabilística na fronteira com a incerteza entrópica. Isto posto, podemos invocar o *princípio da razão insuficiente de Laplace*⁵ para justificar a utilização de uma *distribuição randômica* (uniforme contínua) para gerar os valores do coeficiente de projeção de vendas.

O valor presente dos rendimentos esperados do equipamento de capital, que podemos denominar *preço de demanda do equipamento de capital*, pode ser calculado ao se assumir um “comportamento convencional” de formação de expectativas. Isto posto, assumimos que os lucros futuros serão iguais aos

⁴ O estoque de capital é definido conforme a equação $K_t = (1 - \psi)K_{t-1} + I_t + G_t^I$ em que ψ é a taxa de depreciação.

⁵ O princípio da razão insuficiente de Laplace estabelece que a melhor maneira de refletir nossa ignorância ou a amplitude de nossa incerteza, é atribuindo as mesmas chances de ocorrência aos eventos ou estados possíveis de uma variável (cf. MATTOS e VEIGA, 2002, p. 4). Por exemplo, no caso de tentamos identificar a distribuição de probabilidade de dois lançamentos de uma moeda sem sabermos se esta é viciada ou não, a melhor atitude, segundo este princípio, é aplicar uma distribuição uniforme para os eventos possíveis.

lucros obtidos no período imediatamente anterior ao da tomada da decisão de investimento⁶, de tal forma que :

$$P_t^D = \frac{(1-\tau)m_{t-1}P_{t-1}Y_{t-1}}{d_t} \quad (5),$$

onde: τ é a alíquota do imposto sobre os rendimentos não-salário, m_{t-1} é a participação dos lucros na renda no período $t-1$, P_{t-1} é o nível geral de preços do período $t-1$, Y_{t-1} é a renda real do período $t-1$ e d_t é a taxa de desconto aplicada aos rendimentos esperados do equipamento de capital.

O custo de reposição do equipamento de capital, o qual podemos denominar de *preço de oferta do referido equipamento*, equivale ao valor do estoque de capital avaliado aos preços correntes desse equipamento. Dada a estrutura do modelo aqui apresentado, o preço corrente do equipamento de capital é igual ao nível geral de preços prevalecente no período. Sendo assim, temos que:

$$P_t^S = P_{t-1}K_{t-1} \quad (5a)$$

A taxa de desconto, aplicada aos rendimentos esperados do equipamento de capital, depende de dois elementos: (i) a taxa dos títulos de longo-prazo emitidos pelo governo, a qual pode ser entendida como uma *proxy* para o custo de oportunidade dos projetos de investimento (i_{t-1}); e (ii) o *risco do tomador*, que é uma média ponderada do *risco de solvência* (δ_{t-1}) e do *risco de refinanciamento ou liquidez* (f_{t-1}). Sendo assim, temos

$$d_t = i_{t-1} + \theta \left[\frac{L_{t-1}}{P_{t-1}K_{t-1}} \right] + (1-\theta) \left[\frac{(i_{t-1} + \gamma)L_{t-1}}{m_{t-1}P_{t-1}Y_{t-1}} \right] = i_{t-1} + \theta\delta_{t-1} + (1-\theta)f_{t-1} \quad (6),$$

onde θ é o fator de ponderação dos riscos de insolvência e de iliquidez (indica o grau de aversão empresarial ao risco de insolvência *vis-à-vis* o risco de iliquidez); L_t é o volume total de empréstimos fornecidos pelos bancos; γ é o coeficiente de amortização dos débitos empresariais; δ_{t-1} é a razão entre o endividamento total das empresas e o seu estoque de capital; e f_t é um coeficiente de comprometimento financeiro, dado pela relação entre o passivo financeiro e o lucro operacional das empresas.

Uma vez determinado o investimento desejado, as firmas devem avaliar a real possibilidade de implementação de suas decisões de investimento. Elas devem determinar o montante de empréstimos que elas podem contrair junto ao setor bancário, tendo em vista o grau máximo de endividamento que as mesmas estão dispostas a aceitar; bem como o montante de recursos próprios efetivamente disponíveis para o financiamento de suas decisões de investimento. Estes últimos são obtidos com base na retenção do lucro operacional líquido. Suporemos que o governo isenta do pagamento de impostos a parcela de lucros que é retida para o autofinanciamento. Dessa forma, a *restrição financeira ao investimento* é igual ao acréscimo no nível de endividamento junto aos bancos comerciais que as firmas estão dispostas a aceitar *mais o lucro operacional líquido antes do pagamento de impostos que não é distribuído aos acionistas*. Assim, o investimento que a firma pode realizar no período t é determinado por:

$$F_t = \delta_{\max} P_{t-1}K_{t-1} - L_{t-1} + \vartheta [P_{t-1}Y_{t-1} - w_{t-1}N_{t-1} - (i_{t-1} + \gamma)L_{t-1}] \quad (7),$$

onde: ϑ é o coeficiente de retenção de lucros.

A equação (8), a seguir, detalha o investimento efetivamente realizado no período t

$$I_t = \min(I_t^D, F_t) \quad (8)$$

⁶ Sobre a racionalidade desse padrão de expectativas ver POSSAS (1993).

Quanto aos gastos de consumo, iremos assumir a existência de propensões a consumir diferenciadas sobre salários e lucros, tal como KALDOR (1956) e PASINETTI (1962). Mais especificamente, iremos considerar que “os trabalhadores gastam tudo o que ganham”, com sua propensão a poupar igual a zero.

Por outro lado, iremos assumir que os capitalistas produtivos (ou seja, os proprietários das empresas não-financeiras da economia) têm uma propensão a poupar sobre o lucro operacional líquido igual à s_c e que os capitalistas produtivos possuem um estoque de ativos denominados em moeda estrangeira e herdado do período anterior igual a A_{t-1}^* . Sobre este estoque incide uma taxa de juros internacional igual a i_{t-1}^* , de forma que os capitalistas produtivos obtêm uma renda do exterior igual a $A_{t-1}^* i_{t-1}^*$ em moeda estrangeira. Com isto, os capitalistas produtivos recebem uma renda do exterior igual a $E_t A_{t-1}^* i_{t-1}^*$, onde E_t é a taxa nominal de câmbio prevalecente no período t .

Por fim, iremos supor que os capitalistas financeiros (ou seja, os proprietários dos bancos) têm uma propensão a poupar sobre a receita líquida das operações de intermediação financeira igual a s_f . Deste modo, os gastos nominais de consumo no período t são determinados pela seguinte expressão:

$$P_t C_t = w_{t-1} N_{t-1} + (1 - s_c)(1 - \tau) \left\{ (1 - \vartheta) (P_{t-1} Y_{t-1} - w_{t-1} N_{t-1} - (i_{t-1} + \gamma) L_{t-1}) \right\} + A_{t-1}^* i_{t-1}^* E_t + (1 - s_f)(1 - \tau) L_{t-1} i_{t-1} \quad (9)$$

A demanda efetiva no período t é determinada pela seguinte expressão:

$$Z_t = C_t + I_t + G_t^c + G_t^I + X_t - M_t \quad (10)$$

Onde: X_t é o *quantum* exportado no período t , M_t é o *quantum* importado no período t , $e_t = \frac{E_t P_t^*}{P_t}$ é a taxa real de câmbio, P_t é o nível de preços doméstico, P_t^* é o nível de preços internacional.

Iremos supor que o *quantum* importado é determinado pela função

$$M_t = j \left(\frac{E_{t-1} P_{t-1}^*}{P_{t-1}} \right)^\xi Y_{t-1}^\epsilon \quad (11),$$

na qual j é uma constante positiva; ξ é a elasticidade-renda da demanda pelas importações (positiva); ϵ é a elasticidade-preço da demanda pelas importações (negativa); P_t é o preço das exportações em moeda nacional.

A função de *quantum* de exportações, de modo análogo, é

$$X_t = \chi \left(\frac{E_{t-1} P_{t-1}^*}{P_{t-1}} \right)^\Omega Y_{t-1}^{\nu} \quad (12),$$

na qual temos χ como sendo uma constante positiva; ν como a elasticidade-renda da demanda por exportações (positiva); Ω como elasticidade-preço da demanda pelas exportações (positiva); e Y_{t-1}^* representando a demanda externa definida no período anterior.

2.2. Módulo 2: Produção, Renda e Progresso Tecnológico.

De acordo com o *princípio da demanda efetiva*, o nível de produção é determinado pela demanda efetiva por bens e serviços (cf. PASINETTI, 1997, p.99). O único pressuposto teórico para a validade deste princípio é a existência de capacidade de produção ociosa. Em tais condições as firmas irão atender à qualquer variação da demanda, variando o seu nível de produção corrente. Portanto, o limite de validade do referido princípio é dado pelo nível potencial de produção da economia. Este nível potencial é a quantidade

máxima de bens e serviços que a economia pode produzir num dado período com o estoque de máquinas e de trabalhadores disponíveis.

Todavia, determinar o produto potencial envolve limitações de duas naturezas distintas. As primeiras dizem respeito à disponibilidade da força de trabalho. As segundas, à intensidade do uso da capacidade de produção existente. No que se refere às primeiras limitações, importa ressaltar que existe um nível mínimo abaixo do qual a taxa de desemprego não pode cair⁷. Essa taxa mínima de desemprego pode ser considerada como o “pleno-emprego” da força de trabalho. Denominando essa taxa mínima de desemprego por U_{min} , temos que a produção máxima de bens e serviços possibilitada pelo pleno-emprego da força de trabalho é dada pela expressão

$$Y_t^{max, l} = \frac{N_t}{q_t} (1 - U_{min}) \quad , (13)$$

onde q_t é o requisito unitário de mão-de-obra (quantidade de trabalhadores que é tecnicamente necessária para a produção de uma unidade de produto).

A variável q_t pode ser escrita como uma função de progresso técnico, análoga a KALDOR (1957), da seguinte maneira:

$$q_t = q_{t-1} - \rho_0 \left[\frac{(1-\psi)K_{t-1} + I_t + G_t^i}{(1-\psi)K_{t-2} + I_{t-1} + G_{t-1}^i} - 1 + \zeta \right] q_{t-1} \quad (14)$$

A função de progresso técnico adotada segue a influência das idéias de KALDOR (1957), que pondera que qualquer tipo de progresso tecnológico - seja ele poupador de capital ou poupador de mão-de-obra - se traduz em um aumento do estoque de capital. O corolário é que o ritmo de acumulação de capital é uma boa proxy do ritmo de progresso tecnológico de uma economia.

No intento de melhorar as especificações no que toca aos determinantes do progresso tecnológico, foi inserida a variável ζ . Ela segue uma *distribuição randômica* no intervalo $[-1;1]$, podendo assumir infinitos valores neste intervalo e tendo cada um dos eventos igual probabilidade de ocorrência.

Por outro lado, também existe um limite superior ao *grau de utilização da capacidade instalada*. Tal como enfatizado por STEINDL (1952), as firmas desejam operar com uma certa capacidade excedente no longo-prazo, dadas as *indivisibilidades* na decisão de investimento em capital fixo. Estas indivisibilidades fazem com que o crescimento da capacidade instalada seja maior do que o da demanda, o que gera uma ociosidade na utilização da capacidade instalada. Denominando o grau máximo de utilização da capacidade produtiva por u^{max} , temos que a produção máxima de bens e serviços compatível com esse nível de utilização da capacidade instalada é dado pela equação

$$Y_t^{max, c} = u^{max} \bar{Y}_{t-1} \quad (15),$$

na qual \bar{Y}_{t-1} é o nível de produção máximo que poderia ser obtido no período t-1 com a plena-utilização da capacidade produtiva existente.

Esse nível máximo de produção é determinado pela expressão

$$\bar{Y}_{t-1} = \sigma K_{t-1} \quad (16),$$

em que σ é a “produtividade social do capital”⁸; uma variável de natureza técnica que indica a quantidade de produto que pode ser obtida por intermédio da utilização de uma unidade de “capital”.

⁷ Trata-se do assim chamado “desemprego friccional” e do “desemprego voluntário”.

⁸ Essa terminologia é tomada emprestada de DOMAR (1946).

Nesse contexto, o produto potencial no período t é menor valor entre (13) e (15). Temos, portanto::

$$Y_t^{\max} = \min \left[\frac{N_t}{q_t} (1 - U_{\min}); u^{\max} \sigma K_{t-1} \right] \quad (17).$$

Se o nível efetivo de produção for menor do que o produto potencial determinado pela equação (17), então o produto real no período t será determinado pela demanda efetiva desse mesmo período, dada pela equação (10).

A produção pode aumentar entre períodos a uma certa taxa. Contudo, há um limite para esta taxa, dado que as firmas se defrontam com um custo não-desprezível para aumentar a produção entre um período e outro, custo esse dado pelas despesas que as mesmas tem que incorrer na seleção, contratação e treinamento dos novos trabalhadores. Por esta razão, iremos assumir a existência de uma *taxa máxima de crescimento do produto real entre períodos*, determinada pelo custo máximo de ajuste do nível de produto inter-períodos que as firmas estão dispostas a aceitar. Assim, o nível de produção no período t será determinado pela expressão

$$Y_t = \min \left[Z_t, Y_t^{\max}, (1 + g^{\max}) Y_{t-1} \right] \quad (16),$$

onde g^{\max} representa a taxa máxima de crescimento por período.

2.3. Módulo 3: Distribuição de Renda

Numa economia industrial, tal como a suposta pelo modelo aqui considerado, a renda doméstica deve ser concebida como a riqueza expressa em termos materiais (produtos) e criada ao longo de um determinado período. Isto posto, há somente duas modalidades de renda numa economia industrial: salários e lucros brutos. O governo e o setor financeiro não criam riqueza, mas apenas se apropriam de uma parte dos lucros gerados no processo produtivo, sob a forma de impostos e juros. Os impostos e os juros não afetam o montante de lucros e, portanto, de renda criada na economia ao longo de um determinado período. Com isto, a renda avaliada em termos nominais e gerada ao longo do período t é igual a soma da massa de salários e dos lucros brutos. Então, temos:

$$P_t Y_t = w_t N_t + r_t P_t K_t \quad (17)$$

onde r_t é a taxa de lucro e w a taxa de salário nominal.

A taxa de lucro r_t pode ser expressa como o produto entre a participação dos lucros na renda (m_t), o grau de utilização da capacidade produtiva (u_t) e a “produtividade social do capital” (σ). Sendo assim, reescrevemos a expressão (17) da seguinte forma:

$$m_t = 1 - V_t q_t \quad (18)$$

onde V_t é o salário real.

A expressão (18) mostra que, dada a “produtividade do trabalho”, existe uma relação inversa entre o salário real e a participação dos lucros na renda.

2.4. Módulo 4: Inflação e Política Monetária

As hipóteses básicas deste módulo são: (i) as transações externas só ocorrem com *bens finais* de forma que variações da taxa nominal de câmbio não têm nenhum impacto direto sobre os custos diretos unitários de produção das empresas; e (ii) a mobilidade internacional de trabalho é igual a zero de forma que a oferta de trabalho não aumenta com a imigração os trabalhadores imigrantes (a oferta de trabalho é predominantemente doméstica).

Na economia aqui considerada a estrutura de mercado é *oligopolizada*. As empresas têm poder de fixação de preços, sendo estes fixados com base na imposição de uma taxa de *mark-up* sobre os custos diretos unitários de produção. Dessa forma, temos:

$$P_t = (1 + z_t^f) w_t q_t \quad (19),$$

onde z_t^f é a taxa de *mark-up* fixada pelas empresas do setor produtivo⁹.

Neste sentido, os preços fixados pelas empresas do setor produtivo podem variar entre períodos em função da ocorrência de: (i) uma variação dos salários entre períodos¹⁰; (ii) uma variação da taxa de *mark-up* entre períodos; e (iii) uma variação do requisito unitário de mão-de-obra entre períodos¹¹.

Sendo assim, a taxa de inflação no período t , definida como a variação de preços entre o período t e o período $t-1$, é dada por:

$$(1 + \pi_t) = \frac{P_t}{P_{t-1}} = \left[\frac{(1 + z_t^f)}{(1 + z_{t-1}^f)} \right] \left[\frac{w_t}{w_{t-1}} \right] \left[\frac{q_t}{q_{t-1}} \right] \quad (20)$$

onde: π_t é a taxa de inflação no período t .

O primeiro passo para a determinação da taxa de inflação no período t é, portanto, a determinação da *inflação salarial*, ou seja, a determinação da taxa de variação dos salários nominais entre o período t e o período $t-1$. Para tanto, iremos supor que os salários nominais são objeto de barganha entre as firmas e os sindicatos.

No processo de negociação salarial, os sindicatos demandam reajustes salariais que sejam suficientes para cobrir a inflação do período anterior e para aumentar o nível de salário real até um certo patamar desejado pelos mesmos. Este patamar é influenciado pelas condições vigentes no mercado de trabalho e pelo crescimento da produtividade. Quanto maior for o poder de barganha dos sindicatos maior será a importância do crescimento da produtividade na determinação da taxa de reajuste dos salários nominais. A equação de reajuste salarial será:

$$\left(\frac{w_t - w_{t-1}}{w_{t-1}} \right) = \left(\frac{P_{t-1} - P_{t-2}}{P_{t-2}} \right) + \phi (\bar{V}_t - V_{t-1}) \quad (21)$$

em que \bar{V}_t é o salário real desejado pelos trabalhadores no período t ¹².

A partir de (20), após algum cálculo algébrico, obtemos:

⁹ O *mark up* produtivo pode ser definido como: $z_t^f = z_0 + z_1^f u_{t-1} + z_2^f \delta_{t-1}$, $z_1^f > 0$, $z_2^f > 0$. No que se refere à variação da taxa de *mark-up* entre períodos, iremos nos basear nas idéias de EICHNER (1979). Segundo esse autor, a margem de lucro é uma variável central na adaptação da firma a conjuntura econômica. Num cenário positivo de aumento do grau de utilização da capacidade produtiva, as firmas aumentariam a taxa de *mark-up* devido ao aumento do seu poder de mercado decorrente do aumento da demanda pelos seus produtos. Por outro lado, a margem de lucro é uma variável importante na determinação da capacidade interna de financiamento da firma. Dessa forma, num cenário de elevação da taxa de endividamento, as firmas podem recorrer ao aumento da taxa de *mark-up* como parte de uma estratégia com vistas ao aumento dos fundos auto-gerados. Sendo assim, propomos a seguinte equação para a determinação do *mark-up* das firmas do setor produtivo:

¹⁰ Está suposto que, *ao longo de um dado período*, os salários nominais são *fixos*.

¹¹ Ao contrario dos modelos Kaleckianos tradicionais, a taxa de *mark-up* pode variar ao longo do tempo como resultado do aumento do poder de mercado das empresas ou em função de uma maior necessidade de geração de fundos próprios para o financiamento das decisões de investimento. Ao longo de um dado período, no entanto, a taxa de *mark-up* permanece constante.

¹² O salário real desejado é função do desemprego e da produtividade do trabalho, podendo ser definido como: $\bar{V}_t = \phi_1 - \phi_0 U_{t-1} + \phi_2 \frac{1}{q}$. O progresso tecnológico pode afetar positivamente o salário real efetivo uma vez que na

medida em que as técnicas avançam, exige-se um maior nível de conhecimento e treinamento da mão-de-obra; esta, por sua vez, por ser cada vez mais qualificada, exige uma melhor remuneração face a sua alta produtividade.

$$\pi_t = \left[\frac{1 + z_0 + z_1^f u_{t-1} + z_2^f \delta_{t-1}}{1 + z_0 + z_1^f u_{t-2} + z_2^f \delta_{t-2}} \right] \left(\pi_{t-1} + 1 + \phi \phi_1 - \phi \phi_0 U_{t-1} + \phi_2 \frac{1}{q} - \phi V_{t-1} \right) \left(1 - \rho_0 \left(\frac{(1-\psi)K_{t-1} + I_t + G_t^i}{(1-\psi)K_{t-2} + I_{t-1} + G_{t-1}} - 1 \right) \right) - 1 \quad (21)$$

O controle da taxa de inflação é um dos objetivos primordiais dos bancos centrais, que são as instituições responsáveis pela formulação da política monetária. Como pressupostos, assumimos que a política monetária é conduzida num regime de metas de inflação e que o Banco Central fixa a cada período o valor da taxa básica de juros por intermédio de uma *regra de Taylor* (cf. TAYLOR, 1993). A expressão desta regra é: assim descrita:

$$i_t^* = (1 - \lambda)i_{t-1}^* + \lambda[\beta_0(\pi_{t-1} - \pi^*) + \beta_1(g_{t-1} - \eta) + \beta_2] \quad (22)$$

Onde: i_t^* é a taxa básica de juros definida pelo Banco Central¹³; λ é o fator de inércia da taxa de juros; os coeficientes $\beta_0 > 0$ e $\beta_1 > 0$ representam, respectivamente, o peso dado, na formação da taxa básica de juros, a divergência da taxa de inflação do período anterior com respeito à “meta inflacionária” (π^*) e a divergência da taxa de crescimento do produto real no período anterior com respeito à taxa natural de crescimento (η); e β_2 é uma constante¹⁴.

2.5. Módulo 5: Setor Financeiro e Déficit Fiscal.

Tal como no caso do setor produtivo, iremos supor que a estrutura de mercado prevalecente no setor bancário é oligopolista. Os bancos têm, portanto, poder fixar a taxa de juros cobrada sobre os empréstimos que concedem para as empresas produtivas. Os bancos comerciais definem a taxa de juros cobrada pelos seus empréstimos (i_t) por intermédio da aplicação de um *mark-up* (z_t^b) sobre a taxa básica de juros definida pelo Banco Central (cf. ROUSSEAS, 1986, pp.51-52), tal como na equação:

$$i_t = (1 + z_t^b)i_t^* \quad (23)$$

Do mesmo modo como no caso das firmas do setor produtivo, o *mark-up* bancário não é fixo, mas pode variar entre períodos em função de mudanças na conjuntura econômica e/ou no poder de mercado dos bancos. Tal como ARONOVICH (1994), supomos que o *mark-up* bancário é contra-cíclico, variando na direção inversa do grau de utilização da capacidade produtiva. Com efeito, aumentos no grau de utilização da capacidade produtiva estão associados a aumento das vendas e, portanto, a uma redução do risco de *default* por parte das empresas do setor produtivo. Essa redução do risco de *default* permite aos bancos reduzir o *spread* entre a taxa de juros dos empréstimos e a taxa básica de juros.

Outra suposição implícita neste módulo é a de que aumentos na taxa de inflação induzem os bancos comerciais a aumentar a taxa de *mark-up*. A intuição aqui é a de que aumentos da taxa de inflação obrigam o banco central a aumentar a taxa básica de juros. Tal ação é realizada na tentativa de impedir uma divergência dos índices de inflação com respeito à meta inflacionária. Ocorre que ela aumenta a volatilidade da taxa básica de juros, contribuindo para o aumento do “risco de juros” (cf. ONO *et alli*, 2005). Como

¹³ Segundo BARBOSA (2004), os bancos centrais não realizam mudanças abruptas na taxa de juros de um período para o outro, mas tendem a se comportar de forma a realizar uma “suavização” dos movimentos da taxa de juros ao longo do tempo. Dessa forma, passa-se a observar um certo comportamento inercial da taxa de juros.

¹⁴ A única restrição à aplicação da equação (22) como regra de fixação da taxa básica de juros pelo Banco Central é que a taxa de juros básica não pode jamais ser negativa. Dessa forma, deve-se estabelecer um “piso” para a taxa básica de juros nessa economia. Denominando esse piso por i_{min}^* , o valor da taxa básica de juros no período t é dado por:

$$i_t^* = \max\{i_{min}^*; (1 - \lambda)i_{t-1}^* + \lambda[\beta_0(\pi_{t-1} - \pi^*) + \beta_1(g_{t-1} - \eta) + \beta_2]\}$$

resposta à este aumento, os bancos comerciais elevam o *spread* entre a sua taxa e a taxa de juros fixada pelo banco central¹⁵. A dinâmica do *mark-up* bancário é explicitada tal como segue:

$$z_t^b = \max(z_{\min}^b; z_1^b u_{t-1} + z_2^b \pi_{t-1}) \quad (24)$$

Uma vez fixada a taxa de juros dos empréstimos, os bancos comerciais atendem a toda a demanda de empréstimos das firmas do setor produtivo. Isso significa que não há nenhum tipo de *restrição de credito*, tal como se observa nos modelos macroeconômicos de inspiração novo-keynesiana. Portanto, o volume efetivo de crédito concedido pelos bancos comerciais no período t é inteiramente determinado pela demanda de crédito. Tal assunção está em consonância com a *hipótese de endogenidade da oferta de moeda*, apresentada por KALDOR (1986) e MOORE (1988)¹⁶. O ritmo de expansão dos depósitos a vista é determinado pelo ritmo de concessão dos empréstimos por parte dos bancos comerciais, de tal modo que:

$$D_t - D_{t-1} = L_t - L_{t-1} \quad (25)$$

Onde D_t é o volume de depósitos a vista no período t .

O déficit fiscal do governo (DG_t), por suposto, é inteiramente financiado pela expansão da base monetária (H_t), de onde se infere que:

$$DG_t = H_t - H_{t-1} \quad (26),$$

onde H_t é a base monetária no período t .

2.6. Módulo 6: Setor Externo

Na modelagem do setor externo assumimos que a economia em consideração é uma pequena economia aberta. O seu regime de câmbio é flutuante e ela possui mobilidade imperfeita de capitais. No que se refere ao regime de conversibilidade da conta de capitais, adotamos o pressuposto de que apenas os capitalistas produtivos estão autorizados por lei a usar uma parte dos lucros distribuídos por suas empresas para adquirir ativos no exterior. A única maneira pela qual os capitais podem fluir da economia doméstica para o “resto do mundo” é por intermédio de “investimento externo direto”. Partimos da assunção de que são proibidos os movimentos de capitais para explorar os diferenciais entre as taxas de juros doméstica e internacional.

Os preços e a taxa de inflação internacional são determinados pelas seguintes equações:

$$P_t^* = (1 + \pi_t^*) P_{t-1}^* \quad (25)$$

$$\pi_t^* = \overline{\pi^*} + \varepsilon_t \quad (26)$$

onde: ε_t é um ruído branco e $\overline{\pi^*}$ é a inflação média do resto do mundo, definida exogenamente. A equação (26) mostra que a inflação internacional é uma variável aleatória com média e variância constantes.

A renda do resto do mundo cresce a uma taxa aleatória g_t^* , de forma que:

$$Y_t^* = (1 + g_t^*) Y_{t-1}^* \quad (27)$$

$$g_t^* = \overline{g^*} + \eta_t \quad (28)$$

onde: $\overline{g^*}$ é a taxa média de crescimento da economia mundial (exogenamente determinada) e η_t é o termo de ruído branco associado ao processo de crescimento.

¹⁵ O *mark-up* bancário possui um “pisso” abaixo do qual ele não pode cair, o qual reflete o “grau de monopólio” dos bancos. Portanto, a equação de determinação do *mark-up* bancário é dada por: $z_t^b = \max(z_{\min}^b; z_0 - z_1^b u_{t-1} + z_2^b \pi_{t-1})$; $z_1^b < 0$; $z_2^b > 0$

¹⁶ O argumento básico de MOORE (1988) para justificar a endogenidade da oferta de moeda é que, nas condições prevalentes nos modernos sistemas monetários, caracterizado pela existência conjunta de *fiat money* e *credit money*, a base monetária é endógena, ou seja, o banco central acomoda toda e qualquer variação na demanda por reservas bancárias com uma variação da disponibilidade de reservas, mantendo constante a taxa de juros do mercado interbancário.

De forma análoga iremos supor que a taxa de juros internacional flutua de forma aleatória em torno de um valor constante exogenamente determinado.

$$i_t^* = \bar{i}^* + \gamma_t \quad (29)$$

Onde: \bar{i}^* é a taxa de juros média prevalecente no resto do mundo e γ_t é o termo de ruído branco associado ao movimento da taxa de juros internacional.

O saldo da conta de transações correntes do balanço de pagamentos é dado por:

$$STC = E_t P_t^* (X_t - M_t) + E_t i_{t-1}^* A_{t-1}^* \quad (30)$$

Por hipótese, iremos supor que a economia em consideração é *exportadora de capital*. O saldo da conta de capitais do balanço de pagamentos será sempre negativo, uma vez que os capitalistas domésticos (do setor produtivo) irão adquirir ativos no exterior a partir da fração poupada da sua renda. Dessa forma, o saldo da conta de capitais do balanço de pagamentos é dado por:

$$SKC = -E_t (A_t^* - A_{t-1}^*) \quad (31)$$

Assumimos a existência de um regime de câmbio flutuante puro, de maneira que o saldo do balanço de pagamentos será necessariamente igual a zero, uma vez que as autoridades monetárias não intervêm no mercado de câmbio. Sendo assim, temos que:

$$E_t P_t^* (X_t - e_t M_t) + E_t i_{t-1}^* A_{t-1}^* = E_t (A_t^* - A_{t-1}^*) \quad (32)$$

Como os capitalistas do setor produtivo utilizam as suas poupanças para financiar a compra de ativos no exterior, temos que:

$$E_t (A_t^* - A_{t-1}^*) = s_c (1 - \tau) \left\{ (1 - \vartheta) [P_{t-1} Y_{t-1} - w_{t-1} N_{t-1} - (i_{t-1} + \gamma) L_{t-1}] + E_t i_{t-1}^* A_{t-1}^* \right\} \quad (33)$$

Substituindo as expressões (11), (12) e (33) em (32), obtemos:

$$E_t \left\{ P_t^* \left[\chi \left(\frac{E_{t-1} P_{t-1}^*}{P_{t-1}} \right)^\Omega (Y_{t-1}^*)^v - j \left(\frac{E_{t-1} P_{t-1}^*}{P_{t-1}} \right)^\chi (Y_{t-1})^\varepsilon \right] + i_{t-1}^* A_{t-1}^* \right\} = (1 - \tau) \left\{ (1 - \vartheta) [P_{t-1} Y_{t-1} - w_{t-1} N_{t-1} - (i_{t-1} + \gamma) L_{t-1}] + E_t i_{t-1}^* A_{t-1}^* \right\} \quad (34)$$

Na equação (34) a taxa nominal de câmbio no período t é a variável que ajusta o valor do saldo da conta de transações correntes do balanço de pagamentos ao valor do saldo da conta de capitais, determinado pela poupança dos capitalistas do setor produtivo, de forma a manter o balanço de pagamentos em equilíbrio. Resolvendo a equação (34) para E_t obtemos:

$$E_t = \frac{(1 - \tau) \left\{ (1 - \vartheta) [P_{t-1} Y_{t-1} - w_{t-1} N_{t-1} - (i_{t-1} + \gamma) L_{t-1}] \right\}}{\left\{ P_t^* \left[\chi \left(\frac{E_{t-1} P_{t-1}^*}{P_{t-1}} \right)^\Omega (Y_{t-1}^*)^v - j \left(\frac{E_{t-1} P_{t-1}^*}{P_{t-1}} \right)^\chi (Y_{t-1})^\varepsilon \right] + \tau (i_{t-1}^* A_{t-1}^*) \right\}} \quad (35)$$

Utilizamos o método de Monte Carlo¹⁷ para gerar os números aleatórios das séries das variáveis exógenas do modelo. Aplicamos este método nas planilhas do modelo em Excel. Com tal método, procuramos remover o problema da geração dos números para as variáveis exógenas do sistema. A fixação

¹⁷ Os métodos de reamostragem mais comuns são os de Monte Carlo, o de Bootstrap e o de Jackknife. Para uma discussão sobre tais métodos e sobre a Teoria das Pequenas Amostras, sugerimos MADDALA (2001). Para uma abordagem mais formalizada do método de Monte Carlo, sugerimos ENDERS (1995) e GREENE (2003).

dos parâmetros e condições iniciais do sistema obedeceu ao princípio da correspondência enunciado por SAMUELSON (1947)¹⁸ e ao método de calibragem de HANSEN e HECKMAN (1996, p.2)¹⁹.

O quadro 1 abaixo mostra as séries de variáveis exógenas. Algumas foram geradas pelo processo de Monte Carlo. A inflação externa foi admitida como constante.

Os valores das séries que possuem termos de ruído branco também foram gerados pelo processo de Monte Carlo, a partir de um intervalo de [0; 0,01]. Os termos utilizados para ruídos brancos foram ε , η e Ξ .

Quadro 1 – Variáveis exógenas obtidas pelo método de Monte Carlo

π^*_t	Inflação externa (fixada em 0,025)
g^*_t	Taxa de crescimento da economia internacional (números aleatórios gerados a partir do intervalo [0,00; 0,045])
i^*_t	Taxa de juros nominal internacional (números aleatórios gerados a partir do intervalo de [0,01; 0,12])
Ω	Elasticidade-preço da demanda pelas exportações (números aleatórios gerados a partir do intervalo de [0,55; 0,7])
χ	Elasticidade-preço da demanda por importações (números aleatórios gerados no intervalo de [-0,7; 0,8])
ν	Elasticidade-renda da demanda por exportações (números aleatórios gerados no intervalo de [1,85; 1,9])
ξ	Elasticidade-renda da demanda pelas importações (números aleatórios gerados no intervalo de [1,65; 1,7])

2.7 Módulo 7: Ativos e Passivos do Setor Privado.

O setor privado da economia é composto por três classes sociais: capitalistas produtivos, capitalistas financeiros e trabalhadores. Estes últimos não possuem riqueza não-humana, uma vez que a sua propensão a poupar é igual a zero. Dessa forma, iremos analisar apenas a consistência entre ativos e passivos dos capitalistas produtivos e financeiros da economia em consideração.

Os capitalistas produtivos e financeiros são proprietários das empresas e dos bancos respectivamente. No entanto, as empresas e os bancos existem como *peçoas jurídicas* totalmente distinguíveis de seus proprietários. Sendo assim, os seus ativos e passivos serão analisados separadamente dos ativos e passivos dos seus proprietários.

As empresas do setor produtivo possuem como ativo apenas o estoque de capital, o qual é financiado a partir de lucros retidos (capital próprio, W_t^F) e empréstimos bancários (capital de terceiros). Sendo assim, o seu balancete de estoque pode ser expresso por:

$$P_t K_t = L_t + W_t^F \quad (36)$$

Os ativos bancários são representados pelos empréstimos concedidos às empresas e pelas suas reservas em papel-moeda (R_t). O passivo é composto por depósitos a vista e pelo capital próprio (W_t^B). Em termos algébricos:

$$L_t + R_t = D_t + W_t^B \quad (37)$$

Os capitalistas do setor produtivo alocam a sua poupança unicamente para a compra de ativos denominados em moeda estrangeira. Dessa forma, temos que:

$$E_t A_t^* = W_t^{cp} \quad (38)$$

¹⁸ Princípio pelo qual se valida a prática de atribuir valores iniciais e parâmetros em modelos quantitativos quando há impossibilidade de obtenção de um conjunto de dados suficientemente grande e preciso para que o pesquisador possa inferir analiticamente o comportamento de um sistema dinâmico.

¹⁹ O processo de calibragem para estes autores, tal como foram citados por OREIRO e ONO (2005), se referem a: “um processo de manipulação das variáveis independentes – leia-se aqui os parâmetros e as condições iniciais – de modo a obter uma combinação plausível entre os dados observados empiricamente e os resultados simulados” (HANSEN e HECKMAN, 1996, p. 2, *apud* OREIRO e ONO, 2005, p. 15).

onde: W_t^{cp} é o estoque de riqueza dos capitalistas do setor produtivo.

Por fim, os capitalistas do setor financeiro alocam a sua riqueza (W_t^{cf}) entre dois ativos: depósitos bancários e papel-moeda (M_t). Assim, temos que:

$$D_t + M_t = W_t^{cf} \quad (39)$$

Agregando todos os ativos e passivos do setor privado temos que:

$$W_t = W_t^B + W_t^F + W_t^{cf} + W_t^{cp} = R_t + M_t + P_t K_t + E_t A_t^* \quad (40)$$

onde: W_t é a riqueza líquida do setor privado.

A base monetária (H_t) é igual, por definição, a soma entre as reservas bancárias e o papel-moeda em poder do público. Assim temos que:

$$H_t = R_t + M_t \quad (41)$$

A partir desse razoado fica claro que apenas os bancos e os capitalistas do setor financeiro devem tomar decisões de alocação de portfólio. As empresas do setor produtivo e os capitalistas desse setor alocam sua riqueza inteiramente em um único ativo.

No que se refere aos capitalistas do setor financeiro iremos supor que a quantidade de moeda que eles desejam reter no período t é igual a quantidade de moeda que eles retiveram no período anterior mais a parcela poupada do lucro líquido dos bancos nesse período, ou seja:

$$M_t = M_{t-1} + (1 - \tau)s_f(i_{t-1}L_{t-1}) \quad (42)$$

Substituindo (26) e (42) em (41), temos:

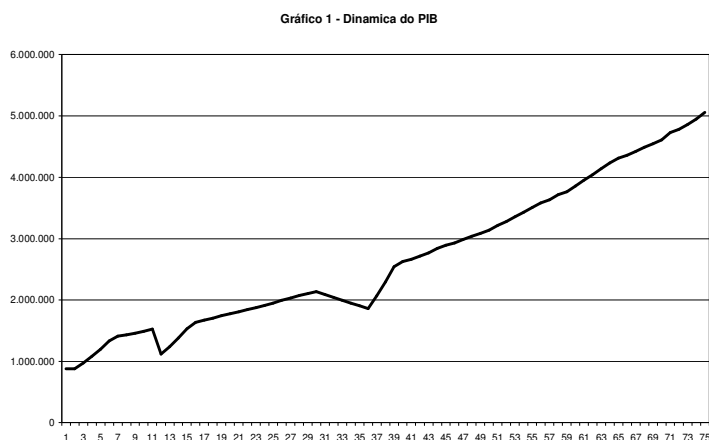
$$R_t = (H_{t-1} - M_{t-1}) + [(DG_t) - (1 - \tau)s_f(i_{t-1}L_{t-1})] \quad (43)$$

3. Resultados do Modelo Aberto de Simulação

Os resultados da simulação computacional do modelo aberto, rodado no programa Excel 2002, podem ser sintetizados em duas partes. A primeira se refere à descrição da dinâmica macroeconômica interna do modelo. A segunda, à descrição da dinâmica macroeconômica de uma economia aberta descrita a partir da introdução das variáveis exógenas computadas por meio de simulações de Monte Carlo.

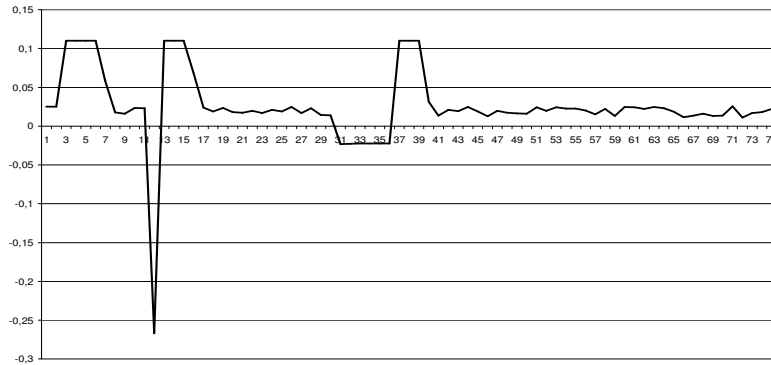
3.1. Dinâmica macroeconômica interna

Do gráfico 1 que descreve a evolução do PIB real ao longo de 73 períodos, extraímos conclusões parecidas com às do modelo fechado original: há um crescimento irregular e não-explosivo do PIB. A diferença é que neste modelo aberto há a formação de ciclos mais nítidos, o que não ocorre no modelo original.



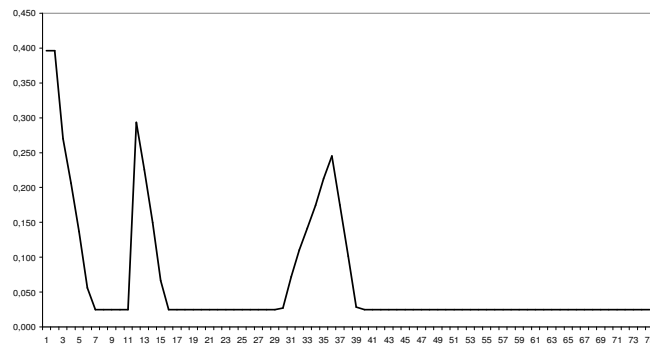
No tocante à taxa de crescimento do produto real, o gráfico 2 demonstra, inicialmente, um crescimento explosivo (do tipo *take-off*, tal como descrito por ROSTOW, 1960). Após isto, há um período de estagnação, seguido de uma abrupta queda (depressão econômica, no período 11) e sucedido por um período expansionista com trajetórias de crescimento do PIB de contornos nitidamente cíclicos. Em seguida, verificamos uma segunda depressão, com duração menor do que a primeira. A partir daí a economia passa a crescer com maior volatilidade do que a simulação do modelo de Oreiro-Ono para uma economia fechada e sem progresso técnico endógeno.

Gráfico 2 - Taxa de Crescimento do Produto Real



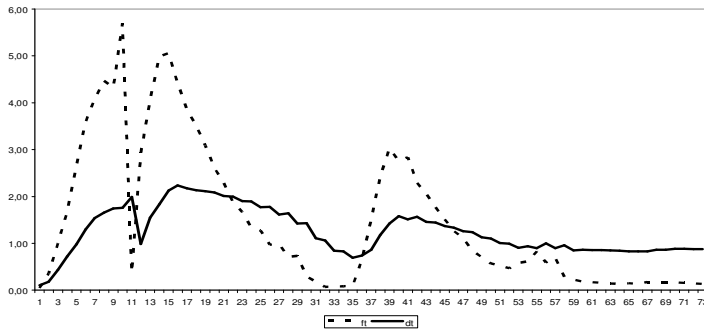
No tocante à taxa de desemprego, o gráfico 2 apresenta picos e “vales” associados ao desempenho da atividade real, descrito no gráfico anterior. Os “vales” da taxa de crescimento se aproximam da taxa de 2,5%, que equivale ao nível de desemprego obtido por economias que apresentam ciclos de expansão elevada (Japão, no pós-guerra, China, desde o final da década de 80, Coréia do Sul, a partir do final da década de 70, Irlanda, em meados dos anos 90; Espanha e Chile, a partir do início dos anos 90). Os quatro picos registrados na simulação se apresentam progressivamente menores, o que permite supor que, à medida que a economia se desenvolve, a volatilidade da taxa de desemprego tende a diminuir.

Gráfico 3 - Taxa de Desemprego



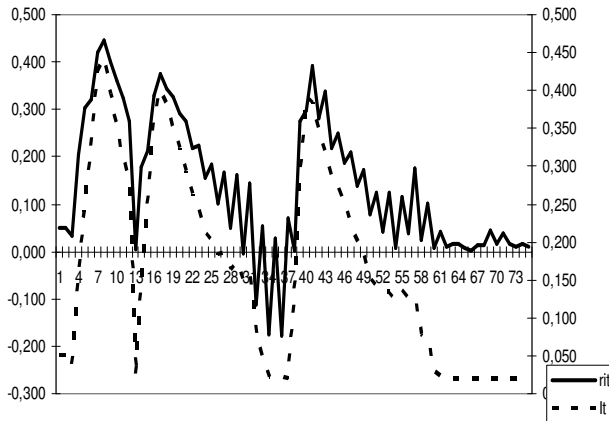
O gráfico 4 apresenta uma queda lenta, progressiva e cíclica da fragilidade financeira (ou risco de iliquidez). A trajetória da taxa subjetiva de desconto demonstra uma tendência progressiva de redução da sua volatilidade.

Gráfico 4 - Fragilidade (f) e Desconto (d)



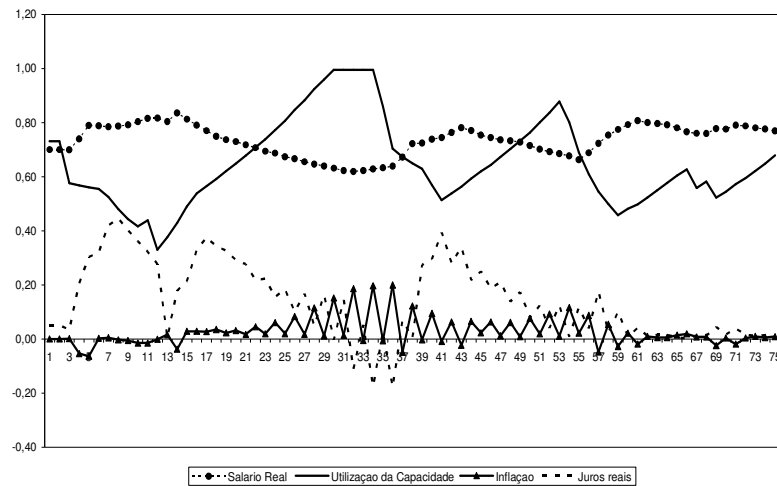
O gráfico 5 abaixo demonstra a relação entre as taxas de juros reais e de investimento.

Gráfico 5 - Juros reais (rit) e Taxa de Investimento (It)



A existência de sub-utilização da capacidade produtiva no longo prazo ocorre também neste modelo aberto. Novamente, a diferença em relação ao modelo original é o contorno mais cíclico do gráfico. Com a elevação dos juros reais e a desinflação iniciadas no período 3, ocorre um período de estagnação das taxas de crescimento (gráfico 2), o grau de utilização da capacidade produtiva se eleva. Dadas a retomada da inflação entre os períodos 25 e 32, e o aumento dos juros reais, este grau diminui abruptamente e os salários reais crescem. A partir do período 54, os juros reais e a inflação voltam a apresentar trajetória instável, o que faz com que a utilização da capacidade caia e os salários reais voltem a crescer (gráfico 6).

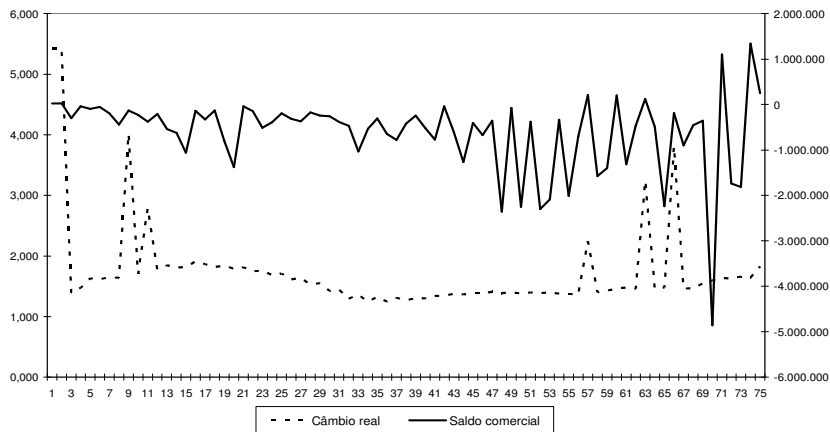
Gráfico 6 - Dinâmica Macroeconômica



3. 2. Dinâmica Macroeconômica Externa

A interação dinâmica entre o câmbio real e o saldo comercial, no longo prazo, é descrita pelo gráfico 10. Nele, observamos que em períodos nos quais há apreciação da taxa de câmbio real, o saldo comercial, além de cair, apresenta sua volatilidade reduzida. Inversamente, quando a taxa de câmbio real se deprecia, o saldo comercial tende a subir e sua volatilidade tende a aumentar bastante. O gráfico também apresenta algumas curvas J em períodos nos quais a taxa de câmbio real se deprecia.

Gráfico 10 - Câmbio real (Et) e Saldo Comercial (NX)

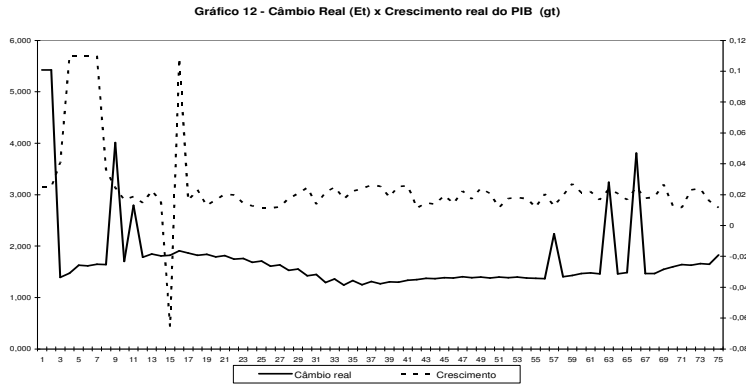


A relação entre câmbio e as taxa de crescimento real do PIB se ampara nas conclusões do modelo de McCombie-Thirwall. Quando o câmbio real se aprecia, o PIB real tende a diminuir. Isto ocorreu em vários períodos, tal como demonstra o gráfico 12, abaixo. O raciocínio recíproco também é verdadeiro. Os resultados da simulação demonstraram que, após períodos sucessivos de crescimento econômico, verificaram-se períodos de apreciação cambial decorrentes da queda dos saldos comerciais. Em tais períodos, a elasticidade-preço das exportações foi maior do que a elasticidade-preço das importações. Ao mesmo tempo, a elasticidade-renda das importações superava a elasticidade-renda das exportações.

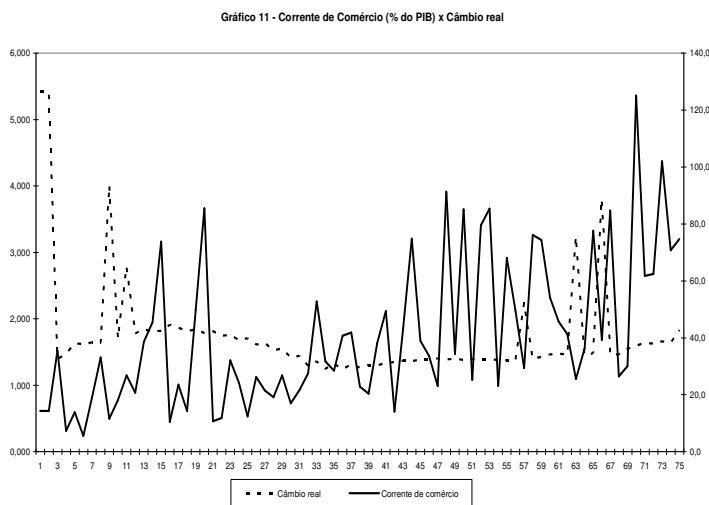
Na simulação do modelo, estas elasticidades foram geradas pelo método de Monte Carlo acarretando resultados que sugerem uma relação causal entre o aumento da taxa de câmbio real e a diminuição da volatilidade e do montante da corrente de comércio. Não obstante tal constatação ser mera hipótese

apriorística, consideramos que ela seria uma boa hipótese para verificação por meio de sistemas VAR ou de correção do erro, com os respectivos testes de causalidade de Granger.

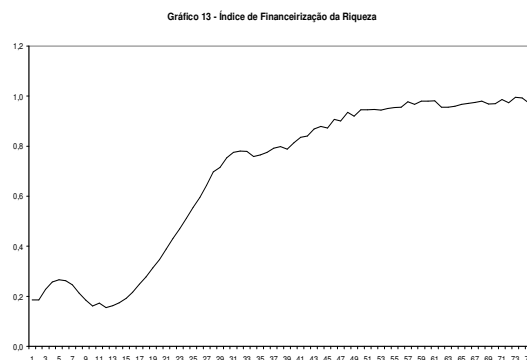
Finalmente, no gráfico 12 é possível verificar que a forte recessão do período 13 foi precedida por dois expressivos ciclos de depreciação cambial (nos períodos 8 e 11, respectivamente). Estes dois ciclos provocaram uma redução do saldo comercial, que pode ser atestada pelo gráfico 10.



No longo prazo, a corrente de comércio tende a aumentar, ampliando o grau de abertura da economia deste modelo de simulação. Os “picos” da linha pontilhada do gráfico 13, que registram aumentos expressivos da taxa de câmbio real, por estimularem o fluxo de exportações, afetam positivamente a corrente de comércio.



O gráfico 13 demonstra que, ao longo do tempo, a economia apresenta uma trajetória de aumento no índice de financeirização da riqueza. É possível que este índice tenha sido impulsionado pelos fatores que, ao aumentar fortemente a incerteza, causaram a depressão ocorrida no período 11 (alta dos juros reais, elevação do desemprego, forte depreciação cambial e queda da utilização da capacidade).



4. Considerações finais

O objetivo central do artigo foi desenvolver um modelo macrodinâmico aberto de simulação a partir do modelo fechado de Oreiro e Ono.

Com a introdução de variáveis exógenas no modelo fechado, que não as possuía, ocorreu a necessidade de adotar um mecanismo geração de números aleatórios. A escolha recaiu sobre o método de Monte Carlo, mais amplamente utilizado e disseminado na literatura de métodos quantitativos aplicados às simulações em ambiente de incerteza.

Com os resultados do modelo aberto, verificamos que, no que tange à macrodinâmica interna do modelo aberto, temos um crescimento irregular e não-explosivo do PIB, caracterizando assim um crescimento cíclico. Esta variável também apresenta uma trajetória mais volátil do que a apresentada na simulação do modelo de Oreiro-Ono para uma economia fechada.

O modelo aberto exibiu uma queda lenta, progressiva e cíclica da fragilidade financeira, enquanto a série da taxa subjetiva de desconto demonstrava uma tendência progressiva de redução da sua volatilidade. Tal como no modelo original de Oreiro e Ono, também neste modelo aberto existe sub-utilização da capacidade produtiva no longo prazo. Ambos demonstram instabilidade da distribuição funcional da renda e da taxa de lucro no longo prazo.

Todavia, no que se refere à macrodinâmica externa do modelo aberto, a interação dinâmica entre o câmbio real e o saldo comercial no longo prazo permite supor que, em períodos nos quais há apreciação da taxa de câmbio real, o saldo comercial além de cair apresenta sua volatilidade reduzida. A relação inversa também é verdadeira. Ademais, a análise da evolução das taxas reais de câmbio e de crescimento do PIB confirma os *insights* do modelo de McCombie-Thirwall. Assim sendo, após períodos sucessivos de crescimento econômico ocorreram períodos de apreciação cambial decorrentes da queda dos saldos comerciais. Nestes períodos a elasticidade-preço das exportações foi maior do que a elasticidade-preço das importações. Simultaneamente, a elasticidade-renda das importações superava a elasticidade-renda das exportações. Estas elasticidades foram admitidas como variáveis exógenas, sendo geradas pelo método de Monte Carlo. Os resultados obtidos sugerem uma relação entre o aumento da taxa de câmbio real e a diminuição da volatilidade e do montante da corrente de comércio. Admitimos que, a rigor, tal constatação seja mera hipótese apriorística. No entanto, consideramos que ela pode ser uma boa hipótese para verificação empírica por meio de sistemas VAR ou de correção do erro.

Duas hiperdesvalorizações cambiais ocorridas nos períodos 8 e 11, ampliaram as exportações e, por conseqüência, provocaram um aumento do valor da corrente de comércio e da sua volatilidade.

Finalmente, o índice de financiarização da riqueza apresentou crescimento elevado e em sincronia com a queda expressiva dos juros reais, a hiperdesvalorização cambial e a retomada da atividade produtiva. Estes eventos ocorreram todos a partir do período 13, que também assinala uma recuperação expressiva do *mark-up* produtivo.

Referências

1. ARONOVITCH, S. “Uma Nota sobre os Efeitos da Inflação e do Nível de Atividade sobre o Spread Bancário”. **Revista Brasileira de Economia**, v.48, n.1, p. 125-40, 1994.
2. BARBOSA, F. H. “A Inércia da Taxa de Juros na Política Monetária”. **Revista de Economia**, v.30, n. 2, p. 105-119, 2004.
3. BRESSER-PEREIRA, L.C e NAKANO, Y. **Inflação e Recessão: A Teoria da Inércia Inflacionária**. São Paulo: Brasiliense, 1984.
4. CHIANG, A. C. & WAINWRIGHT, K. **Fundamental Methods of Mathematical Economics**.4th ed. New York: McGraw-Hill, 2005.
5. CHOWDURY, A. & PATRICK, C. **Development Policy and Planning: An Introduction to Models and Techniques**. New York: Routledge, 1994.
6. DOMAR, E. “Capital Expansion, Rate of Growth and Employment”. **Econometrica**, vol. 14, 1946.
7. EICHNER, A. “A Post-Keynesian Short-Period Model”. **Journal of Post Keynesian Economics**, 1, p. 38-63, 1979.
8. ENDERS, W. **Applied Econometric Time Series**. New York: John Wiley & Sons, 1995.
9. GREENE, W.H. **Econometric Analysis**. 5th ed. New York: Prentice-Hall, 2003.
10. HANSEN, L.P.& HECKMAN, J J. “The Empirical Foundations of Calibration”. **Journal of Economic Perspectives**, American Economic Association, v. 10(1), pp. 87-104, Winter, 1996.
11. HARROD, R. F. "The Theory of International Economic Policy, Volume II. Trade and Welfare". **Economic Journal**, v. 76(266), June, 290-95, 1957.
12. HICKS, J. **Contribution to the Theory of Trade Cycle**. Oxford: Oxford University Press, 1950.
13. KALDOR, N. “Alternative Theories of Distribution”. **Review of Economic Studies**, v. 23, p.83-100, 1956.
14. _____ “A Model of Economic Growth”. **The Economic Journal**, vol. 67, n. 268, p.591-624, 1957.
15. _____ “Marginal Productivity and the Macro-Economic Theories of Distribution: Comment on Samuelson and Modigliani”. **Review of Economic Studies**, v. 33, p. 309-319, 1966.
16. _____ **The Scourge of Monetarism**. Oxford University Press: Oxford. 2nd ed., 1986.
17. KEYNES, J. M. (1936). **A Teoria Geral do Emprego, do Juro e da Moeda**. São Paulo: Nova Cultural, 1996. Coleção “Os Economistas”. Do Original: The General Theory of Employment, Interest and Money. London: Macmillan Press.
18. LIMA, G.T. (1992). **Em Busca do Tempo Perdido: A Recuperação Pós-Keynesiana da Economia do Emprego de Keynes**. Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação da EAESP/FGV. Orientação de Luiz Antonio de Oliveira Lima. BNDES: Rio de Janeiro.
19. LAW, A M. & KELTON, W. D. **Simulation modeling and analysis**. 2nd . ed. Singapore: McGraw-Hill, 1991
20. MATTOS, R.S. e VEIGA, A. “Otimização de Entropia: Implementação Computacional dos Princípios de Maxent e Minxent”. **Pesquisa Operacional**, v.22, n.1, Jan/Jun de 2002.
21. MADDALA, G.S. **Introduction to Econometrics**. 3rd ed. New York: John Wiley & Sons, 2001.
22. MEADE, J.E. & HAHN, F.H. “The Rate of Profit in a Growing Economy”. **The Economic Journal**, v. 75, n.298, June, pp. 445-448, 1965.
23. McCOMBIE, J.S.L e THIRWALL, A.P. **Economic Growth and the Balance-of-Payments Constraint**. London: McMillan, 1994.
24. MOORE, B. **Horizontalists and Verticalists**. Cambridge: Cambridge University Press, 1988.
25. OREIRO, J. L. e LEMOS, B. P. Um Modelo Pós-Keynesiano de Crescimento e Distribuição de Renda Aplicado à Dinâmica das Economias Capitalistas Desenvolvidas e em Desenvolvimento. **Anais do XXXIII Encontro Nacional de Economia**. Rio Grande do Norte: Natal, 2006.

26. OREIRO, J. L. e ONO, F. H. **Um Modelo Macrodinâmico Pós-Keynesiano de Simulação**. Curitiba, 2005. Disponível em:
http://www.economia.ufpr.br/publica/textos/2005/seminario_22_03_2005.pdf
27. PASINETTI, L. "Rate of Profit and Income Distribution in Relation to the Rate of Economic Growth". **Review of Economic Studies**, 29, p. 267-79, 1962.
28. _____ "The Principle of Effective Demand" In: HARCOURT, G.; RIACH, P.A. **A Second Edition of The General Theory**. Routledge: London, 1997.
29. POSSAS, M. "Racionalidade e Regularidades: Rumo à Integração Micro-Macrodinâmica". **Economia e Sociedade**, v.2, p.59-80, 1993
30. DOMAR, E. Capital Expansion, Rate of Growth and Employment. *Econometrica*, vol. 14., 1946.
31. EICHNER, A. **The Megacorp and the Oligopoly**. M.E. Sharpe: Armonk, 1980.
32. KEYNES, J. M. **A Teoria Geral do Emprego, do Juro e da Moeda**. São Paulo: Nova Cultural, 1996. Coleção "Os Economistas". Do Original: *The General Theory of Employment, Interest and Money*. London: Macmillan Press, 1936.
33. LAW, A M. & KELTON, W. D. **Simulation modeling and analysis**. 2. ed. Singapore: McGraw-Hill, 1991.
34. McCOMBIE, J.S.L e THIRWALL, A.P. **Economic Growth and the Balance-of-Payments Constraint**. Londres: McMillan, 1994.
35. MEADE, J.E. & HAHN, F.H. "The Rate of Profit in a Growing Economy". *The Economic Journal*, v. 75, n.298, June, pp. 445-448, 1965.
36. OREIRO, J. L. e LEMOS, B. P. Um Modelo Pós-Keynesiano de Crescimento e Distribuição de Renda Aplicado à Dinâmica das Economias Capitalistas Desenvolvidas e em Desenvolvimento. **Anais do XXXIII Encontro Nacional de Economia**. Rio Grande do Norte: Natal, 2006.
37. OREIRO, J. L. e ONO, F. H. **Um Modelo Macrodinâmico Pós-Keynesiano de Simulação**. Curitiba, 2005. Disponível em:
http://www.economia.ufpr.br/publica/textos/2005/seminario_22_03_2005.pdf
38. ROSTOW, W.W. **The Stages of Economic Growth: A Non-Communist Manifesto**. Cambridge: Cambridge University Press, 1960.
39. ROUSSEAS, S. **Post Keynesian Monetary Economics**. London: M.E. Sharp. 2nd ed., 1986.
40. SAMUELSON, P.A., **Foundations of Economic Analysis**. p. xxi-xxiv, cap.VIII, "Welfare Economics," 1947.(edição ampliada em 1983).
41. STEINDL, J. **Maturity and Stagnation in American Capitalism**. Basil Blackwell:Oxford. 1952.
42. TAKAYAMA, A. **Analytical Methods in Economics**. New York: Harvester Wheatsheaf, 1995.
43. TAYLOR, J. "Discretion versus Policy Rules in Practice". **Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy**, 39, 195-214, 1993.
44. ZUROSE, K. "Rate of Profit and Interest in a Growth Theory with Endogenous Money". **Cambridge Journal of Economics**, v. 28, n.6, November, pp.889-901, 2004.