

# **A dinâmica da Inflação Brasileira após o Plano Real**

Eurilton Araújo

Tatiana Teles dos Santos

**Insper Working Paper**

WPE: 054/2004



Copyright Insper. Todos os direitos reservados.

É proibida a reprodução parcial ou integral do conteúdo deste documento por qualquer meio de distribuição, digital ou impresso, sem a expressa autorização do Insper ou de seu autor.

A reprodução para fins didáticos é permitida observando-se a citação completa do documento

# A dinâmica da Inflação Brasileira após o Plano Real

Eurilton Araújo  
Ibmec São Paulo  
Rua Maestro Cardim 1170  
01323-001 São Paulo-SP  
euriltona@ibmec.br

Tatiana Teles dos Santos\*  
Faculdades Ibmec/RJ  
Av. Rio Branco 108/12 andar  
20040-001 Rio de Janeiro-RJ  
tatitts@hotmail.com

## Resumo

O artigo tem por objetivo caracterizar a dinâmica dos principais índices de inflação brasileiros, através da especificação de curvas de Phillips, baseadas em fundamentação microeconômica. A estimação de Curvas de Phillips Novo Keynesiana e Híbrida é feita via Método Generalizado dos Momentos (GMM), para o período de análise que vai de Janeiro de 1995 até Dezembro de 2002. De posse da especificação híbrida mais adequada para cada índice, é possível investigar a relevância do grau de inércia do processo inflacionário, medido através da importância relativa entre formação de expectativas usando regras adaptativas, baseadas nos valores passados da inflação (comportamento “backward-looking”), e formação de expectativas racionais (comportamento “forward-looking”). Com base nos resultados das curvas de Phillips estimadas é possível responder a uma questão importante, principalmente após a estabilização induzida pelo Plano Real, qual seja, a de saber qual o papel da inércia na dinâmica da inflação numa Economia com nível de preços estabilizado, como é a brasileira pós-Real.

O artigo conclui que a inércia é um elemento importante na dinâmica da inflação brasileira, mesmo após o período de estabilização. A curva de Phillips Híbrida para o Brasil possui um componente inercial mais importante que as estimativas para Estados Unidos e Europa. Além disso, séries artificiais simuladas a partir do modelo Híbrido são compatíveis com a trajetória realizada para a inflação, além de reproduzirem mais adequadamente a densidade espectral das séries de inflação e potencializarem o grau de persistência avaliado pela função de auto-correlação. No que tange a poder preditivo dentro da amostra, o modelo híbrido apresenta uma performance muito melhor que a curva de Phillips Novo Keynesiana tradicional.

**Palavras-chave:** Inflação, Curva de Phillips, Rigidez de Preços

## Abstract

This paper studies inflation dynamics, using Brazilian general price indices. The aim of the paper is to specify a Phillips Curve, based upon microeconomic foundations, for Brazilian inflation. We estimate New Keynesian and Hybrid Phillips Curves using Generalized Methods of Moments (GMM), from January 1995 to December 2002. After choosing the most appropriate hybrid specification for each measure of inflation studied, we investigate the relative importance of backward looking behavior (adaptive expectations) and forward looking behavior (rational expectations) for inflation dynamics. In particular, we are interested in answering the following question: how important is inertia for inflation dynamics in a stabilized economy, as the Brazilian economy after the Real Plan?

Our findings give support to the importance of inertia for Brazilian inflation dynamics, even after the stabilization brought about by the Real Plan. Estimated Hybrid Phillips Curve for Brazil exhibits a much more important role for backward looking behavior than estimated hybrid curves for the US and Europe. In addition, artificial time series, generated by simulating the hybrid model, are much more compatible with realized inflation. They are able to match the spectral density functions for inflation and even exaggerate the degree of persistence, measured by the autocorrelation function. In terms of in sample predictive content, the hybrid curve performs much better than a traditional New Keynesian Phillips Curve.

**Keywords:** Inflation, Phillips Curve, Price Rigidity

**JEL Classification:** E31, E37, C52

---

\* Bolsista do CNPq-Brasil

## 1. Introdução

Os Bancos Centrais baseiam-se em diversos modelos para poder por em prática a política monetária que tem como um de seus objetivos controlar a inflação. Parte da tomada de decisão do Banco Central é baseada em modelos macroeconômicos de pequeno porte, nos quais a Curva de Phillips é um elemento importante. De fato, a estrutura simples de um modelo macro de curto prazo é composta por três equações, uma equação para a curva IS representando o lado da demanda, uma equação para a função de Reação do Banco Central (uma regra relacionando a taxa de juros de curto prazo a uma medida de inflação e a uma medida de atividade econômica) e uma Curva de Phillips, a qual descreve a dinâmica da inflação no curto prazo. Assim, um estudo da especificação mais adequada para a dinâmica da inflação é importante, pois os resultados das simulações de um modelo macro de curto prazo, que servem, pelo menos parcialmente, de base para a determinação da Política Monetária, podem estar muito longe de refletir o comportamento efetivo de uma Economia, caso a especificação da curva de Phillips não seja a mais adequada possível.

Além disso, uma questão importante, principalmente após a estabilização induzida pelo Plano Real, consiste em saber qual o papel da inércia na dinâmica da inflação numa Economia com nível de preços estabilizado, como é a brasileira pós-Real. A literatura internacional, como os artigos de Gali & Gertler (1999) e Gali, Gertler & Lopez-Salido (2001), constata a relevância do componente inercial para a dinâmica da inflação nos Estados Unidos e Europa. Todavia, enfatiza que o mesmo não possui papel preponderante na dinâmica da inflação. No caso do Brasil, a estabilização econômica é recente, logo é lícita a pergunta acerca do papel desempenhado pelo componente inercial da inflação.

Mesmo após a estabilização, é plausível supor que a inércia ainda é bastante importante, principalmente porque a estabilização é recente e os agentes ainda não se acostumaram a pensar de modo "forward-looking".

O objetivo desta pesquisa é caracterizar a dinâmica dos principais índices de inflação brasileiros, através da especificação da curva de Phillips, baseada em fundamentação microeconômica, mais apropriada para cada índice considerado. Efetivamente, avaliamos comparativamente a habilidade da Curva de Phillips Novo Keynesiana e da Curva de Phillips Híbrida em replicar importantes características da dinâmica da inflação no Brasil, após o Plano Real.

De posse da especificação híbrida mais adequada para cada índice, é possível investigar aspectos importantes da dinâmica da inflação, como, por exemplo, a relevância do grau de inércia do processo inflacionário, medido através da importância relativa entre formação de expectativas usando regras adaptativas, baseadas nos valores passados da inflação (comportamento "backward-looking"), e formação de expectativas racionais (comportamento "forward-looking").

A curva de Phillips Novo Keynesiana foi explorada empiricamente em diversos artigos para a dinâmica da inflação americana e européia. Podemos citar, Gali e Gertler (1999), Eichenbaum e Fisher (2003) e Roberts (2001), como exemplos de pesquisa nessa linha. Para o Brasil, destacamos o trabalho de Bonomo e Oren (2003), o qual todavia só analisa a dinâmica do IGP-M para dados trimestrais. Uma vez que a amostra é pequena (contendo 28 observações) e o método de estimação, GMM, tem baixa performance em amostra finita, os resultados obtidos não são robustos. Em trabalho correlato, Tajra (1999) estuda curva de Phillips com expectativas adaptativas, usando dados mensais. Todavia, dado que não existe uma fração de agentes formando preços segundo expectativas

racionais, não é possível, no contexto deste artigo, avaliar a importância relativa da componente inercial da inflação. Almeida et al.(2002) e Fasolo & Portugal (2003) estimam modelos econométricos, os quais procuram incorporar idéias da literatura de macroeconomia com rigidez de preços e expectativas não integralmente racionais. O período de análise, nesses trabalhos, incorpora o período de inflação elevada e as variáveis empregadas se distanciam um pouco das variáveis preconizadas como relevantes num modelo de escolha de preços do tipo analisado em Calvo (1983).

Nota-se, pois, que existe espaço para outras contribuições nessa área. Assim, esse projeto busca contribuir para essa linha de pesquisa, procurando avaliar o desempenho de especificações para a Curva de Phillips, baseadas em modelos que incorporam rigidez de preços, com vistas ao estudo da dinâmica da inflação, construída a partir de importantes índices gerais de preço brasileiros (IGP-M, IGP-DI, IGP-OG e IGP-10).

Os Índices Gerais de Preços estudados são divulgados pela Fundação Getúlio Vargas (FGV) e registram alterações de preços desde matérias-primas agrícolas e industriais até bens e serviços finais. Estes índices diferem no que se refere à metodologia de cálculo e período de coleta<sup>1</sup>.

O objetivo é determinar se, apesar da estabilização econômica e dos baixos índices de inflação verificados após o Plano Real, ainda existe um componente inercial na dinâmica inflacionária e determinar o grau de relevância do mesmo.

Neste trabalho, para cada índice de preço considerado, procura-se estimar uma curva de Phillips Novo Keynesiana e uma curva de Phillips Híbrida, seguindo o artigo de Gali e Gertler (1999), usando dados mensais. Apesar de estudos para os Estados Unidos e

---

<sup>1</sup> Maiores detalhes sobre a metodologia de construção dos índices podem ser obtidos na página do IBRE-FGV, <http://www2.fgv.br/dgd/asp/index.asp>.

Europa usarem dados trimestrais, os modelos teóricos que fundamentam a curva de Phillips Novo Keynesiana jamais qualificam um período de tempo específico no qual a firma tenha que escolher um novo preço (mês ou trimestre). Logo, o uso de dados mensais não contradiz nenhum modelo com fundamentos microeconômicos para a curva de Phillips. Além disso, com dados mensais, é possível obter inferências estatísticas mais confiáveis a partir do método econométrico empregado nesta literatura, qual seja, o Método Generalizado dos Momentos (GMM), o qual não possui boa performance em pequenas amostras. O período analisado vai de Janeiro de 1995 até Dezembro de 2002.

Quando a curva de Phillips Híbrida, proposta por Gali e Gertler, é estimada, obtemos uma medida relativa do grau de importância da formação de expectativas via regras adaptativas, que só levam em conta os valores passados da inflação. Desse modo, a especificação híbrida permite avaliar a importância da inércia para a dinâmica da inflação, uma das indagações que procuramos responder nesta pesquisa.

Efetivamente, constata-se a importância da inércia para a descrição do comportamento da inflação brasileira após o Plano Real. Além disso, estima-se que os preços no Brasil são bem menos rígidos que na Europa e nos Estados Unidos. Apesar da importância da inércia, a curva de Phillips Novo Keynesiana é capaz de descrever a persistência da inflação, desde que o processo estocástico para o custo marginal real seja também persistente. Ou seja, a persistência pode ser endógena ao modelo ou transmitida do processo exógeno que caracteriza o custo marginal real para a inflação. Vale notar que o custo marginal real é tomado como dado quando a firma escolhe seu preço.

O trabalho encontra-se dividido em três seções, além de uma introdução e de uma conclusão. A segunda seção descreve a base de dados e principais propriedades das séries de inflação estudadas. A terceira seção estima curvas de Phillips Novo Keynesiana e

Híbrida, nas formas estrutural e reduzida. A quarta seção avalia o desempenho relativo das especificações consideradas para a curva de Phillips, associadas a cada índice de preço analisado. Esta avaliação é feita de acordo com os seguintes critérios. Primeiro, a capacidade do modelo considerado em ser um bom previsor, dentro da amostra, para a série de inflação realizada. Segundo, a capacidade do modelo de reproduzir importantes propriedades estatísticas, sumarizadas pela função de autocorrelação e pelo espectro das séries analisadas.

## 2. Dados

O objetivo do trabalho é obter especificações que descrevam a dinâmica da inflação após o Plano Real e avaliar o grau de relevância da inércia inflacionária. Porém, antes da estimação e avaliação das Curvas de Phillips que descrevem a dinâmica do Processo Inflacionário, convém reportar algumas estatísticas descritivas associadas à inflação calculada com base nos principais índices gerais de preço brasileiros (IGP-M, IGP-DI, IGP-OG e IGP-10).

**Tabela 1. Estatística Descritiva**

Índices	Média (%)	Desvio Padrão	Assimetria	Curtose
IGP-M	0.963	0.0097	1.5086	6.0592
IGP-DI	0.959	0.0103	1.6813	7.5302
IGP-OG	0.959	0.0102	1.7076	7.6198
IGP-10	0.962	0.0095	1.6327	6.4778

Adicionalmente, realizamos teste de raiz unitária que indicam que as séries de inflação estudadas são estacionárias. Estes resultados encontram-se resumidos na tabela abaixo. Vale notar que o teste KPSS, cuja hipótese nula considera que a série em análise é



estacionária, foi implementado supondo existência de uma constante e a inexistência de uma tendência linear.

**Tabela 2. Teste de Raiz Unitária - KPSS**

Índices	Estatística	Valor Crítico a 5%
IGP-M	0.2863	0.463
IGP-DI	0.3067	0.463
IGP-OG	0.3028	0.463
IGP-10	0.2891	0.463

Dada a inflação associada a um índice de preço, é preciso construir uma medida para o custo marginal real, uma vez que a curva de Phillips Novo Keynesiana relaciona inflação, expectativa de inflação e custo marginal real. Efetivamente, esta é a variável relevante na estimação e não o hiato do produto, uma vez que é possível mostrar, analisando o problema da firma representativa, que a inflação hoje é o fluxo descontado de custos marginais reais esperados no futuro. Para maiores detalhes, a consulta de Gali e Gertler (1999) ou Woodford (2003) é recomendada. Quando o hiato e o custo marginal real guardarem uma relação estável durante o ciclo, o hiato pode ser usado como uma “Proxy” para o custo marginal real.

O custo marginal real será aproximado pela participação dos rendimentos do trabalho na renda nacional, denotado por  $S_t$ .

$$S_t = \frac{W_t N_t}{PIB \text{ mensal}}$$

onde  $S_t$  representa a medida para o custo marginal real,  $W_t$  a renda real da população ocupada e  $N_t$  a força de trabalho.

Vale ressaltar que os dados sobre população ocupada e rendimentos são provenientes da PME do IBGE para o período considerado. O PIB mensal utilizado é uma série disponibilizada pelo Banco Central.

Além dessas séries, calculamos o hiato do produto usando o filtro de Hodrick-Prescott e construímos uma medida de inflação de salários, computada a partir dos rendimentos das pessoas ocupadas. Essas variáveis serão usadas como instrumentos na estimação via GMM. Adicionalmente, obtemos o spread entre a taxa de juros longa (TJLP) e curta (Over-Selic), que também será empregado como instrumento. As séries de taxas de juros foram obtidas no IPEA Data e cobrem o período de análise (Janeiro de 1995 até Dezembro de 2002).

### **3. Estimando Curvas de Phillips Novo Keynesiana e Híbrida**

#### **3.1. A Curva de Phillips Novo Keynesiana**

A literatura sobre Rigidez de Preços, sintetizada em Woodford (2003), é a base para a fundamentação microeconômica moderna da Curva de Phillips, a qual se concentra em entender como firmas determinam seu preço num ambiente de competição monopolística. É importante levar em conta que as firmas tem um certo poder de mercado, senão seriam tomadoras de preço, estando em um mercado perfeitamente competitivo. Nesse contexto, as firmas devem escolher o preço ótimo, sabendo que existe uma probabilidade de que este preço permaneça fixo por um certo período de tempo.

O modelo proposto por Calvo (1983) é empregado freqüentemente na construção da Curva de Phillips baseada na decisão microeconômica da firma. Essa versão mais moderna da curva de Phillips recebeu o nome de curva de Phillips Novo Keynesiana. A curva de Phillips Novo Keynesiana se diferencia da curva de Phillips tradicional uma vez que não apresenta inércia na inflação, sendo inteiramente “forward-looking”. Ou seja, a inflação hoje depende da expectativa da inflação futura e das expectativas sobre as condições econômicas da firma, sumarizadas, pelos valores futuros do custo marginal real.

Discussões mais detalhadas podem ser encontradas em Calvo (1983), Gali e Gertler (1999) e Mankiw (2001).

Neste trabalho, nos concentraremos somente nas equações básicas derivadas nos artigos mencionados no parágrafo anterior. Assim, a Curva de Phillips Novo Keynesiana é:

$$\pi_t = \lambda s_t + \beta E_t(\pi_{t+1})$$

sendo  $\lambda = \frac{(1-\theta)(1-\beta\theta)}{\theta}$ , onde  $\theta$  representa a “rigidez” do ajuste de preços, ou seja, a frequência com a qual as firmas vão reajustar os preços e  $\beta$  o fator de desconto. Note que a letra minúscula  $s_t$  denota o desvio de  $S_t$  em relação à sua tendência de longo prazo.

### 3.1.1. Estimando a Curva de Phillips Novo Keynesiana na Forma Reduzida

A equação estimada está na forma reduzida, pois estima-se  $\lambda$ , e não o parâmetro estrutural  $\theta$ . A equação estimada por GMM é caracterizada pelos seguintes parâmetros:

**Tabela 3. Parâmetros para a Curva de Phillips Novo Keynesiana – Forma Reduzida**

Índices	$\lambda$	$\beta$
IGP-M	0.3849 (0.0464)	0.8984 (0.0182)
IGP-DI	0.2078 (0.0467)	0.9353 (0.0204)
IGP-OG	0.2053 (0.0465)	0.9347 (0.0203)
IGP-10	0.0634 (0.0321)	0.9500 (0.0144)

Na estimação, utilizamos como instrumentos as defasagens de ordem 1, 3, 6 e 12 para inflação, hiato do produto, o spread entre a taxa de juros longa (TJLP) e curta (Over-

Selic),  $s_t$  é uma medida de inflação de salários, computada a partir dos rendimentos das pessoas ocupadas.

A curva de Phillips Novo Keynesiana apresenta coeficiente  $\lambda$  positivo e significativo, sendo este o sinal previsto pela teoria. O coeficiente estimado  $\beta$ , apesar de ter magnitude um pouco baixa, demonstra que a expectativa de inflação é uma variável relevante para a dinâmica do processo inflacionário. Isso mostra que a decisão sobre preços por parte das firmas não é de todo incompatível com um modelo puro de escolha segundo expectativas racionais.

### 3.1.2. Estimando a Curva de Phillips Novo Keynesiana na Forma Estrutural

Agora, estima-se a curva de Phillips Novo Keynesiana na forma estrutural para obter diretamente o parâmetro  $\theta$ . Novamente, usamos GMM com os mesmos instrumentos especificados para a forma reduzida. O interessante na estimação da forma estrutural é que teremos condição de avaliar o tempo médio pelo qual os preços permanecem rígidos, dado

pela expressão  $\frac{1}{1-\theta}$ .

**Tabela 4. Parâmetros para a Curva de Phillips Novo Keynesiana – Forma Estrutural**

Índices	$\theta$	$\beta$
IGP-M	0.3978 (0.0153)	0.9770 (0.0278)
IGP-DI	0.4503 (0.0185)	0.9278 (0.0237)
IGP-OG	0.4511 (0.0185)	0.9283 (0.0237)
IGP-10	0.3225 (0.0167)	1.0455 (0.0299)

Em geral, a estimação na forma estrutural conta a mesma estória que a estimação na forma reduzida, validando a curva de Phillips Novo Keynesiana tradicional. Com base no parâmetro  $\theta$ , chegamos a conclusão que os preços, associados à inflação medida pelos índices acima, permanecem fixos entre 1.5 e 1.8 meses. Gali, Gertler & Lopez-Salido (2001) reportam duração para fixação de preços variando de 12 a 3 trimestres (36 a 9 meses) para a Europa e de 7 a 2 trimestres (21 a 6 meses) para os Estados Unidos. O valor obtido para o Brasil é extremamente baixo quando comparado com os resultados reportados em Gali, Gertler & Lopez-Salido (2001).

O Teste de Sobre-Identificação de Hansen para avaliar se os erros estão correlacionados com os instrumentos empregados foi implementado tanto para a forma reduzida quanto para a forma estrutural. O p-valor para a estatística do teste excede 0.9 para todos os índices, validando a hipótese nula e, por conta disso, a especificação do modelo estimado e dos instrumentos escolhidos. O teste possui baixa potência, especialmente para o tamanho da amostra considerado. Deste modo, não podemos considerá-lo como um critério para avaliar a qualidade da curva de Phillips em termos de ser capaz de descrever a dinâmica da inflação brasileira após o Plano Real.

### **3.2. A Curva de Phillips Híbrida**

A pesquisa agora se direciona para avaliar a importância da inércia no processo inflacionário. Ao estimar os coeficientes da Curva de Phillips Híbrida, além de um componente “forward-looking” ( $\gamma_f$ ) que está presente na Curva de Phillips Novo Keynesiana, aparecerá o termo “backward-looking” ( $\gamma_b$ ). O tamanho relativo do termo

“backward-looking” em relação ao termo “forward-looking” representa uma medida da importância do grau de inércia no processo inflacionário.

Gali e Gertler (1999) desenvolvem um modelo, onde um percentual das firmas reajusta seus preços de modo ótimo, enquanto que uma outra parcela das firmas forma preços, olhando apenas para a história recente do nível de preços agregado. Dessa forma, o modelo híbrido é caracterizado por mais um parâmetro estrutural além de  $\theta$  e  $\beta$ . O parâmetro adicional, denotado por  $\omega$ , é o percentual de firmas que decidem os preços de uma maneira totalmente “backward- looking”. A forma reduzida para a curva de Phillips híbrida é:

$$\pi_t = \lambda s_t + \gamma_f E_t(\pi_{t+1}) + \gamma_b \pi_{t-1}$$

### 3.2.1. Estimando a Curva de Phillips Híbrida na Forma Reduzida

A estimação do modelo híbrido é feita também por GMM, usando o mesmo conjunto de instrumentos já descritos anteriormente. A tabela abaixo sumariza os resultados obtidos.

**Tabela 5. Parâmetros para a Curva de Phillips Híbrida  
Forma Reduzida**

Índices	$\lambda$	$\gamma_f$	$\gamma_b$
IGP-M	0.1432 (0.0297)	0.5251 (0.0188)	0.4702 (0.0172)
IGP-DI	0.2381 (0.0323)	0.5633 (0.0194)	0.4096 (0.0149)
IGP-OG	0.2303 (0.0319)	0.5634 (0.0194)	0.4081 (0.0148)
IGP-10	0.1620 (0.0574)	0.4640 (0.0295)	0.4340 (0.0305)

Observamos que o termo “forward-looking” tem impacto ligeiramente superior que o termo “backward-looking”, pois o peso para o termo relacionado à expectativa de

inflação varia de 0.46 a 0.56, enquanto que para a inflação passada o peso varia de 0.40 a 0.47. Sendo assim, o componente inercial é extremamente importante para a dinâmica da inflação brasileira. A título de comparação, o peso do termo “backward-looking” é sempre inferior a 0.3 e o peso do termo “forward-looking” é sempre superior a 0.7 nas estimativas reportadas por Gali e Gertler (1999) para os Estados Unidos. Em Gali, Gertler & Lopez-Salido (2001), temos o peso relativo ao termo “forward-looking” variando entre 0.68 e 0.87 para a Europa e entre 0.58 e 0.62 para os Estados Unidos. No mesmo artigo, o peso do termo “backward-looking” fica entre 0.025 e 0.27 para a Europa e entre 0.32 e 0.36 para os Estados Unidos. Conclui-se que o termo “forward-looking” é tão importante quanto o termo “backward-looking” para o Brasil, contrariamente aos resultados para Estados Unidos e Europa, os quais apontam para uma maior importância relativa do termo “forward-looking”, de magnitude pelo menos duas vezes maior que o termo “backward-looking”.

### **3.2.2. Estimando a Curva de Phillips Híbrida na Forma Estrutural**

Os parâmetros estruturais se relacionam com os parâmetros da forma reduzida a partir das seguintes equações:  $\lambda = (1 - \omega)(1 - \theta)(1 - \beta\theta)\phi^{-1}$ ,  $\gamma_f = \beta\theta\phi^{-1}$ ,  $\gamma_b = \omega\phi^{-1}$ . Sendo que  $\phi = \theta + \omega[1 - \theta(1 - \beta)]$ .

Esse resultado é derivado em Gali e Gertler (1999) e o leitor pode conferir a formulação que leva a essa relação entre os parâmetros da forma estrutural e reduzida lendo o artigo original supracitado.

Os resultados da estimação da Curva de Phillips híbrida na forma estrutural encontram-se abaixo:

**Tabela 6. Parâmetros para a Curva de Phillips Híbrida  
Forma Estrutural**

Índices	$\omega$	$\theta$	$\beta$
IGP-M	<b>0.4463</b> (0.0273)	0.5053 (0.0340)	<b>0.9854</b> (0.0381)
IGP-DI	<b>0.3281</b> (0.0175)	<b>0.4843</b> (0.4843)	<b>0.9331</b> (0.0270)
IGP-OG	<b>0.3293</b> (0.0176)	<b>0.4869</b> (0.0246)	<b>0.9305</b> (0.0270)
IGP-10	<b>0.4117</b> (0.0251)	<b>0.5493</b> (0.0259)	<b>0.8484</b> (0.0275)

Os resultados acima merecem alguns comentários.

A medida de rigidez de preço continua robusta com o tempo médio de fixação de preços entre 2 e 2.3 meses, ligeiramente superior ao tempo médio obtido via Curva de Phillips Novo Keynesiana.

A parcela de firmas, que apresentam comportamento “backward-looking”, varia entre 33% e 44%, sendo, portanto, expressiva. Isto fortalece a estimativa da forma reduzida que apontava para a relevância do termo de inércia.

Quando comparados aos resultados em Galí, Gertler & Lopez-Salido (2001), os resultados encontrados estão próximos aos limites superiores para Estados Unidos e Europa. Com efeito, no artigo citado anteriormente,  $\omega$  varia entre 25% e 45% para os Estados Unidos e entre 3% a 33% para a Europa. Apesar do limite superior de  $\omega$  para os Estados Unidos está próximo ao encontrado para o Brasil, o impacto do componente inercial da inflação é menos relevante para os Estados Unidos comparativamente ao caso Brasileiro, como mostram as estimativas para a forma reduzida da Curva de Phillips Híbrida.

Adicionalmente, foi realizado o Teste de Sobre-Identificação, tanto para a forma reduzida quanto para a forma estrutural do modelo híbrido. O p-valor para a estatística do



teste excede 0.9 para todos os índices, validando a especificação do modelo estimado e dos instrumentos escolhidos.

#### **4. Avaliando as Curvas de Phillips Novo Keynesiana e Híbrida para o Brasil**

A presente seção busca comparar o desempenho das curvas de Phillips Novo Keynesiana e Híbrida. Com efeito, o ponto desta seção é avaliar a importância do componente inercial tanto do ponto de vista de qualidade de ajuste do modelo aos dados quanto da capacidade do modelo em gerar propriedades estatísticas análogas às das séries de inflação aqui estudadas. A comparação a ser feita será entre a forma reduzida da Curva de Phillips Novo Keynesiana  $\pi_t = \lambda s_t + \beta E_t(\pi_{t+1})$  e a forma reduzida da Curva de Phillips Híbrida  $\pi_t = \lambda s_t + \gamma_f E_t(\pi_{t+1}) + \gamma_b \pi_{t-1}$ .

A avaliação será feita com um auxílio de um modelo para o processo estocástico relativo à diferença entre custo marginal real e seu valor de tendência. Ou seja, primeiro é preciso encontrar uma boa representação para a série temporal da variável  $s_t$ , o “forcing process” exógeno em ambas as especificações para a Curva de Phillips. De posse da especificação para o processo de  $s_t$ , é possível resolver as equações a diferenças finitas estocásticas que descrevem ambas as Curvas de Phillips. De posse dessa solução, é possível avaliar o desempenho das duas especificações tanto em termos de qualidade de ajuste aos dados quanto em termos de ser capaz de replicar importantes propriedades estatísticas das séries de inflação estudadas. Neste último quesito, nos concentraremos na capacidade do modelo em replicar a função de autocorrelação da série de inflação, visto que persistência é uma das características marcantes das séries de inflação. Adicionalmente, ao invés de nos limitarmos a comparar variâncias do modelo e dos dados, optamos por comparar a função

densidade espectral (espectro) gerada pelo modelo com aquela proveniente dos dados. O espectro fornece muito mais informação, pois a partir dele podemos computar a variância, via integração da função densidade espectral, como também a componente desta variância associada a flutuações de periodicidade especificada. Assim, podemos saber se ciclos de curto ou longo prazo contribuem mais ou menos para a variância da série em estudo.

#### 4.1 Especificando um Processo ARMA para o Custo Marginal Real $s_t$

A série da componente cíclica do custo marginal real pode ser aproximada por um AR(2),  $s_t = \alpha_0 + \alpha_1 s_{t-1} + \alpha_2 s_{t-2} + \eta_t$ . Os resultados da estimação e de alguns testes diagnóstico se encontram reportados na tabela abaixo.

**Tabela 9. Parâmetros para o AR (2)**

Parâmetro	Coefficiente	Desv. Padrão	Estat. t
$\alpha_0$	0.0006	0.0009	0.6879
$\alpha_1$	1.0618	0.0863	12.303
$\alpha_2$	-0.4276	0.0844	-5.0657
$R^2 = 0.6962$ $DW = 2.1261$ Teste de Auto-Correlação nos Resíduos $Q(4)=2.8815(p= 0.237)$ $Q(8)=7.1344(p= 0.309)$ $Q(12)=16.224(p= 0.093)$ $Q(16)=16.772(p= 0.269)$			

O processo AR(2) parece bem especificado, pois os resíduos não apresentam traços de correlação serial de acordo com os valores para a estatística Q de Ljung-Box. A especificação acima será empregada nas simulações geradas a partir das curvas de Phillips Novo Keynesiana e Híbrida e que servem de base para as comparações entre esses modelos e as propriedades das séries de inflação estudadas.

## 4.2 Avaliando a Curva de Phillips Novo Keynesiana

### 4.2.1. Poder de Previsão

O teste de poder de previsão está baseado na regressão auxiliar abaixo:

$$\pi_t^{Real} = c + d\pi_t^{Prev}$$

Ou seja, é preciso regredir o índice de inflação observado ( $\pi_t^{Real}$ ) em uma constante e no valor previsto pelo modelo ( $\pi_t^{Prev}$ ). Vale notar que o valor previsto é o resultado da simulação dinâmica da Curva de Phillips, dentro da amostra, usando os valores realizados para o custo marginal real. Em seguida a hipótese conjunta  $H_0 : c = 0 \text{ e } d = 1$  é testada. Caso essa hipótese não seja rejeitada, o predictor utilizado na regressão é eficiente e não viesado. Ou seja, o modelo é capaz de gerar uma série sintética de inflação que funciona como uma predictor da inflação real, possuindo boas propriedades estatísticas. Esta fato tende a fortalecer o uso da Curva de Phillips em modelos macroeconômicos aplicados e serve como teste para a relevância da inércia no processo inflacionário. Caso  $d \neq 0$ , o predictor considerado contém alguma informação pertinente.

**Tabela 10. Teste de Poder de Previsão  
Curva de Phillips Novo Keynesiana**

Índices	c	d	Wald
IGP-M	0.0162 (0.0023)	-0.7177 (0.2241)	58.7813 (p=0.0000)
IGP-DI	0.02177 (0.0043)	-1.3040 (0.4444)	26.8835 (p=0.0000)
IGP-OG	0.0225 (0.0043)	-1.3844 (0.4436)	28.8979 (p=0.0000)
IGP-10	0.0347 (0.0099)	-2.7149 (1.0586)	12.3529 (p=0.0021)

A tabela 10 mostra que o modelo de Curva de Phillips Novo Keynesiana não gera séries artificiais de inflação capazes de funcionar como previsor para a inflação.

O desempenho do previsor baseado na Curva de Phillips Novo Keynesiana pode ser avaliado também graficamente, inspecionando-se a figura 1.

Nos gráficos da figura 1, a série temporal menos volátil é a simulação obtida com o auxílio da forma reduzida para a Curva de Phillips Novo Keynesiana, usando a trajetória realizada para o custo marginal real. Claramente a série simulada se entrelaça à série realizada e busca seguir a média desta última. Contudo, a série artificial não acompanha os valores mais abruptos da inflação realizada e é bem menos volátil.

É possível, adicionalmente, simular o processo AR(2), amostrando a distribuição empírica dos resíduos e gerar séries artificiais, as quais podem ser usadas para se obter intervalos de confiança com relação a séries plausíveis de terem sido geradas pelo modelo. Caso a série de inflação realizada esteja na maior parte das vezes neste intervalo significa que o modelo é compatível com a série observada, no sentido de que esta pode ter sido gerada pelo modelo considerado. A figura 3 apresenta o intervalo de confiança com uma banda de 95%. Os intervalos foram baseados em 1000 replicações provenientes da Curva de Phillips Novo Keynesiana, conjuntamente com o processo AR(2) para o custo marginal real. Os resultados mostram que o modelo não consegue gerar realizações compatíveis com momentos de alta abrupta da inflação. Os intervalos são bastante estreitos, o que exclui algumas realizações extremas observadas nos dados. Adicionalmente, constata-se a baixa volatilidade das bandas superior e inferior do intervalo.

#### 4.2.2. Função de Auto-Correlação

A primeira indagação acerca da capacidade da Curva de Phillips Novo Keynesiana em reproduzir importantes propriedades estatísticas é a sua habilidade em replicar o padrão de autocorrelação observado nos dados. Para testar o grau de similitude entre a autocorrelação proveniente da amostra e a função de auto-correlação advinda do modelo teórico, computaremos a estatística Q generalizada, empregada no artigo de Cogley e Nason (1995) sobre persistência do produto em modelos de ciclos reais, a qual é dada por:

$$Q_{acf} = (\hat{c} - c)' \hat{V}_c^{-1} (\hat{c} - c)$$

A estatística compara a função de auto-correlação amostral ( $\hat{c}$ ) com a média obtida a partir das funções de auto-correlação calculadas via séries artificiais(simuladas). Ou seja:

$c = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N c_i$ , onde  $c_i$  é a função de auto-correlação para a i-ésima série simulada com base

no modelo teórico. A matriz de covariância  $\hat{V}_c$  é computada do seguinte modo:

$$\hat{V}_c = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (c_i - c)(c_i - c)'$$

A estatística Q possui distribuição Qui-Quadrado com graus de liberdade igual ao número de defasagens para as quais se deseja obter a função de autocorrelação. Evidentemente, quanto maior o número de defasagens, menor será o poder do teste. Neste trabalho, usamos  $N = 1000$  e computamos a função de auto-correlação até a defasagem de ordem 12.

**Tabela 11. Teste Q Generalizado  
Curva de Phillips Novo Keynesiana**

Índices	Estat. Q	p-valor
IGP-M	7.0895	0.8975
IGP-DI	6.7498	0.9146
IGP-OG	5.8506	0.9512
IGP-10	6.9622	0.9041

Os intervalos de Confiança de 95% são mostrados nos gráficos da figura 3. A plausibilidade da hipótese de que a realização observada seja proveniente do modelo discutido pode ser avaliada caso a autocorrelação baseada em valores amostrais se encontrar dentro da banda especificada no intervalo de confiança.

Interessantemente, apesar da Curva de Phillips Novo Keynesiana não possuir um mecanismo endógeno de inércia, o modelo reproduz surpreendentemente a estrutura de autocorrelação das séries estudadas. Isto se deve a persistência do custo marginal real. Como, no modelo, a inflação pode ser escrita em função de valores correntes e futuros para o custo marginal real, a persistência deste último é repassada para a inflação. Assim, a estrutura de autocorrelação da inflação é reproduzida mesmo sem um mecanismo intrínseco de inércia.

#### **4.2.3. Densidade Espectral**

O uso de medidas espectrais permite com que as propriedades da série de inflação em termos de variância sejam estudadas com base em seu comportamento durante o ciclo. A importância dos componentes de longo prazo (baixas frequências) e de curto prazo (altas frequências), bem como de componentes de frequências associadas ao ciclo de negócios (com duração de 3 a 8 anos) para a variância da série pode ser avaliada facilmente com o emprego do espectro. A figura 4 apresenta densidades espectrais para as séries de inflação.

Novamente, apresentaremos intervalos de Confiança de 95%, verificando se o espectro da série observada é uma realização plausível da Curva de Phillips teórica em estudo.

Constata-se que o modelo fica bem longe de reproduzir a variância observada na série (a área sob a densidade espectral para um intervalo de frequência) associada a ciclos de qualquer periodicidade. A Curva de Phillips associada ao IGP-M possui um desempenho relativamente melhor. De fato, a variabilidade na série de inflação é também induzida pelo processo do custo marginal real. A equação estimada para o IGP-M possui o maior valor para  $\lambda$ , comparativamente a equações estimadas para os outros três índices. Desse modo, as propriedades do custo marginal real são repassadas com mais vigor no caso do IGP-M, o que explica o formato do espectro mostrado na figura 4.

### **4.3 Avaliando a Curva de Phillips Híbrida**

#### **4.3.1. Poder de Previsão**

A tabela 12 mostra que o previsor associado à série simulada é eficiente e não viesado. Portanto, incorporar persistência de maneira intrínseca melhora a qualidade do previsor obtido a partir da simulação do modelo.

Adicionalmente, a análise da figura 5 mostra que a série da inflação simulada a partir da Curva de Phillips Híbrida, representada pela linha tracejada, é capaz de acompanhar bem a trajetória da inflação realizada. No que se refere aos intervalos de confiança mostrados na figura 6, observamos que os mesmos são mais largos, ou seja, fazem com que o modelo seja compatível com realizações extremas para a série de inflação.

No geral, a Curva de Phillips Híbrida foi capaz de gerar realizações bem mais condizentes com os valores amostrais observados.

**Tabela 12. Teste de Poder de Previsão  
Curva de Phillips Híbrida**

Índices	c	d	Wald
IGP-M	0.0026 (0.0014)	0.7317 (0.1273)	4.4780 (p=0.1066)
IGP-DI	0.0027 (0.0018)	0.7163 (0.1743)	2.6679 (p=0.2636)
IGP-OG	0.0025 (0.0019)	0.7414 (0.1768)	2.1543 (p=0.3406)
IGP-10	-0.0001 (0.0017)	1.1083 (0.1682)	0.4157 (p=0.8123)

#### 4.3.2. Função de Auto-Correlação

A função de autocorrelação para os dados simulados tende a exacerbar o grau de persistência associado ao processo inflacionário brasileiro, conforme mostrado na figura 7. A tabela 13 mostra que o modelo híbrido é rejeitado. O ponto importante é que a rejeição se deve ao fato de que o modelo gera uma estrutura de auto-correlação muito mais persistente do que a estrutura de auto-correlação observada nos dados para a inflação. A intuição para esse fato é fácil de ser entendida. De fato, além da persistência herdada do processo de custo marginal real, a Curva de Phillips Híbrida possui um mecanismo intrínseco, o componente “backward-looking”, que adiciona inércia adicional às séries simuladas.

**Tabela 13. Teste Q Generalizado  
Curva de Phillips Híbrida  
Custo Marginal Real - AR(2)**

Índices	Estat. Q	p-valor
IGP-M	1034	0.0000
IGP-DI	370.6081	0.0000
IGP-OG	308.2641	0.0000
IGP-10	133.0388	0.0000



No intuito de avaliar se o modelo híbrido é capaz de replicar a persistência das séries estudadas, simulamos o mesmo, usando choques i.i.d. para o custo marginal real. Os resultados encontram-se na tabela 14 e na figura 8. O modelo foi capaz de reproduzir a estrutura de auto-correlação para todas as séries com exceção do IGP-M, o qual é bem menos persistente que as realizações da obtidas via simulação da Curva de Phillips Híbrida, com choques i.i.d. para o custo marginal real. Em suma, no geral, o modelo híbrido é capaz, com seu mecanismo intrínseco de persistência, de gerar realizações tão persistentes quanto à série temporal observada, sem a necessidade de um “forcing process” que apresente persistência.

**Tabela 14. Teste Q Generalizado  
Curva de Phillips Híbrida  
Custo Marginal Real –IID**

Índices	Estat. Q	p-valor
IGP-M	35.4417	0.0001
IGP-DI	5.6372	0.9584
IGP-OG	4.5944	0.9831
IGP-10	8.2621	0.8261

#### 4.3.3. Densidade Espectral

Constata-se que o modelo fica bem longe de reproduzir a variância observada na série (a área sob a densidade espectral para um intervalo de 0 a  $2\pi$ ). Todavia, é capaz de reproduzir a variância para ciclos de periodicidade média e longa (baixa e médias frequências), conforme figura 9. A única exceção é o IGP-10, que continua sendo muito mais volátil que as séries artificiais geradas a partir do modelo, para qualquer banda de frequência considerada. Comparativamente às simulações advindas do modelo de Curva de Phillips Novo Keynesiana, as séries simuladas apresentam volatilidade mais próxima ao observado na amostra.

## 5. Conclusão

O presente trabalho avaliou dois modelos potencialmente capazes de explicar a dinâmica da inflação brasileira após o Plano Real. O objetivo primordial do trabalho era aquilatar o grau de relevância do componente inercial da inflação para o Brasil. Estimativas para os Estados Unidos e Europa mostram que o componente inercial, apesar de importante, não é essencial para a dinâmica da inflação. Os resultados encontrados neste trabalho apontam para a direção oposta. O artigo conclui que a inércia é um elemento importante e essencial na dinâmica da inflação brasileira, mesmo após o período de estabilização. A curva de Phillips Híbrida para o Brasil possui um componente inercial mais importante que as estimativas para Estados Unidos e Europa. Isto é comprovado por simulações tanto do modelo híbrido quanto da curva de Phillips Novo Keynesiana.

As séries artificiais simuladas a partir do modelo híbrido são mais compatíveis com a trajetória realizada para a inflação do que as séries advindas da simulação de uma Curva de Phillips Novo Keynesiana tradicional, a qual não considere o termo “backward-looking”. No que se refere à replicação de padrões de volatilidade, as simulações do modelo híbrido reproduziram mais adequadamente a densidade espectral das séries de inflação.

Quanta ao padrão de persistência das séries de inflação, a Curva de Phillips Novo Keynesiana, desde que o processo de custo marginal real seja modelado como um AR(2), é capaz de reproduzir o padrão existente nos dados. A curva híbrida potencializa o grau de persistência, gerando séries artificiais mais persistentes que a inflação observada no caso em que o custo marginal real segue um processo AR(2). A curva de Phillips híbrida gera, em geral, o montante preciso de persistência, para um processo i.i.d para o custo marginal real

No que tange ao poder preditivo dentro da amostra, o modelo híbrido apresenta uma performance muito melhor que a curva de Phillips Novo Keynesiana, uma vez que a série simulada de inflação advinda do modelo híbrido, obtida com o uso de valores observados para o custo marginal real, é um previsor eficiente e não viesado para a inflação realizado no período considerado.

Por fim, é preciso mencionar que os resultados obtidos dependem da estratégia de estimação empregada, baseada num método de informação limitada, o GMM. O uso de dados mensais procurou atenuar o efeito da performance insatisfatória em amostra finita do estimador de GMM. Todavia, existem evidências, enfatizadas em Linde (2002) e Jondeau e Le Bihan (2001), de que a estimação de um modelo macroeconômico completo via máxima verossimilhança fornece estimativas mais robustas e confiáveis para os parâmetros da Curva de Phillips. Uma extensão do presente trabalho seria a estimação das Curvas de Phillips Novo Keynesiana e Híbrida via máxima verossimilhança, como em Linde (2002), no intuito de avaliar se o resultado principal deste artigo, qual seja, de que inércia é um elemento essencial para a dinâmica da inflação no Brasil após o Plano Real, é algo robusto a diferentes estratégias de estimação. A insuficiência de dados e a provável ausência de Normalidade para a distribuição conjunta das variáveis do modelo são uma das grandes dificuldades para o emprego do método da máxima verossimilhança. Além disso, a especificação de um modelo macroeconômico adequado para uma economia aberta e emergente é algo que torna a tarefa de estimar Curvas de Phillips, num contexto de modelos completamente especificados, ainda mais complexa.

## **Bibliografia**

Almeida, C. L., Moreira, T.B.S. e Pinheiro, F.J.Q.(2002) “Modelos Novo Keynesianos de Rigidez de Preços e de Inflação: Evidência Empírica para o Brasil. *Revista Economia Aplicada.* , v.6. n. 1

Bonomo, Marco e Oreng, Mauricio (2003) “Inflation Dynamics in Brazil: An Empirical Approach”. Manuscrito, EPGE

Calvo, Guillermo (1983) “Staggered prices in a utility maximizing framework”. *Journal of Monetary Economics* 12, pp. 383-398.

Cogley, Timothy and Nason, James (1995) “Output Dynamics in Real-Business-Cycle Models”. *American Economic Review* 85, pp. 492-511

Eichenbaum Martin e Fisher, Jonas (2003) “Testing the Calvo Model of Sticky Prices”. Manuscrito, Northwestern University.

Fasolo, Angelo e Portugal, Marcelo (2003) “Imperfect Rationality and Inflationary Inertia: A New Estimation of the Phillips Curve for Brazil”, Manuscrito, UFRGS.

Friedman, Milton (1968) “The role of Monetary Policy”. *American Economic Review* 58, pp. 1-17.

Gali, Jordi e Gertler, Mark (1999) “Inflation Dynamics: A structural econometric analysis”. *Journal of Monetary Economics* 44, pp. 195-222.

Gali, Jordi, Gertler, Mark e Lopez-Salido, David (2001) “European Inflation Dynamics” *European Economic Review* 45, pp. 1237-1270.

Jondeau, Eric e Le Bihan, Hervé (2001) “Testing for Forward-Looking Phillips Curve: Additional Evidence from European and US data”. Manuscrito, Banque de France Working Paper # 86.

Lindé, Jesper (2002) “Estimating New-Keynesian Phillips Curves: A Full Information Maximum Likelihood Approach”. Manuscrito, Sveriges Riskbank Working Paper # 129.

Lucas, Robert (1973) “Some international evidence on inflation-output trade-off”. *American Economic Review* 63, pp. 326-334.

Mankiw, Gregory (2001) “The inexorable and mysterious Trade-off between Inflation and Unemployment”. *The Economic Journal* 111, pp. C45-C61.

Mehra, Yash (1999) “A Forward-Looking Monetary Policy Reaction Function”. *Economic Quarterly- FRB of Richmond* 85, pp. 33-47

Phelps, E.S. (1967) “Phillips Curves, Expectations of Inflation and Optimal Unemployment over time”. *Economica*, 34, pp. 254-281.

Phillips, A.W. (1958) “The relationship between unemployment and the rate of change of money wages in the United Kingdom, 1861-1957. *Economica*, 25, pp. 238-289.

Roberts, John (2001) “How Well Does the New Keynesian Sticky-Price Model Fit the Data?” Manuscript, Board of Governor of the Federal Reserve System.

Ruud, Jeremy e Whelen, Karl (2002) “Should Monetary Policy Target Labor’s Share of Income?”, Manuscript, Board of Governor of the Federal Reserve System.

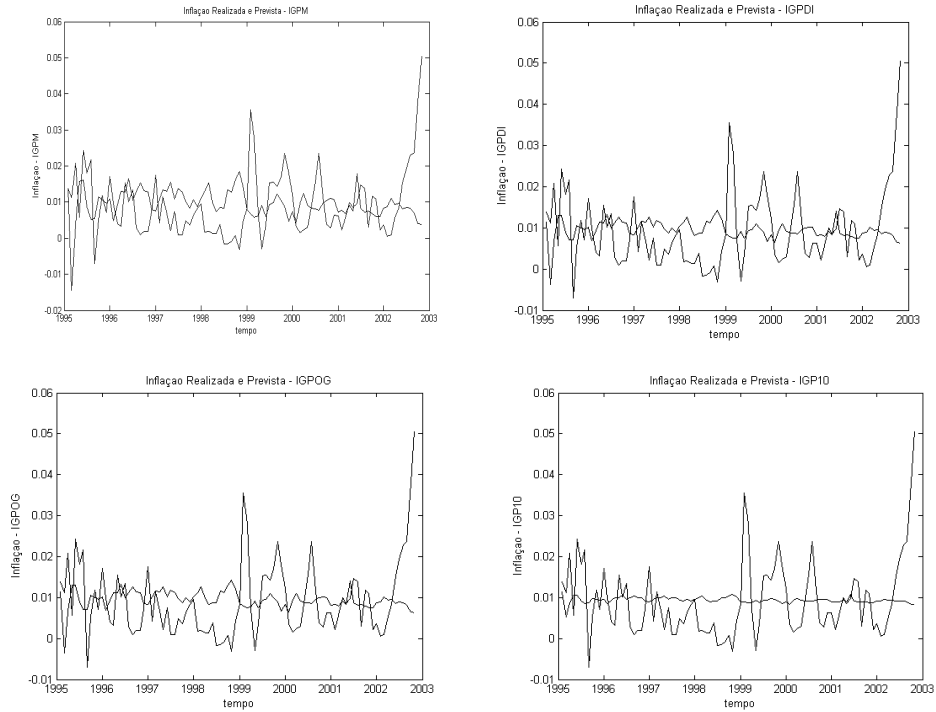
Soderlind, Paul (1994) “Cyclical Properties of a Real Business Cycle Model”. *Journal of Applied Econometrics*, 9, pp. S113-S122

Tajra, Haroldo Feitosa (1999) “The Phillips Curve in Brazilian Economy after Real Plan”. Manuscript, The George Washington University.

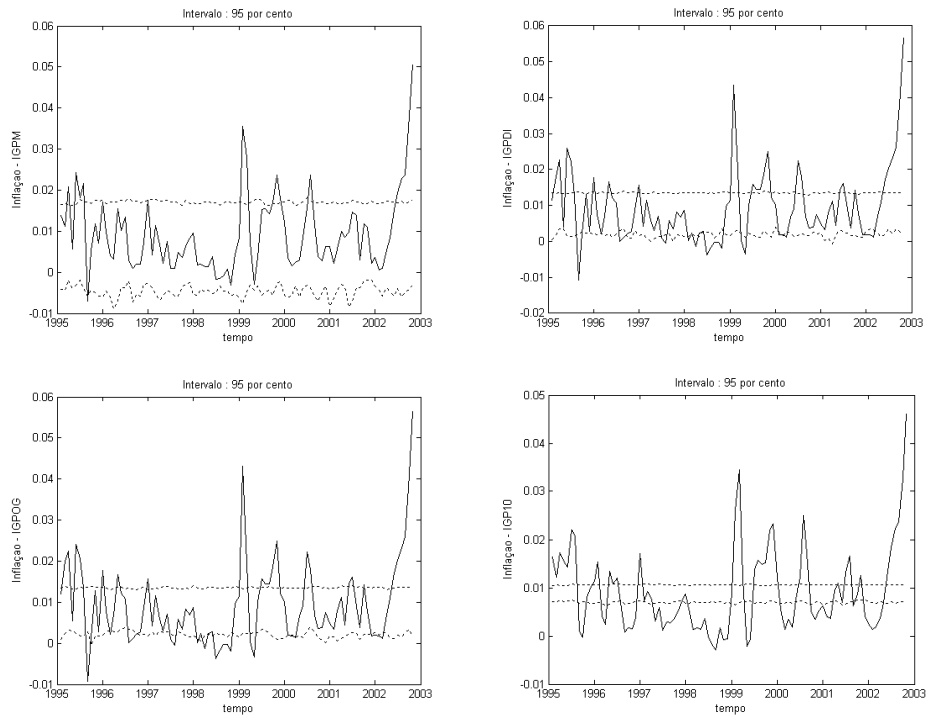
Woodford, Michael (2003). *Interest and Prices: Foundations of a Theory of Monetary Policy*. Princeton University Press.

## FIGURAS

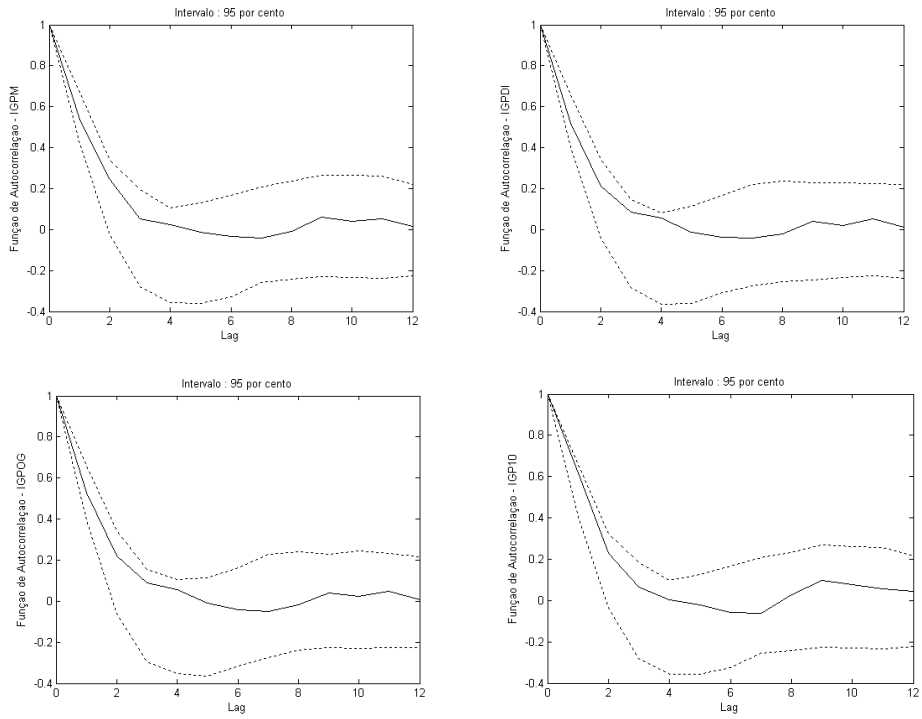
**Figura 1. Inflações Simuladas e Realizadas- Curva de Phillips Novo Keynesiana**



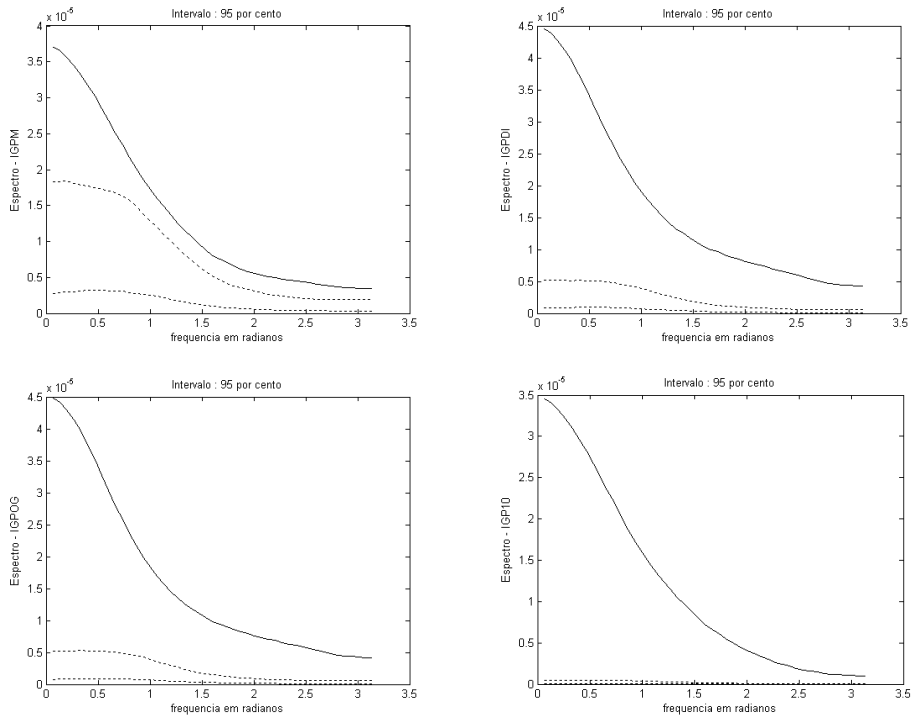
**Figura 2 Intervalos de Confiança e Inflação Realizada- Curva de Phillips Novo Keynesiana**



**Figura 3. Função de Autocorrelação- Curva de Phillips Novo Keynesiana**

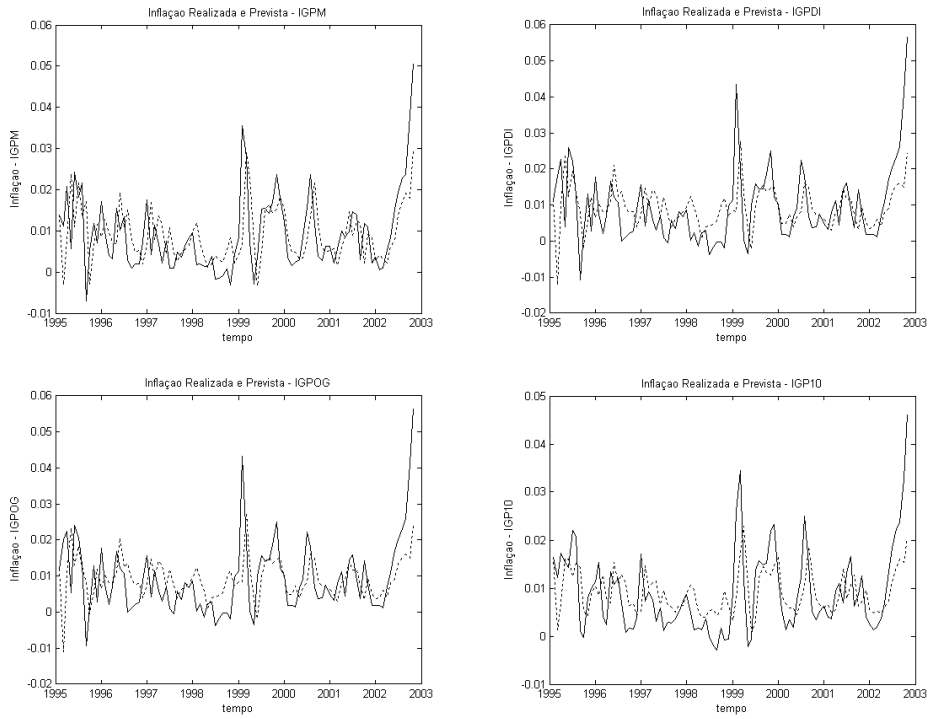


**Figura 4. Espectro - Curva de Phillips Novo Keynesiana**

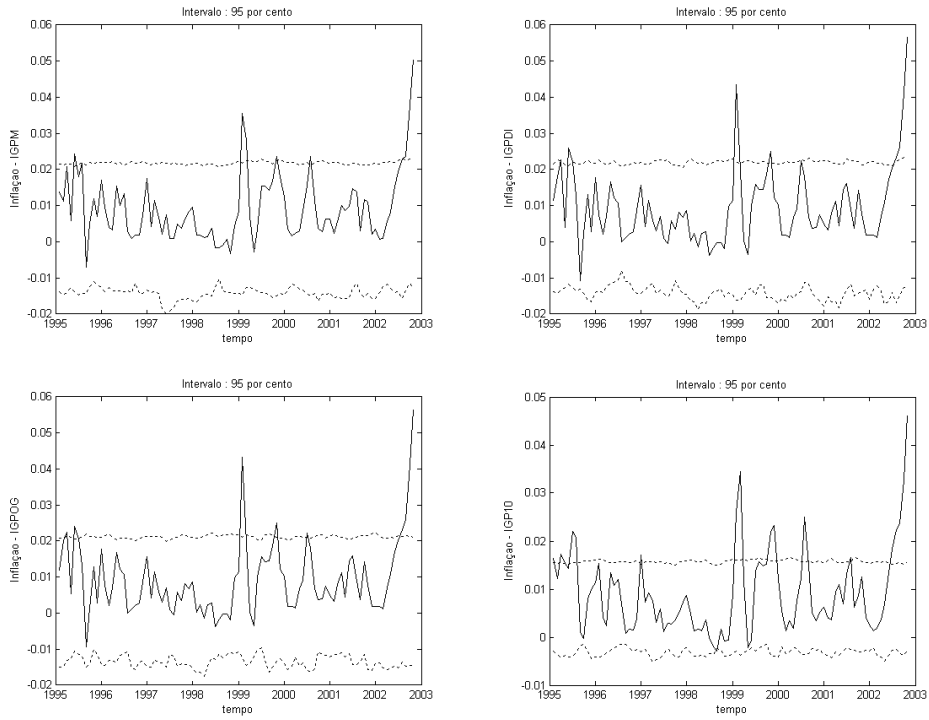




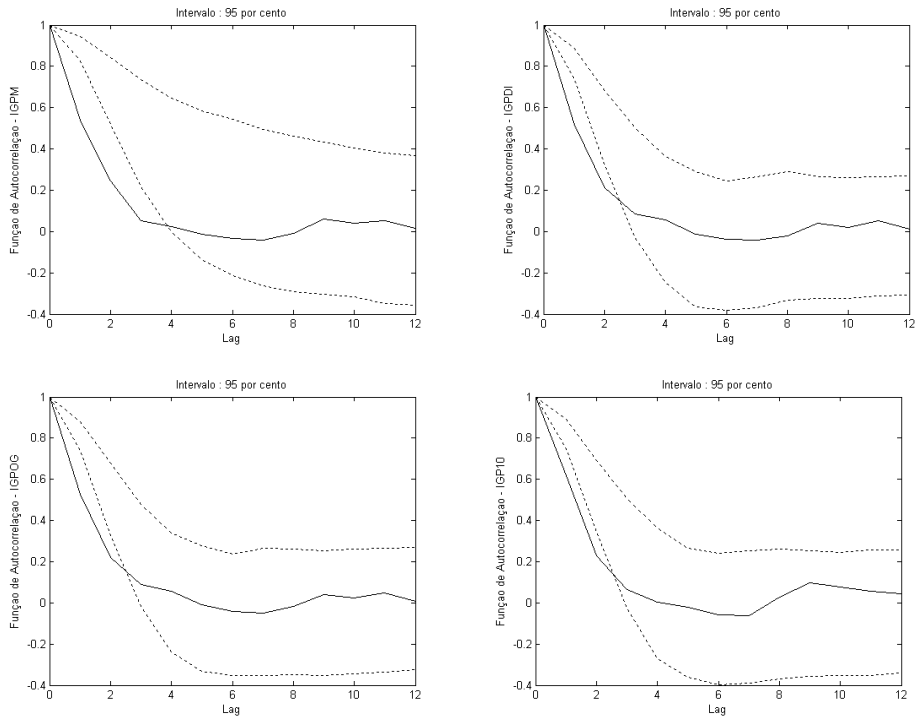
**Figura 5. Inflações Simuladas e Realizadas- Curva de Phillips Híbrida**



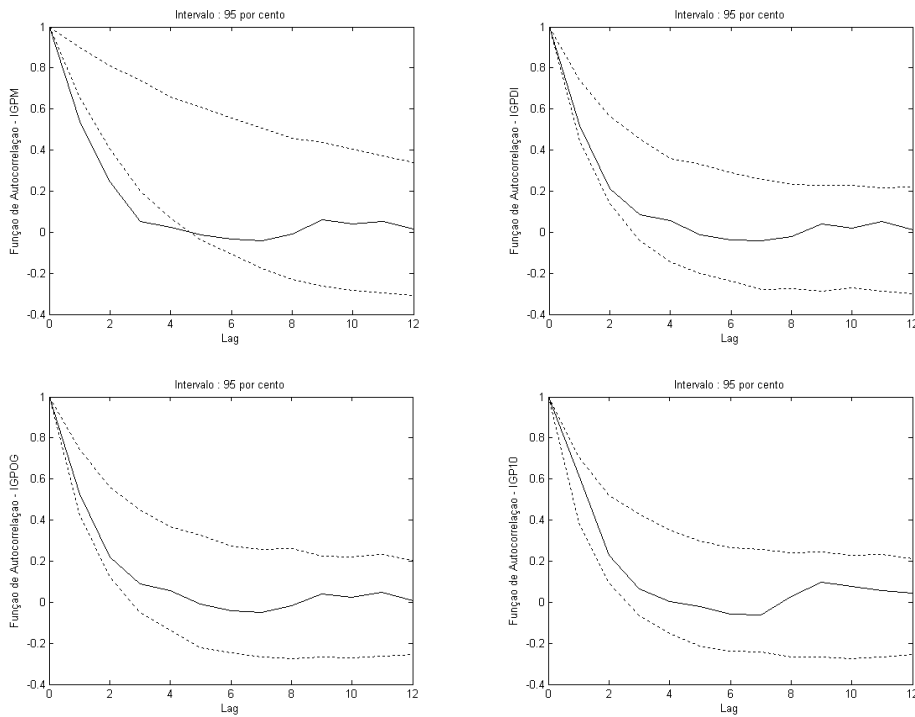
**Figura 6. Intervalos de Confiança e Inflação Realizada- Curva de Phillips Híbrida**



**Figura 7. Função de Auto-Correlação com Custo Marginal Persistente (AR(2))  
Curva de Phillips Híbrida**



**Figura 8. Função de Auto-Correlação com Custo Marginal I.I.D.  
Curva de Phillips Híbrida**



**Figura 9. Espectro - Curva de Phillips Híbrida**

