

**Insper Instituto de Ensino e Pesquisa
Faculdade de Economia e Administração**

Guilherme Strifezzi Leal

**ESTIMATIVA DA CURVA DE PHILLIPS PARA A
ECONOMIA BRASILEIRA**

**São Paulo
2014**

Guilherme Strifezzi Leal

Estimativa da Curva de Phillips para a economia brasileira

Monografia apresentada ao curso de Ciências Econômicas, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel do Insper Instituto de Ensino e Pesquisa.

Orientador:
Prof. Dr. João Luiz Mascolo– Insper

São Paulo
2014

Strifezzi Leal, Guilherme

Estimativa da Curva de Phillips para a economia brasileira /
Guilherme Strifezzi Leal. – São Paulo: Insper, 2014.

67 f.

Monografia: Faculdade de Economia e Administração. Insper
Instituto de Ensino e Pesquisa.

Orientador: Prof. Dr. João Luiz Mascolo

1. Inflação 2. Política monetária 3. Curva de Phillips

Guilherme Strifezzi Leal

Estimativa da Curva de Phillips para a economia brasileira

Monografia apresentada à Faculdade de Economia e Administração Insper Instituto de Ensino e Pesquisa, como parte dos requisitos para a conclusão do curso de graduação em Economia.

Aprovado em Junho de 2014.

EXAMINADORES

Prof. Dr. João Luiz Mascolo
Orientador

Profa. Dra. Vitoria Saddi
Examinadora

Profa. Dra. Roberta Muramatsu
Examinadora

Agradecimentos

Gostaria de agradecer primeiramente a minha família, em especial a meus pais e a minha irmã, pelo apoio, não somente durante todos os anos da graduação, mas durante toda minha formação como pessoa. Agradeço também a todos os meus colegas que fizeram destes anos uma jornada muito mais proveitosa. Por fim, agradeço a todos os professores que contribuíram para minha formação acadêmica, em especial, ao meu orientador, Prof. João Luiz Mascolo, por todo o apoio neste projeto.

Resumo

STRIFEZZI LEAL, Guilherme. Estimativa da Curva de Phillips para a economia brasileira. São Paulo, Monografia – Faculdade de Economia e Administração. Insper Instituto de Ensino e Pesquisa.

O presente trabalho realiza estimativas da Curva de Phillips Novo Keynesiana para o Brasil, tendo como objetivo analisar a dinâmica inflacionária no país após a instauração do regime de metas de inflação. Além de realizar uma análise econômica dos coeficientes estimados, o estudo em questão visa detectar até que ponto o modelo teórico é adequado para explicar a dinâmica de inflação brasileira. Para tanto, faz-se necessário testar qual método de estimação e qual conjunto de *proxies* se ajustam de melhor maneira aos dados. A estimação é feita por meio do método de Espaço de Estados, fazendo uso do Filtro de Kalman para capturar possíveis variações nos parâmetros ao longo do tempo. São estimados três modelos, cada um com uma medida diferente para capturar o efeito do ciclo econômico sobre a dinâmica inflacionária. Dentre os resultados obtidos tem-se que a relação entre medidas de hiato e inflação mostrou-se significativa para todos os modelos, e não há evidências para rejeitar as hipóteses de que os parâmetros são constantes no período analisado e que há a neutralidade da moeda no longo prazo.

Palavras-chave: Inflação, Curva de Phillips, Espaço de Estados

Abstract

STRIFEZZI LEAL, Guilherme. Estimation of the Phillips Curve for the Brazilian economy. São Paulo, Monograph – Faculdade de Economia e Administração. Insper Instituto de Ensino e Pesquisa.

The aim of this study is to estimate the Phillips Curve for the Brazilian economy, by analyzing the evolution of inflation dynamics after the instauration of the inflation targeting regime. Besides contributing with an economic analysis of the estimated coefficients, the study intends to detect if the theoretical model fits the local inflation dynamics. Therefore, it is necessary to test which is the best econometric method and what are the best proxies for the variables in the model, that present to be most suitable for the Brazilian data. The regression is estimated according to a State Space methodology, to capture possible variation in the parameters over time. In this research, 3 models are estimated, each one with a different proxy to measure the level of activity. Within the results obtained, it is possible to conclude that the relationship between level of activity and inflation proved to be statistically significant, and that there are no evidences to reject the hypothesis that the parameters are static in the analyzed period and that there is neutrality of monetary policy in the long run.

Key-words: Inflation, Phillips Curve, State Space

Sumário

1 Introdução.....	9
2 Revisão da Literatura	11
3 Desenvolvimento.....	14
3.1 Base de dados:	14
3.2 Tratamento das séries.....	17
3.3 Metodologia	19
4 Resultados	22
5 Conclusão	24
Referências.....	26
Apêndice.....	27

1 Introdução

A ideia de que existe uma relação negativa entre inflação e aspectos de demanda, ou Curva de Phillips, não é nova em economia. Esta relação permanece no centro de estudos de economia política de diversos bancos centrais que aderem ao sistema de metas de inflação e fazem uso da taxa de juros como principal instrumento para manter o nível de preços dentro da meta estipulada. Evidências empíricas corroboram os modelos teóricos, e, conseqüentemente, a curva de Phillips pode ser apontada como uma das relações centrais da macroeconomia moderna, principalmente no que diz respeito ao estudo de políticas econômicas.

No caso brasileiro, a recente pesquisa sobre a adequação da curva de Phillips à economia local é extensa. Os estudos, que serão aprofundados mais adiante, apresentam divergências consideráveis principalmente no que diz respeito a inovações teóricas e técnicas de estimação.

Por fim, o objetivo deste estudo é estimar os parâmetros da Curva de Phillips Novo Keynesiana para o Brasil, e, com os resultados obtidos, além de efetuar uma análise econômica dos coeficientes, testar as seguintes hipóteses acerca da adequabilidade do modelo ao cenário brasileiro: i) A validade do *tradeoff*, ii) Qual o melhor instrumental econométrico a ser empregado, iii) Qual o conjunto de *proxies* mais adequado, iv) A legitimidade das restrições teóricas do modelo.

As variáveis explicativas utilizadas no estudo foram: Inflação passada, expectativa de inflação futura, choque de oferta (representado pela taxa de câmbio), e choque de demanda (representado por 3 diferentes variáveis : Hiatos da utilização da capacidade instalada, do produto e da produção industrial , sendo estimado uma regressão para cada). A estimação se deu por meio do método de Espaço de Estados, utilizando Filtro de Kalman, de modo que seja possível testar a hipótese de estabilidade dos parâmetros durante o período analisado e realizar uma análise temporal dos coeficientes, caso estes se apresentem dinâmicos ao longo do tempo.

O seguinte trabalho se diferencia das demais estimativas para a Curva de Phillips realizadas para o Brasil, na medida em que utiliza três diferentes proxies para medidas de hiato (nível de utilização da capacidade instalada, produção industrial e produto), buscando assim testar com profundidade a consistência e robustez do modelo, e ainda avaliar qual medida aparenta se adequar de melhor maneira aos dados disponíveis.

O estudo está estruturado da seguinte maneira: Na seção 2 será feita uma revisão bibliográfica sobre a Curva de Phillips e sobre os prévios estudos feitos para o caso brasileiro; A seção 3 apresenta o conjunto de dados utilizado e a metodologia empregada no trabalho; A seção 4 expõe os resultados econométricos; E, por fim, a seção 5 conclui o estudo.

2 Revisão da Literatura

A curva de Phillips, apesar de ter sido formulada há 50 anos, ainda é uma das relações centrais nos debates macroeconômicos e, de acordo com HARGREAVES, KITE e HODGETTS (2006), permanece no centro da análise de política econômica em grande parte dos Bancos Centrais que adotam o regime de metas de inflação.

A teoria, desenvolvida por WILLIAM PHILLIPS e enunciada primeiramente em sua obra de 1958 “*The Relation between Unemployment and the Rate of Change of Money Wage Rates in the United Kingdom, 1861-1957*”, foi inicialmente formulada como um *tradeoff* entre inflação dos salários e desemprego, buscando constatar a existência de uma relação causal entre as variáveis com base em dados do Reino Unido de 1861 a 1957. A ideia de Phillips era de que na medida em que as taxas de inflação fossem maiores, haveria uma deterioração dos salários reais e criar-se-ia o incentivo para as firmas contratarem mais mão-de-obra, uma vez que a razão produtividade do trabalhador/salário real aumentaria. A relação estudada por Phillips se tornou explícita na obra de PAUL SAMUELSON e ROBERT SOLLOW de 1960, na qual os dois formalmente enunciam que uma taxa de inflação mais alta induz menores taxas de desemprego e vice-versa, e propõem que a relação seja utilizada como ferramenta de política econômica. Caso o governo deseje reduzir a taxa de desemprego na economia, isto pode ser alcançado a custas de taxas de inflação mais altas por meio de políticas fiscais e monetárias expansionistas e, caso o governo queira estabilizar o nível de preços na economia, isto pode ser atingido com políticas mais austeras a custas de maiores taxas de desemprego.

A Curva de Phillips obteve um enorme suporte empírico inicial, porém, ao longo dos anos a teoria passou por um amplo processo de evolução, na medida em que a relação inicialmente enunciada não se mostrou de fato consistente. Durante a década de 70, principalmente em decorrência dos choques do petróleo, a economia americana emergiu num longo período de estagflação, com altas taxas de desemprego e de crescimento dos preços, de modo que a validade teórica de Curva de Phillips passou a ser questionada. De fato, a relação já vinha sendo contestada antes mesmo dos choques por uma série de teóricos neoclássicos, como MILTON FRIEDMAN (1968) e EDMUND PHELPS (1967), que questionavam a hipótese de que as variáveis nominais (inflação) pudessem afetar as variáveis reais (desemprego), ou seja, afirmando que o *tradeoff* entre inflação e desemprego não era observável no longo prazo e só poderia ser utilizada como ferramenta de política econômica em um horizonte de curto prazo. Como consequência às críticas, foram elaboradas equações

análogas à curva de Phillips, mas aumentadas pelas expectativas, ou seja, pelas taxas esperadas de inflação, de modo a tentar reconciliar as previsões do modelo com os dados. A introdução de expectativas como variável do modelo trazia consigo a hipótese de que a relação de *tradeoff* não era mais estática, na medida em que, caso a inflação se elevasse, os trabalhadores reajustariam seus salários com base em suas expectativas crescentes e a taxa de desemprego voltaria ao seu estado natural. As teorias que surgiram com o tempo visando estudar a formação das expectativas dos agentes são extensas, e as teorias de cunho Novo Keynesiana sugerem que os agentes não formam suas expectativas de maneira adaptativa, mas de modo racional; princípio inicialmente introduzido por JOHN MUTH (1961) em sua obra “*Rational Expectations and Theory of Price Movements*”, na qual o economista afirma que os agentes não desperdiçam informação disponível para formar suas expectativas. Como já foi dito, um aspecto de extrema relevância da Curva de Phillips Novo Keynesiana, além de apresentar um melhor ajuste aos dados, é o fato de implicar que altas taxas de inflação podem reduzir temporariamente o desemprego, mas não surtem efeitos de longo prazo.

Estudos recentes sobre a curva de Phillips para a economia brasileira fizeram ressurgir os debates a respeito, principalmente, de qual a melhor metodologia de estimação para a economia local e qual a significância das variáveis explicativas do modelo.

FELIPE FARAH SCHWARTZMAN (2004) realizou a estimação da Curva de Phillips para o Brasil a partir do método dos mínimos quadrados de três estágios e fazendo uso de preços desagregados. Segundo Schwartzman, os principais desafios de se estimar este modelo para países em desenvolvimento são a baixa disponibilidade de dados, o fato das séries serem mais curtas e menos detalhadas, e possuírem quebras estruturais frequentes, o que torna muito difícil projetar o futuro com base em informações passadas (realizar estimações econométricas). Schwartzman, em sua pesquisa, ainda reformula o *tradeoff* inicialmente proposto por Phillips, no que diz respeito à medida de hiato utilizada, e deduz o modelo como uma relação entre inflação e custo marginal das empresas, fator que pode ser afetado pelo aquecimento da economia, segundo AEROSA (2004). O economista utilizou o nível de utilização da capacidade instalada como *proxy* para o ciclo econômico e encontrou uma relação de *tradeoff* estatisticamente significativa.

Dentre os estudos relacionados à Curva de Phillips no Brasil, tem-se também MADALOZZO, PORTUGAL e HILBRECHT (1999), que estimaram a curva por meio de um modelo linear e encontraram um *tradeoff* entre inflação e desemprego com significância estatística e que se adequa de um bom modo aos dados brasileiros. Foram utilizados neste estudo o INPC como *proxy* para a inflação, a pesquisa mensal de emprego (PME) como *proxy*

para o desemprego, e o método de estimação foi um modelo Autoregressivo Integrado de Médias Móveis. Portugal, Madalozzo e Hilbrecht constataram que a estimação pelo método linear apresentou boa significância estatística no caso brasileiro.

No entanto, muitos autores atentam para a importância da utilização de modelos não lineares, pois afirmam que estes se adequam melhor a evolução da dinâmica inflacionária no Brasil, entre estes autores tem-se ARRUDA, FERREIRA e CASTELAR (2008), que estimaram a curva de Phillips para o mercado brasileiro puramente com fins de previsão e para determinar qual o melhor mecanismo preditivo para esta variável no mercado doméstico. Em sua pesquisa, os economistas afirmam que modelos com efeito limiar obtiveram melhores efeitos de previsão que modelos lineares. O modelo auto regressivo com efeito *threshold* estimado apresentou um erro quadrático médio de 4,3%, resultado cerca de 10,41% melhor que o processo AR (1) linear. Ainda, uma das conclusões do estudo é que em um regime com taxa de inflação de quatro meses abaixo de 0,17%, o efeito da inércia inflacionária e do choque cambial são estatisticamente insignificantes, porém, caso a taxa supere a marca de 0,17% os efeitos do repasse cambial, e da inércia inflacionária se tornam estatisticamente significantes, mas em ambos os casos o hiato do produto é insignificante para explicar a inflação na economia brasileira.

De maneira geral, o que deve ser destacado em relação às pesquisas feitas pelo caso brasileiro é o elevado grau de divergência dos estudos, o que leva cada autor a chegar a uma diferente conclusão. As inferências obtidas pelos estudos brasileiros se mostram de suma importância para que a estimação presente no seguinte ensaio seja realizada da melhor maneira, dados as informações que nos são disponíveis.

3 Desenvolvimento

3.1 Base de dados:

O período adotado neste estudo tem início em 03/2000 e fim em 12/2013. A escolha desta data está relacionada ao período posterior a adoção ao regime de metas de inflação pelo Banco Central do Brasil, deste modo limitando o intervalo a ser analisado pelo estudo. A escolha deste conjunto amostral remete ao fato de que este estudo não busca analisar a variação nos coeficientes da curva quando se tem quebras estruturais (apesar desta ser uma análise válida e já ter sido realizada por um grupo de pesquisadores, podendo ser realizada em um próximo trabalho). Vale ressaltar que os dados estão numa frequência trimestral. Sendo assim, quando necessário, foram feitas as devidas alterações para tornar a periodicidade de todas as séries condizentes.

Conforme foi discutido na revisão bibliográfica, a escolha das *proxies* para as variáveis do modelo é fator trivial. Além de ser apontada como ponto decisivo para a credibilidade da análise, a escolha das *proxies* é questão de intenso debate quando se considera os estudos prévios sobre a Curva de Phillips para a realidade brasileira. Sendo assim, não há um consenso sobre qual conjunto de variáveis é o mais adequado a ser utilizado neste modelo. Com base em um julgamento da revisão bibliográfica feita em conjunto com um estudo estatístico detalhado sobre o tema, os seguintes dados foram escolhidos como *proxies* para as variáveis nesta pesquisa:

3.1.1 Variável resposta e inércia inflacionária:

A inércia inflacionária é um componente empírico conhecido, e que é comumente levado em consideração em trabalhos que visam estimar a curva de Phillips. A defasagem a ser considerada não é consensual, e detalhes a respeito dos *lags* de todas as variáveis serão abordados mais adiante.

Como *proxy* para a inflação como variável resposta foi utilizada a variação trimestral do IPCA livre, que não engloba os preços monitorados. Esta é a *proxy* padrão utilizada nos estudos para o Brasil pós plano Real para representar o comportamento do nível de preços. Já como *proxy* para a inflação passada, ou seja, para a variável explicativa, será utilizada a variação do IPCA cheio, que inclui, também, os preços monitorados pelo governo. Serão empregados estes índices tendo em vista que o nível geral de preços passados (agregando

também preços monitorados pelo governo) influencia a inflação presente e não somente os preços livres passados.

3.1.2 Expectativa de inflação:

Conforme descrito na revisão bibliográfica, as teorias de cunho novo-keynesiano atentam para a importância de se incluir expectativas de inflação futura como variável explicativa na Curva de Phillips.

Como *proxy* para a expectativa de inflação será utilizada a medida de previsão adotada no relatório FOCUS disponibilizado pelo Banco Central do Brasil. Optou-se por adotar como série a média das expectativas das instituições financeiras para o comportamento do IPCA para os próximos 12 meses segundo a pesquisa FOCUS, ajustado por juros compostos. Por ser uma série com periodicidade diária, foi calculada a média diária de cada intervalo trimestral para padronizar a frequência. Vale ressaltar que, nesse caso, optou-se por definir as expectativas como o consenso de mercado, por meio da pesquisa do FOCUS, porém, diversos estudos brasileiros optaram por modelar as expectativas como variável endógena no modelo. SCHWARTZMAN (2006), por exemplo, modela as expectativas por meio de um VAR.

3.1.3 Medidas de hiato (ciclo econômico):

O *tradeoff* entre inflação e medidas de hiato é aspecto central na teoria de Phillips. Aquecimentos de demanda geram pressões inflacionárias na medida em que elevam os custos marginais das empresas, deste modo, a escolha da variável do modelo deve ser feita de modo a se alinhar com esta teoria.

A *proxy* para representar aspectos de demanda é, normalmente, a questão de maior contestação. Como foi dito, olhando pelos fundamentos da teoria econômica, deve-se escolher a medida que melhor represente o custo marginal das empresas e que, conseqüentemente, terá reflexos posteriores sobre o preço de mercado.

Alguns estudos procuram se ater a formulação inicial da Curva e utilizam a taxa de desemprego como variável de hiato. Entretanto, houve alterações na metodologia utilizada pelo IBGE para calcular esta taxa, limitando de maneira crucial a base de dados. Adicionalmente, grande parte das taxas de desemprego disponíveis são referentes aos centros metropolitanos de São Paulo e Rio de Janeiro, comprometendo a credibilidade do estudo por não representar, necessariamente, a conjuntura do Brasil como um todo.

Como foi abordado na revisão bibliográfica, alguns dos *papers* que utilizaram o hiato do produto como fonte de pressão de demanda, em geral, não apresentaram evidências estatísticas de relação de significância entre hiato e inflação. Entretanto, será utilizado, neste estudo, o hiato do produto como uma das medidas de aquecimento de demanda, puramente como variável de controle.

Por outro lado, as conclusões obtidas em estudos prévios indicam que, quando se utiliza medidas sobre a produção industrial, esta relação normalmente passa a se apresentar estatisticamente significativa.

Deste modo, com o intuito de confirmar a robustez do modelo, e adicionalmente comparar a eficácia da utilização de diferentes variáveis, são utilizadas neste estudo três *proxies* distintas para representar o custo marginal das empresas, duas sobre a produção industrial e uma sobre o produto. É possível assim verificar se há influência da variável selecionada nos resultados da regressão. A primeira *proxy* é o hiato da Utilização da Capacidade Instalada (UCI) dessazonalizada da indústria, disponibilizada pela Confederação Nacional da Indústria, que se trata da relação entre o volume efetivamente produzido pela indústria e a produção potencial (caso o parque industrial estivesse operando com o máximo de sua capacidade). A segunda é o hiato do índice dessazonalizado calculado pelo IBGE da produção industrial da indústria geral, que cobre 63% do valor da transformação industrial das atividades das indústrias extrativas e de transformação. A terceira é o hiato do PIB encadeado dessazonalizado a preço básico calculado pelo IBGE, que dispensa esclarecimentos mais detalhados. Para extrair a tendência das séries, fez-se uso do Filtro HP. As duas primeiras séries são mensais, sendo necessário ajustá-las para periodicidade trimestral. Para tanto, calculou-se a média mensal referente a cada trimestre.

3.1.4 Choques de oferta:

Além disso, de modo a melhor especificar o comportamento da formação de preços, convencionou-se, em estudos recentes, adicionar ao modelo variáveis que representem choques de oferta, para verificar se variações oriundas de repasses cambiais tem impacto significativo sobre o comportamento da inflação no Brasil. Como *proxy*, utiliza-se as variações percentuais trimestrais do câmbio nominal. A referente taxa de câmbio utilizada no estudo é a taxa média nominal de câmbio comercial para venda de real/dólar, disponibilizada pelo Banco Central do Brasil.

Vale ressaltar aqui, que em alguns estudos, como SCHWARTZMAN (2004) e MUINHOS e ALVES (2003), utiliza-se índices de preços externos para captar este efeito. Do ponto de vista teórico, este é um método consistente, mas a metodologia utilizada neste estudo é mais eficaz a nível inferencial, tornando mais palpável, deste modo, tirar conclusões a respeito do *passthrough* do câmbio para o IPCA.

3.2 Tratamento das séries e especificação das variáveis

Primeiramente, foi necessário tratar algumas das séries utilizadas no trabalho com a função logaritmo, de modo a “achatar” os dados, para fins econométricos. Foi realizada tal técnica para a série de produto. Feito isto, se passa ao próximo estágio. De acordo com a teoria expressa por Phillips, o *tradeoff* se dá em relação ao hiato das séries de demanda que afetam o comportamento da inflação. Faz-se necessário, portanto, retirar a tendência das séries e manter apenas a parte cíclica destas. Para tanto, foi estimado a tendência da série utilizando o filtro Hodrick Prescott para as séries da Utilização da Capacidade Instalada, da Produção Industrial e do Produto Interno Bruto, de modo a gerar novas séries com o componente cíclico de cada variável. Vale ressaltar que os dados já são dessazonalizados, não precisando de tratamento neste aspecto.

3.2.1 Estacionariedade

A ordem de integração das variáveis é fator de suma importância a ser analisado antes de regredir o modelo. Sendo assim, mostra-se necessário realizar testes de raiz unitária para verificar a estacionariedade das séries. Mazali & Divino (2009) realizaram vários testes referentes à ordem de integração das séries de inflação e hiatos industriais, concluindo que ambas as variáveis são estacionárias na economia brasileira. Para verificar se as variáveis realmente são estacionárias foi realizado o teste *Augmented Dickey-Fuller* nas séries utilizadas neste estudo. Os resultados comprovam as conclusões que Mazali & Divino chegaram, uma vez que todas as séries não possuem raiz unitária com 10% de significância. Deste modo, as séries utilizadas se apresentam todas estacionárias, sendo que todas as variáveis regredidas no modelo podem então ser utilizadas no nível. As estatísticas dos testes feitos seguem na tabela 1 em anexo.

3.2.1 Defasagens

Com o objetivo de verificar qual a melhor especificação do modelo, fez-se necessário identificar qual defasagem de cada variável explicativa tem maior correlação e, por consequência, maior poder explicativo sobre a variável resposta (inflação) no período t .

Este tema também se mostra um ponto de alta divergência em relação às pesquisas passadas para o caso brasileiro, principalmente no que diz respeito ao repasse cambial e ao efeito do ciclo econômico.

Para tanto, foi realizada uma análise de correlação cruzada do IPCA livre com as demais variáveis. Este instrumento permite o estudo de um correlograma com a correlação, ao longo do tempo, das variáveis, uma delas especificada contemporaneamente, enquanto a outra é defasada no lag i . O correlograma para a série de inflação livre com as demais variáveis explicativas aponta uma relação contemporânea com todas as séries que representam aspectos de demanda (PIB, Produção Industrial e UCI); em um e dois períodos com a série de variação cambial; e defasado em 4 períodos para a expectativa de inflação (o que se mostra altamente em linha com a teoria, já que a inflação esperada remete a 12 meses a frente, ou seja, a inflação em t é correlacionada com a expectativa de mercado para a inflação também em t). Vale lembrar aqui que um período trata-se de 3 meses.

3.2.1 Endogeneidade e instrumentalização das variáveis

Um problema comumente encontrado em estimações econométricas para séries macroeconômicas é a endogeneidade. Isto ocorre quando as variáveis explicativas são correlacionadas com o erro da regressão e , normalmente, isso se deve à omissão de alguma variável relevante ou à simultaneidade de causa entre variável resposta e explicativa.

Para a Curva de Phillips, em especial, há de se prestar atenção em problemas oriundos de simultaneidade. Como a maioria das variáveis respostas do modelo são defasadas, isto não deveria ser fator gerador de endogeneidade. No entanto, como explicitado anteriormente, há evidências para acreditar que a relação encontrada entre IPCA livre e medidas de hiato seja contemporânea, e, portanto, faz-se necessário instrumentalizar a variável de hiato.

Ao observar as funções de autocorrelação e autocorrelação parcial das séries de hiato, percebe-se que, aparentemente, a série pode ser explicada de um bom modo por um modelo autoregressivo de ordem 2 para os hiatos do PIB e da produção industrial e de ordem 3 para o hiato da utilização da capacidade instalada. Pode-se notar nas figuras 1, 2 e 3, em anexo, que as

funções de autocorrelação se comportam como uma senóide amortecida enquanto as funções de autocorrelação parcial “truncam” no lag de ordem n , sendo n a ordem do modelo AR. Deste modo, as medidas de hiato foram instrumentalizada com a estimação de um modelo temporal univariado.

3.3 Metodologia

3.2.1 Modelo teórico

A Curva de Phillips estimada neste ensaio contempla tanto inércia inflacionária, como expectativas para inflação futura, enquadrando-se dentro da classe conhecida como Curva de Phillips Novo-Keynesiano, ou Curva de Phillips Híbrida, que pode ser especificada da seguinte maneira:

$$\pi_t = \beta_1 \pi_{t-1} + \beta_2 E_t \pi_{t+1} + \beta_3 x_{t-n} + \beta_4 z_{t-n} + \varepsilon$$

Onde π_t é a taxa de inflação no período t ; π_{t-1} é a taxa de inflação observada no período anterior; $E_t \pi_{t+1}$ é a expectativa, em t , para a taxa de inflação esperada em $t+1$; x_{t-n} é alguma variável de hiato (que, em teoria, deve representar o custo marginal das empresas) no período $t-n$; z_{t-n} é um choque de oferta no período $t-n$; e ε é o termo de erro.

Apesar da formulação se apresentar relativamente simples, o modelo está sujeito a uma série de erros de estimação. A parte do que já foi abordado anteriormente (endogeneidade, defasagens e escolha das variáveis), outra dificuldade estatística reside em determinar se os parâmetros da equação são constantes ao longo do tempo ou se são dinâmicos e com quebras estruturais devido à mudanças de regimes. Este item será explorado na seção de “Modelo econométrico”.

3.2.2 Restrições sobre os parâmetros e verticalidade de longo prazo

Uma gama ampla de economistas, em especial aqueles de cunho neoclássico, aceitam a hipótese de que a moeda é neutra no longo prazo. Ou seja, validada esta hipótese, não haveria como sustentar uma taxa de desemprego abaixo da natural (e, conseqüentemente, um nível de produto acima do potencial), via pressão inflacionária no longo prazo. Como foi abordado na revisão da literatura, este é um aspecto que deve ser observado em Curvas de Phillips de

cunho novo keynesiano. Em termos econométricos, isto implicaria em restrições sobre os parâmetros, de modo que $\beta_1 + \beta_2$ seja igual a unidade. A intuição por trás disso é de que não é possível manter, qualquer que seja sua medida, um hiato positivo no longo prazo sem que haja um crescimento de inflação indefinidamente.

Muitos economistas atentam para esta restrição quando estimam a Curva de Phillips. SCHWARTZMAN (2006), dá atenção especial para este problema e impõe tais restrições em seus modelos. Nesse estudo, será estimada a Curva de Phillips sem as restrições, para mais uma vez analisar a robustez das estimativas verificando se a soma dos parâmetros estimados convergem para 1, segundo o teste de Wald.

3.2.3 Modelo econométrico

A regressão a ser estimada neste estudo para a economia brasileira está associada a seguinte relação:

$$\pi_t = \beta_1 \pi_{t-1} + \beta_2 E_{t-4} \pi_t + \beta_3 x_t + \beta_4 z_{t-1} + \beta_5 z_{t-2} + \varepsilon_t$$

Onde π_t é a taxa de inflação no período t; π_{t-1} é a taxa de inflação no período t-1; E_{t-4} π_{t+4} é a expectativa de inflação em t-4 para t formulada com base no conjunto de informação I_{t-4} ; x_t é a variável que representa o custo marginal das empresas no período t; z_{t-n} é a variável que representa o *passthrough*, ou variação cambial, no período t-n e, por último, ε_t é um erro de medida que se assume ser independente e identicamente distribuído.

Como já foi explicada, a decisão em relação às defasagens das variáveis é fundamental, e foi realizada após profunda análise estatística.

3.2.3 Estabilidade dos parâmetros

Uma das hipóteses a ser testada nesta pesquisa (e que é ponto de intensa discussão, como já foi exposto) é em relação a melhor especificação econométrica para a Curva de Phillips no caso brasileiro, no que diz respeito a estabilidade dos parâmetros. Muitos autores defendem o uso de *dummies* para capturar quebras estruturais, uma vez que os parâmetros dificilmente seriam estáveis em um período de tempo que englobe uma mudança de regime.

No entanto, como já foi esclarecido, a amostra utilizada neste estudo tem início em 2000, após a instauração do regime de metas. Portanto, o objetivo desta análise ao estimar o

modelo fazendo uso do Filtro de Kalman (deixando os coeficientes flutuando no tempo), é analisar se houve alguma mudança nos fundamentos de 2000 a 2013, que alteraram a sensibilidade da inflação às variáveis explicativas do modelo. Com isso, podemos inferir se há ou não a necessidade de modelar a Curva de Phillips com parâmetros dinâmicos para amostras com início em 2000.

Ao regressir um modelo simples por mínimos quadrados, é possível testar de maneira superficial a estabilidade dos parâmetros por meio de uma análise recursiva dos coeficientes e dos testes CUSUM sob os coeficientes residuais. Os gráficos 6, 7 e 8, em anexo, demonstram que, para os três modelos, há evidências de que os parâmetros são estáticos. No entanto, dado o tamanho limitado da amostra, a inferência por meio da análise recursiva é pouco confiável. Logo, faz-se necessário analisar os resultados obtidos nos modelos finais (regredidos por Espaço de Estados), para podermos realizar um teste mais consistente a respeito da significância dos erros do vetor de estados, o que implicaria em aceitar a hipótese de estabilidade dos coeficientes.

4 Resultados Econométricos

Foram regredidos três modelos, um com cada *proxy* de medida de hiato, de modo a avaliar a robustez dos parâmetros estimados. A tabela xx apresenta os valores estimados para os parâmetros e os critérios de informação de cada modelo. De maneira geral, foi possível analisar que os resultados convergiram e se mostraram pouco sensíveis à escolha da medida de hiato utilizada. Ao analisar os critérios de Akaike, de Schwarz e de Hannan-Quinn, observa-se que o poder de explicação dos modelos não apresentou grande divergência, porém, o modelo com utilização da capacidade instalada apresentou uma leve qualidade relativa superior aos demais, em linha com a literatura.

Em relação à estabilidade dos parâmetros, os resultados do Filtro de Kalman corroboram os resultados encontrados na análise recursiva do modelo de mínimos quadrados, na medida em que nos dá evidências estatísticas de que os parâmetros são estáticos para o período analisado. Portanto, para estimações de Curva de Phillips para o Brasil, cuja amostra se inicia após a instauração do regime de metas, um modelo com coeficientes estáticos apresenta bom ajuste aos dados.

O parâmetro que associa inflação com nível de atividade, e portanto, que pode ser considerado o mais importante da Curva de Phillips, se mostrou significativo para os 3 modelos estimados. No sentido contrário de alguns estudos recentes, foi encontrado uma relação de *tradeoff* de curto prazo significativo para o hiato do PIB. Como já era esperado, também foi encontrado um *tradeoff* de curto prazo significativo para as medidas industriais. O coeficiente estimado para hiato do nível de utilização da capacidade instalada foi de 0,26, o que equivale a dizer que um aumento de um ponto percentual no nível de utilização da capacidade instalada gera uma elevação esperada de 0,26% no IPCA. Para a produção industrial geral, por tratar-se de um índice, a interpretação é menos palpável. O coeficiente estimado para hiato da produção industrial geral foi de 0,06, o que equivale a dizer que um aumento de um ponto no índice de produção industrial geral calculado pelo IBGE gera uma elevação esperada de 0,06% no IPCA.

Para as estimativas dos parâmetros associados ao câmbio, que representam, portanto o repasse cambial na inflação, os valores se mostraram altamente consistentes, convergindo para cerca de 0,1 nos três modelos. Este valor de 10% se mostra em linha com as demais estimativas de *passthrough* realizadas tanto via Curva de Phillips como por outros modelos teóricos. O coeficiente estimado equivale a dizer que uma variação cambial nominal de 1

ponto percentual gera um aumento esperado na inflação de 0,1 por cento, pulverizados nos dois trimestres subsequentes.

Os parâmetros estimados para inércia inflacionária mostraram possuir uma magnitude menor que os parâmetros associados a expectativas de inflação, convergindo para algo em torno de 0,44 nos três modelos, contra 0,57 referentes à inflação esperada. Os valores obtidos apresentam-se em consistentes com a literatura recente.

Por fim, a hipótese de verticalidade de longo prazo da curva, testada sob uma restrição aos parâmetros associados a inércia inflacionaria e expectativa de inflação, foram verificados pelo teste de Wald. Os modelos apresentaram-se altamente consistentes com as restrições, na medida em que os testes não rejeitaram a hipótese nula, com 10% de significância, de que a soma dos parâmetros é igual a unidade. Portanto, há evidências de que a neutralidade da moeda no longo prazo é uma hipótese válida.

5 Conclusão

Expostos os resultados dos modelos estimados, pode-se chegar a algumas conclusões a respeito dos coeficientes da Curva de Phillips para o Brasil e a especificação econométrica para o modelo:

- O *tradeoff* entre inflação e nível de atividade econômica aparenta ser válido para a economia brasileira. Tal fato é corroborado pela estimação de três modelos com medidas diferentes para o nível de atividade, nos quais todos se mostraram estatisticamente significantes.
- Apesar de haver uma convergência dos resultados para os três modelos, a especificação com o nível de utilização da capacidade instalada mostrou-se marginalmente superior, quando se analisa os critérios de informação das regressões. Portanto, há evidências para crer que esta é, dentre as opções analisadas, a melhor medida para representar o custo marginal das empresas.
- Também há evidências estatísticas para acreditar que os parâmetros da Curva de Phillips para o Brasil são estáticos para amostras pós instauração do regime de metas de inflação. Isto equivale a dizer que, para estudos com amostras que se iniciem em 2000, não há a necessidade de se estimar modelos com coeficientes dinâmicos. Tal hipótese foi sustentada por três diferentes testes: A análise recursiva da estabilidade dos parâmetros, o teste CUSUM dos coeficientes residuais e a análise acerca do vetor de estado do modelo estimado por Filtro de Kalman.
- Não foi possível rejeitar a hipótese de verticalidade de longo prazo da Curva de Phillips

Dados os resultados, é necessário atentar para os seguintes possíveis problemas de estimação: i) Baixa disponibilidade de dados, ii) Conjunto amostral de baixa magnitude (52), iii) O fato de o IPCA representar a dinâmica de preços somente em áreas metropolitanas, não necessariamente sendo uma boa *proxy* para evolução inflacionária em nível nacional.

Entretanto, os resultados encontrados aparentam ser válidos e se sustentam pela robustez do modelo (na medida em que as três estimações convergiram) e pelo fato de ter sido satisfeita a restrição de longo prazo. Portanto, o trabalho realizado demonstra que os modelos se adequam de um bom modo à dinâmica inflacionaria brasileira.

Por fim, vale ressaltar que há ainda uma série de aspectos em relação a este estudo que ainda podem, e devem, ser pesquisados mais a fundo posteriormente. Dentre esses aspectos temos, por exemplo, o efeito de mudança de regimes na estabilidade dos parâmetros e um estudo mais detalhado a respeito da adequação de coeficientes não-lineares.

Referências

PHILLIPS, W. **The Relation between Unemployment and the Rate of Change of Money Wage Rates in the United Kingdom, 1861-1957**, *Economica* 25(100), pp. 283-99, 1957.

SAMUELSON, P.A., SOLOW, R.M. **Analytical Aspects of Anti-Inflation Policy**, *American Economic Review Papers and Proceedings* 50(2), pp. 177-94, 1960.

HARGREAVES, D, KITE, H, HODGETTS, B. **Modeling New Zealand inflation in a Phillips curve**. Reserve Bank of New Zealand Bulletin, Vol.69, p. 23-27, 2006.

FRIEDMAN, M. **The role of Monetary Policy**. *The American Economic Review*, Vol.58, No 1, 1968.

PHELPS, E.S. **Phillips Curves, Expectations of Inflation, and Optimal Unemployment over Time**, *Economica* 34(135), pp. 254-81, 1967.

MUTH, J.F. **Rational Expectations and the Theory of Price Movements**, 1961.

SCHWARTZMAN, F. **Estimativa de Curva de Phillips para o Brasil com preços desagregados**. Pesquisa do grupo conjuntura, IE-UFRJ, 2004.

AEROSA, W. D. **Dinâmica da inflação no Brasil: o caso de uma pequena economia aberta**. Rio de Janeiro: Departamento de Economia, PUC-Rio, 2004 (62).

PORTUGAL, M.S., MADALOZZO, R. C., HILLBRECHT, R. O. **Inflation, unemployment and monetary policy in Brazil**. Texto para Discussão da UFRGS, n. 3, p.1-23, 2000.

FERREIRA, R.T., ARRUDA, E.F., CASTELAR, I. **Modelos lineares e não lineares da curva de Phillips para a previsão da taxa de inflação para o Brasil**. Anais do XXXVI Encontro Nacional de Economia - ANPEC', 2008.

MORETTIN, A.P., TOLOI, C.M.C., **Análise de séries temporais**. 2006

Apêndices

Tabela 1 – Teste de raiz unitária

Variável	Estatística-t	P-valor
IPCAL	-5,18947	0,01%
IPCAC	-4,82444	0,02%
Expectativa FOCUS	-3,69068	0,71%
CAMBIO	-5,96504	0,00%
Hiato da NUCI	-5,60205	0,00%
Hiato da PIG	-4,58068	0,05%
Hiato do PIB	-4,00089	0,03%

Tabela 2 – Resumo das variáveis

Variável	Descrição
Ciclo Econômico	Hiato do produto, do NUCI e da PIG. Todos instrumentalizados e sem defasagem
Repassé Cambial	Variação nominal trimestral com 1 e 2 defasagens
Inércia	Uma defasagem
Expectativas	FOCUS
Medidas de Inflação	IPCA livre para variável dependente e IPCA cheio para variável explicativa
Frequência dos dados	Trimestral
Amostra	2000-01;2013-12

Tabela 3 – Resultados Econométricos

Coeficiente	Modelos			
	LPIB	PIG	UCI	Média
Medida de hiato	17,103	0,065	0,257	-
Repassé Cambial	0,102	0,105	0,099	0,102
Inércia	0,441	0,452	0,434	0,442
Expectativas	0,579	0,555	0,582	0,572
Inércia + Expectativas	1,020	1,007	1,016	1,014
Critério de Akaike	2,648	2,646	2,633	-
Critério de Schwarz	2,842	2,839	2,826	-
Critério de Hannan-Quinn	2,722	2,719	2,706	-
R2	36,6%	36,70%	37,50%	36,9%

Gráfico 1 – IPCA Livre

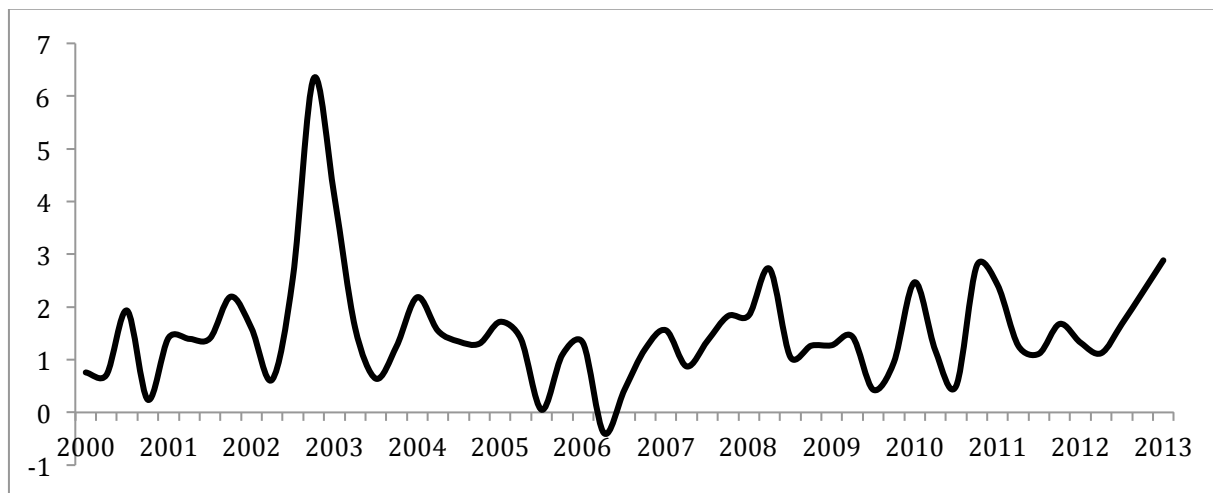


Gráfico 2 – Utilização da Capacidade Instalada

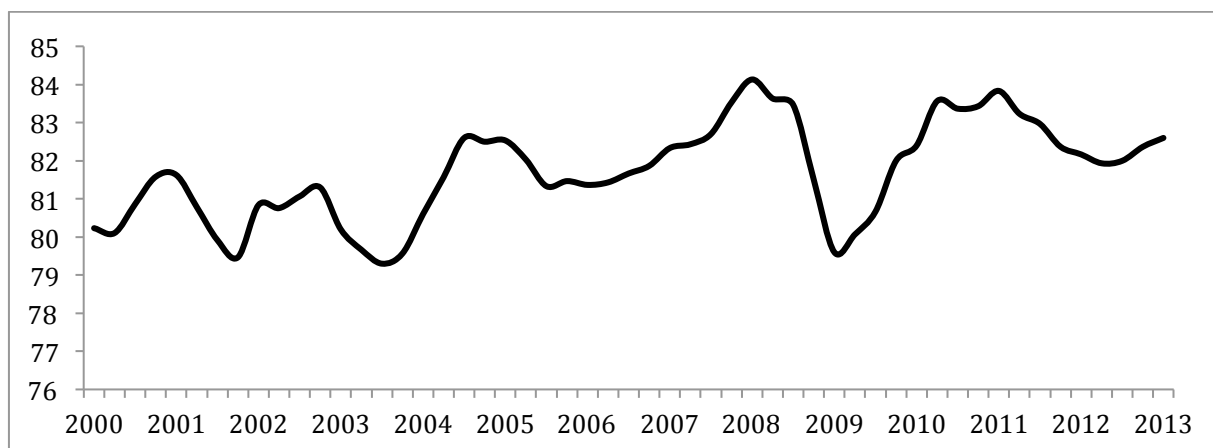


Gráfico 3 – Produção Industrial

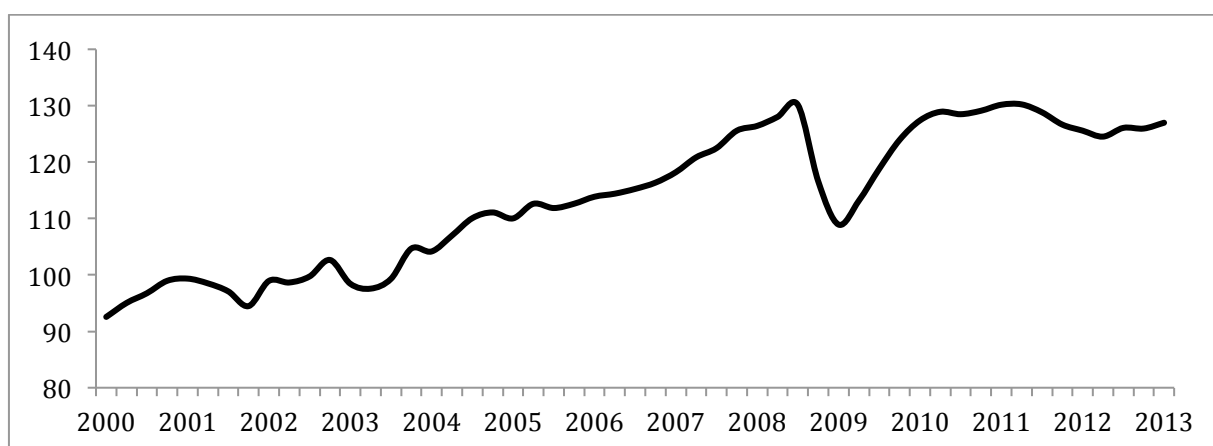


Gráfico 4 – Taxa de desemprego

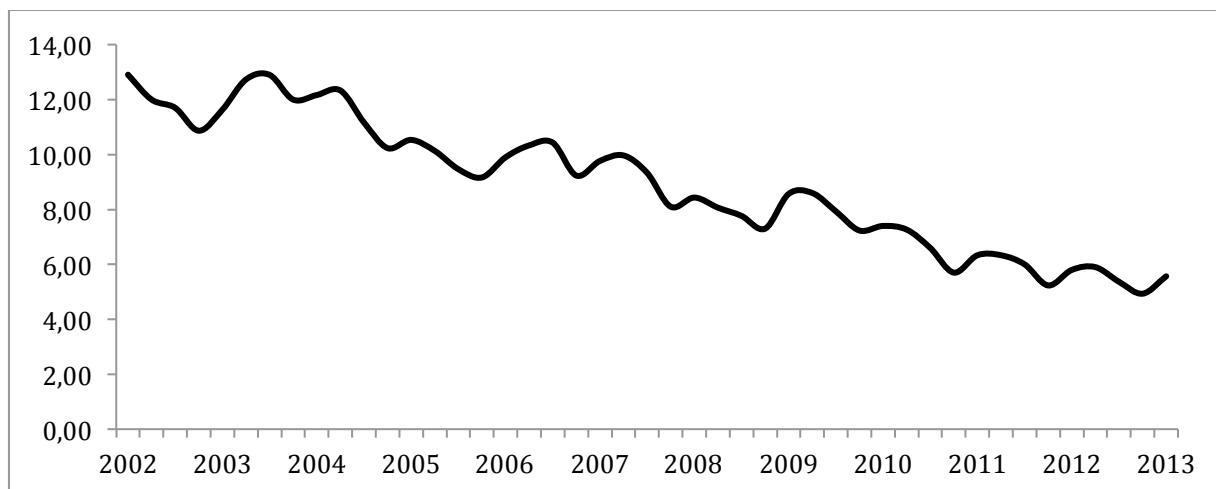


Gráfico 5 – Variação Cambial

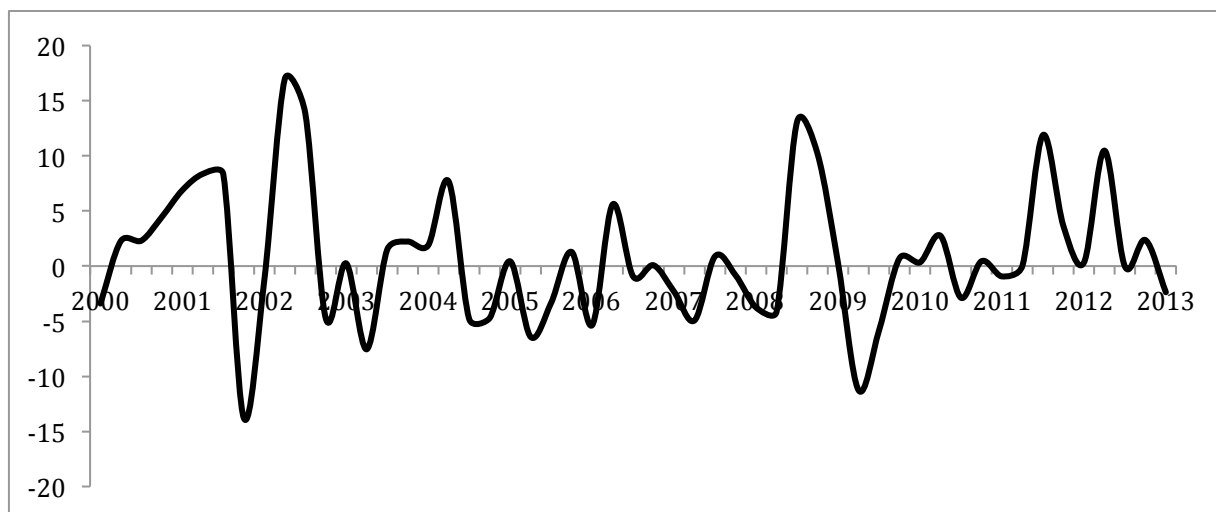


Figura 1 – Correlograma da série de hiato do log-pib

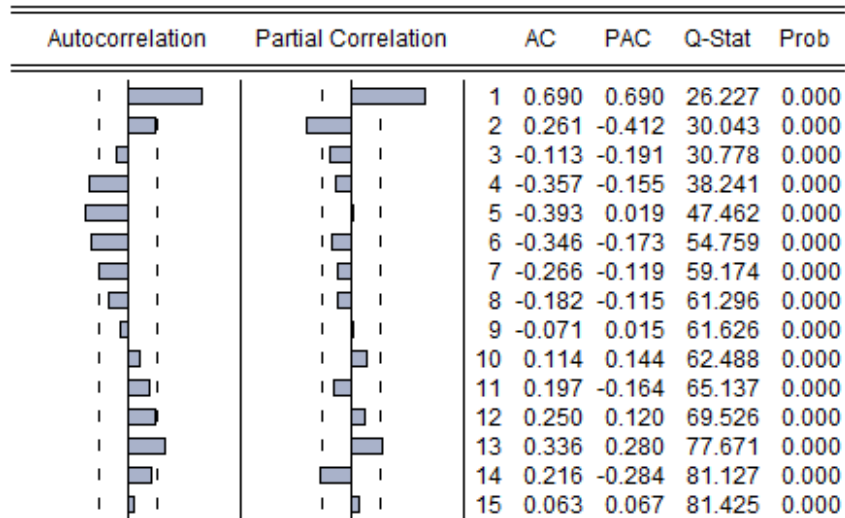


Figura 2 – Correlograma da série de hiato da PIB

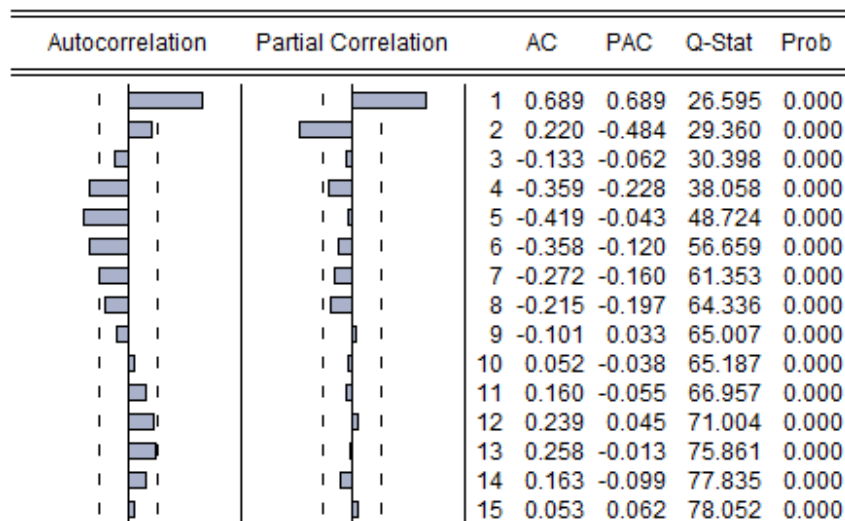


Figura 3 – Correlograma da série de hiato da UCI

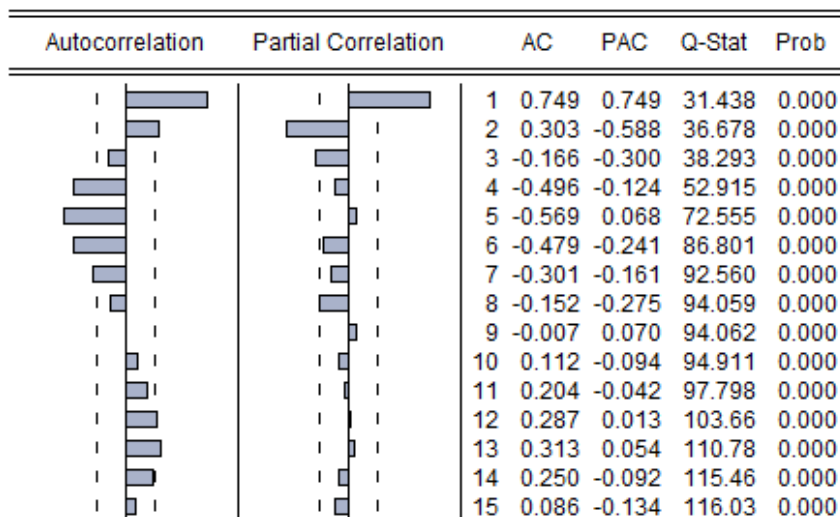


Gráfico 6 – Testes de estabilidade dos parâmetros para modelo com PIB

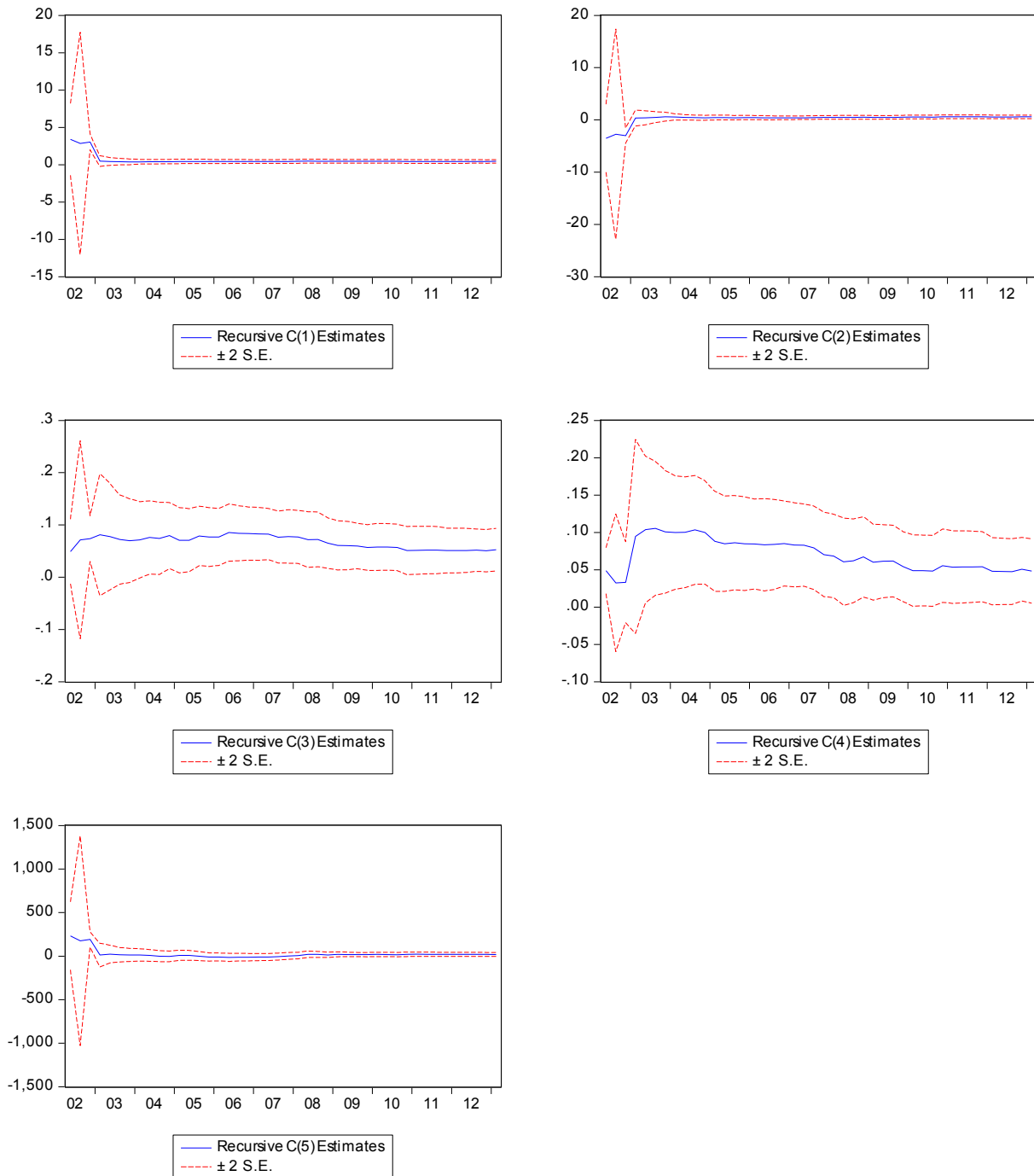


Gráfico 7 – Testes de estabilidade dos parâmetros para modelo com PIG

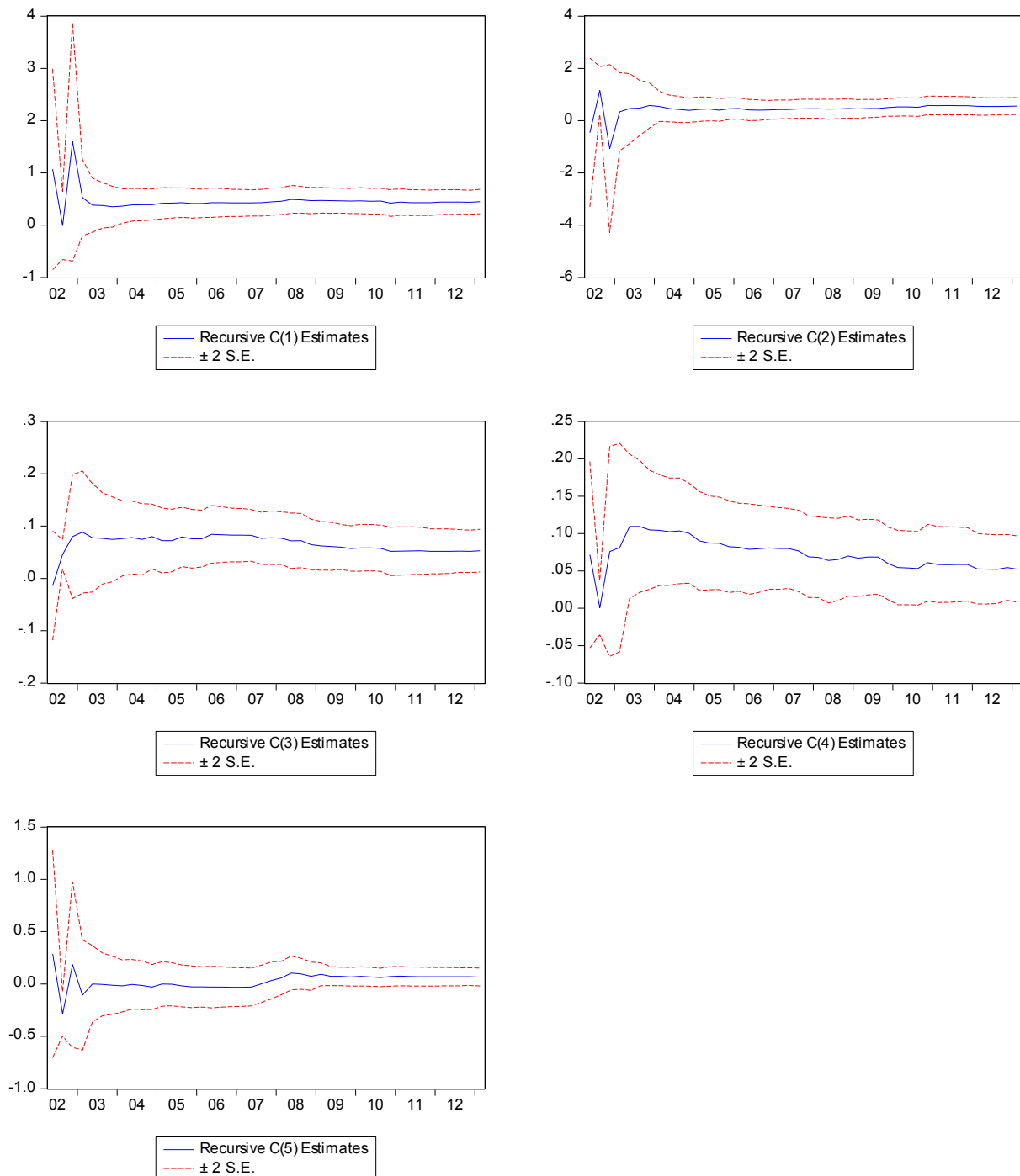


Gráfico 8 – Testes de estabilidade dos parâmetros para modelo com UCI

