



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, ATUÁRIA,
CONTABILIDADE E SECRETARIADO EXECUTIVO (FEAACAS).
CURSO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS

ERIKA VANESSA ALVES DA SILVA

**CURVA DE PHILLIPS PARA A PREVISÃO DA TAXA DE INFLAÇÃO NOS PAÍSES
DO G7**

FORTALEZA
2013

ERIKA VANESSA ALVES DA SILVA

**CURVA DE PHILLIPS PARA A PREVISÃO DA TAXA DE INFLAÇÃO NOS PAÍSES
DO G7**

Monografia apresentada ao curso de Ciências
Econômicas da Universidade Federal do
Ceará, como requisito parcial para obtenção do
Título de Bacharel em Economia.

Orientador: prof. Dr. Roberto Tatiwa Ferreira

FORTALEZA

2013

ERIKA VANESSA ALVES DA SILVA

**CURVA DE PHILLIPS PARA A PREVISÃO DA TAXA DE INFLAÇÃO NOS PAÍSES
DO G7**

Monografia apresentada ao Curso de Ciências
Econômicas da Universidade Federal do
Ceará, como requisito parcial para obtenção do
Título de Bacharel em Economia.

Aprovada em ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Roberto Tatiwa Ferreira (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof^a. Dr^a. Mércia Santos da Cruz
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Prof. Dr. Guilherme Irffi
Universidade Federal do Ceará (UFC)

AGRADECIMENTOS

À Deus, por sempre me mostrar a luz em momentos de trevas.

Aos meus pais e irmãos pela imensa dedicação e amor.

Ao Prof. Dr. Roberto Tatiwa , pela atenção e orientação deste trabalho.

Aos professores participantes da banca examinadora, Prof^a. Dr^a. Mércia Santos da Cruz e Prof. Dr. Guilherme Irfi.

Aos meus amigos, Daiana Resende, Ir. Lina, Luis Carlos, Mayara Casqueiro, Phábia Valeska e Tony Araújo, pelo suporte, incentivo e motivação para nunca desistir.

RESUMO

Este trabalho compara previsões da taxa de inflação trimestral dos países que compõe o grupo G7, que é composto pelas sete maiores economias do mundo, feitas a partir de modelos de séries temporais, como ARMA e VAR, e modelos da curva de Phillips no período de 1995 a 2010. Outra abordagem será o uso de modelos de curva de Phillips com modelagem ARMA dos resíduos. Não há um consenso acerca da superioridade das previsões geradas por modelos de curva de Phillips sobre os modelos de séries temporais. Dessa forma, a partir das previsões geradas, será possível a avaliação da eficiência preditiva da curva de Phillips, em comparação com os diferentes modelos em estudo e, classificando assim, o modelo mais eficiente nos resultados preditivos. Os resultados mostraram que o modelo ARMA se mostrou mais eficiente em relação aos outros modelos, com exceção da Alemanha. Porém, com a inserção do processo ARMA na modelagem da curva de Phillips, a situação foi invertida em favor destes modelos que passaram a gerar previsões mais eficientes para quase todos os países desenvolvidos, sendo a França a única exceção. Os modelos VAR não obtiveram bons resultados para nenhum dos países analisados.

Palavras-chave: Curva de Phillips, ARMA, VAR, Previsão, Inflação, G7.

ABSTRACT

This paper compares the forecasts of quarterly inflation rate of countries that compose the G7, which is composed by the seven largest economies in the world, made from time series models such as ARMA and VAR models and the Phillips curve. Another approach is the use of the Phillips curve models with ARMA modeling of waste. There is no consensus about the superiority of forecasts generated by models of the Phillips curve on the time series models. Thus, based on the predictions generated, it is possible to evaluate the efficiency of predictive Phillips curve in comparison to the different models under study and thereby classifying the model predictive results in more efficient. The results showed that the ARMA model is more efficient compared to other models, with the exception of Germany. However, with the insertion of the ARMA process in modeling the Phillips curve, the situation was reversed in favor of these models that generate predictions became more efficient in almost all developed countries, France being the only exception. VAR models have not obtained good results for any of the countries analyzed.

Keywords: Phillips curve, ARMA, VAR, Forecast, Inflation, G7.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Informações sobre a base de dados.....	22
Tabela 2 – Resultados dos testes de Raíz Unitária.....	24
Tabela 3 – Resultados dos testes de Raíz Unitária após aplicar a primeira diferença.....	25
Tabela 4 – Resultados ARMA, VAR e Curva de Phillips.....	25
Tabela 5 – Resultados ARMA, VAR, Curva de Phillips e Função de Transferência.....	26
Tabela 6 – Variância da inflação nos países do G7.....	26

LISTA DE SIGLAS

ARMA	Modelos Auto-Regressivo com Média Móvel
ARCH	Modelos Auto-Regressivo de Heterocedasticidade Condicional
EGARCH	Modelo Exponencial ARCH
VAR	Vetor Auto-Regressivo
VEC	Vetor de Correção de Erros
TAR	Modelo <i>Threshold</i> Autor-Regressivo
EQM	Erro Quadrado Médio
EAM	Erro Absoluto Médio
REQM	Raiz do Erro Quadrático Médio
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
FMI	Fundo Monetário Internacional
OECD	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PIB	Produto Interno Bruto
IGP	Índice Geral de Preços
IPA	Índice de Preço por Atacado
IPC	Índice de Preços ao Consumidor
IPCA	Índice Nacional de Preço ao Consumidor Amplo

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	9
2.	REFERENCIAL TEÓRICO E EMPÍRICO.....	11
2.1	Inflação.....	11
2.2	Curva de Phillips.....	12
2.3	Revisão sobre a modelagem da Curva de Phillips.....	17
3.	METODOLOGIA.....	20
3.1	Modelos utilizados para a previsão da inflação.....	20
3.1.1	<i>Modelos ARMA e VAR.....</i>	20
3.1.2	<i>Modelos de Curva de Phillips.....</i>	20
3.2	Dados.....	22
4.	RESULTADOS.....	24
4.1	Resultados dos testes de Raiz Unitária.....	24
4.2	Resultados das previsões.....	25
5.	CONCLUSÕES.....	28
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29

1 INTRODUÇÃO

A Inflação consiste no aumento contínuo e generalizado dos preços, podendo ter sua origem na oferta ou na demanda. Os problemas causados por um processo inflacionário são instabilidade econômica, perda de horizonte de planejamento por parte dos agentes econômicos, incidência de um imposto inflacionário e intensificação da pobreza. Ao criar um ambiente econômico de instabilidade nos preços, os agentes econômicos (famílias, empresas e governo) devem tomar suas decisões com um menor horizonte de planejamento, criando distorções entre os diversos setores da economia e um crescimento econômico abaixo do nível ótimo. A inflação age, também, como um imposto que atinge com maior impacto as famílias com menor poder aquisitivo.

Por essas razões, a inflação é uma instabilidade econômica monitorada pelos agentes econômicos e combatida pelos bancos centrais, os quais precisam de previsões dessa variável para formar expectativas sobre o comportamento futuro do nível de preços da economia, com o objetivo de auxiliar a tomada de decisões no presente e no futuro.

Um modelo econômico muito utilizado para analisar o processo inflacionário é a curva de Phillips, que estabelece uma relação inversa entre desemprego e inflação (LOPES; VASCONCELLOS, 2010). A curva de Phillips inicialmente foi formulada como um *trade-off* entre inflação e desemprego, de forma que, o combate à inflação exige ampliação do desemprego, impondo uma taxa de sacrifício para a sociedade. Uma formulação mais moderna da curva de Phillips aborda o papel das expectativas inflacionárias, evidenciando o papel que estas exercem sobre o desempenho da economia. Do lado empírico, a curva de Phillips é usada para descrever o lado da oferta da economia, para medir a inércia inflacionária e para realizar previsões.

Nesse sentido, modelos de curva de Phillips têm sido largamente utilizados na previsão da inflação. Stock e Watson (2007) utilizaram modelos da curva de Phillips com objetivo de gerar previsões para a taxa de inflação americana. Eles demonstraram que a curva de Phillips é um método robusto para previsão da inflação em períodos de baixa volatilidade da inflação.

Visando contribuir com evidências empíricas sobre essa questão, o objetivo principal deste estudo consiste em avaliar a eficiência preditiva dos modelos de Curva de Phillips, no que se refere à taxa de inflação, considerando uma amostra que contém países desenvolvidos pertencentes ao grupo G7, as sete maiores economias do mundo, compostos

por Alemanha, Canadá, EUA, França, Itália, Japão e Reino Unido. As previsões geradas pelas Curvas de Phillips serão comparadas com as produzidas por modelos Auto-Regressivos com Média Móvel (ARMA) e pelo Vetor Auto-Regressivo (VAR) através do erro quadrado médio (EQM). Desta forma, além de contribuir com resultados empíricos sobre a qualidade da Curva de Phillips como mecanismo de previsão para a inflação, este trabalho pretende identificar um modelo capaz de gerar previsões de curto e médio prazo para essa importante variável macroeconômica.

Além dessa introdução, o presente estudo é composto por mais quatro seções. Na próxima seção, apresentam-se os principais aspectos teóricos da inflação e da curva de Phillips, bem como a revisão sobre a modelagem da inflação. A terceira seção dedica-se a exposição dos modelos econométricos utilizados e exposição dos dados. Os resultados da previsão da taxa de inflação para os grupos dos países que compõem as sete maiores economias do mundo, denominado pelo grupo G7, estão reportados na quarta seção. Por fim, a última seção apresenta as conclusões.

2 REFERENCIAL TEÓRICO E EMPÍRICO

2.1 Inflação

A inflação é caracterizada por uma alta apreciável e persistente no nível geral de preços (SHAPIRO, 1973). O termo apreciável decorre do sinônimo de considerável, ou seja, o aumento de preços deve ser suficientemente grande. A dimensão do fator tempo é um ponto importante a ser discutido, pois a elevação descontínua de preços durante um curto período de tempo pode ser atribuída a oscilações reais de mercado e não a fatores tipicamente inflacionários.

Uma forma de mensurar a inflação é através da construção de índices indicadores da inflação. Devido ao caráter generalizado da alta de preços, a construção dos indicadores podem apresentar erros de fórmula, erros de amostragem e erros de homogeneidade. A obtenção de indicadores perfeitos, do ponto de vista operacional, é praticamente impossível. O que na verdade se obtém são índices construídos a partir de quadros amostrais (LOPES;ROSSETI, 1999).

O indicador ideal seria aquele que conseguisse captar o movimento dos preços de todos os fatores e produtos transacionados na economia, devidamente ponderados por sua exata participação na formação do produto nacional. Existem vários indicadores da inflação, cada um deles obtido com base em diferentes critérios de cálculo. Os principais índices são: deflator implícito do Produto Interno Bruto (PIB), índice geral de preços (IGP), índices de preços por atacado (IPA) e índice de preço ao consumidor (IPC).

As teorias desenvolvidas por economistas para explicar as causas dos processos inflacionários são inúmeras. As principais teorias classificam a inflação como inflação de demanda e inflação de custos.

Conforme Shapiro (1973) o nível geral de preços sobe porque a demanda por bens e serviços excede a oferta disponível aos preços existentes, ou seja, a inflação de demanda ocorre porque há uma demanda excessiva generalizada sem a expansão equivalente da oferta. O deslocamento da demanda agregada ocorre tanto no âmbito monetário da economia, devido ao excesso de moeda em relação aos bens e serviços disponíveis, quanto no setor real da economia, com o aumento dos gastos do governo.

A inflação de custos têm suas causas na oferta agregada, no qual seu deslocamento resulta de mudanças nos salários, obtidos pelos sindicatos, nos custos de matéria-prima ou na tentativa de aumento da margem de lucro (LOPES;ROSSETI, 1999). De

forma geral, elevações nos custos de produção se incorporam aos preços, elevando-os. Há ainda um tipo de inflação que é impulsionada tanto por custos quanto pelo excesso de demanda, sendo chamada de inflação mista.

Destacam-se outros tipos de teorias inflacionárias, entre elas, a teoria estruturalista. Segundo essa teoria, as pressões inflacionárias são causadas por fatores estruturais, com origens mais profundas que as de fatores circunstanciais. Tais fatores relacionam-se com a inelasticidade da oferta de produtos agrícolas, desequilíbrios nas transações externas decorrentes do ingresso de divisas externas, distribuição desigual da renda e com a rigidez dos orçamentos públicos. Esse tipo de teoria é comumente associada a economias subdesenvolvidas.

Por fim, a abordagem inercialista acrescenta a questão das expectativas sobre a inflação, de forma que os indivíduos colocam suas expectativas de inflação passada na inflação futura, antecipando o reajuste de preços. De acordo com Lopes e Vasconcellos (2010) quando os indivíduos olham para o passado como melhor previsor do futuro a inflação tende a se perpetuar no nível previamente atingido, gerando-se inércia inflacionária. Dessa forma, a inflação presente é reproduzida por forças inerciais da inflação passada, realimentando-a.

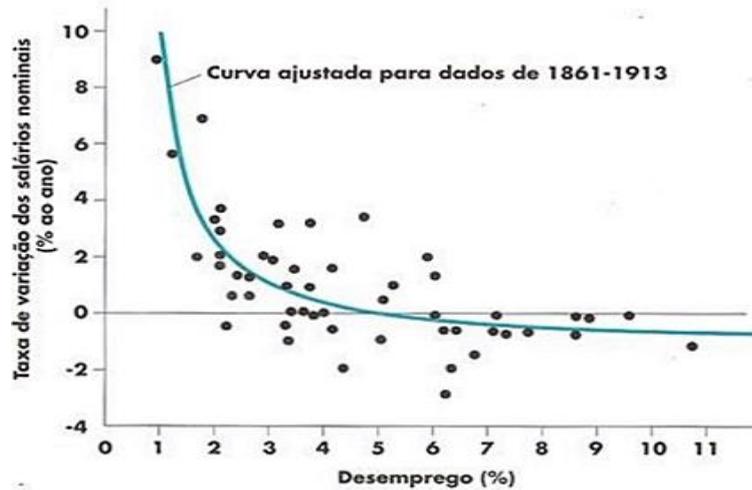
A inflação gera vários efeitos negativos, dentre os quais se destacam a possibilidade de gerar um baixo nível de crescimento econômico e a intensificação da pobreza em um país. Ao criar um ambiente econômico de instabilidade nos preços, os agentes econômicos (famílias, empresas e governo) devem tomar suas decisões com um menor horizonte de planejamento, criando distorções entre os diversos setores da economia e gerando um crescimento econômico abaixo do nível ótimo. Por outro lado, a inflação age como um imposto que atinge com maior impacto as famílias com menor poder aquisitivo.

2.2 Curva de Phillips

É do economista inglês A.W.Phillips os primeiros trabalhos sobre a relação histórica entre a taxa de desemprego e as variações no nível geral de preços. Em seu trabalho original, Phillips estudou o comportamento dos salários no Reino Unido para o período de 1861 a 1957 e examinou uma relação entre os salários nominais e a taxa de desemprego (SIMONSEN; CYSNE, 2007).

A Figura 1 demonstra graficamente o estudo de Phillips, para os dados do Reino Unido no período de 1861 a 1913, onde o baixo desemprego estava associado à alta dos salários nominais e o alto desemprego à baixa dos salários nominais.

Figura 1: A curva de Phillips original para o Reino Unido

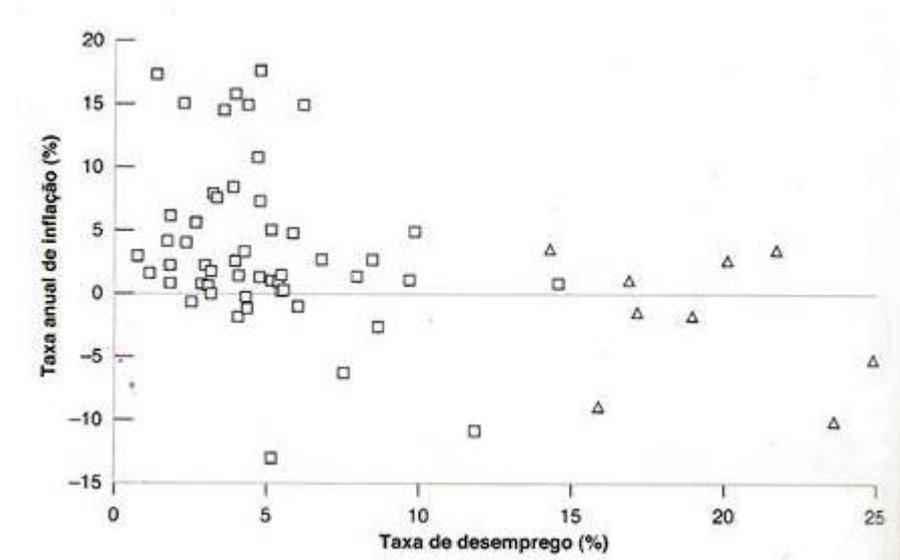


Fonte: Donrbusch (2009)

Phillips observou uma relação negativa entre inflação e desemprego, de forma que quando o desemprego era baixo a taxa de inflação era alta e quando o desemprego era elevado a inflação era baixa.

Blanchard (2011) apresenta que usando a essência do estudo de Phillips, Paul Samuelson e Robert Solow realizaram um exercício similar para os Estados Unidos, com dados de 1900 a 1960. Eles utilizaram a inflação do índice de preços ao consumidor dos Estados Unidos como medida da taxa de inflação.

Figura 2- Comportamento da Inflação e do Desemprego nos Estados Unidos



Fonte: Blanchard (2011)

De acordo com a figura 2, exceto pelo acentuado período de desemprego na década de 1930, período da grande depressão, que são representados por triângulos à direita dos outros pontos da figura, há uma relação negativa entre inflação e desemprego. Essa relação foi denominada por Samuelson e Sollow como curva de Phillips.

Conforme Dornbusch (2009), a curva de Phillips se tornou de fundamental importância para a análise de política macroeconômica. Ela sugeria que os responsáveis pela política econômica poderiam escolher combinações diferentes de taxas de desemprego e inflação.

Em 1970 a relação da curva de Phillips enfrentou sérias dificuldades. A questão da expectativa inflacionária não tinha sido abordada antes. Isso se deveu ao fato de que a média da taxa de inflação tanto do Reino Unido quanto dos Estados Unidos, no período estudado pelos autores citados, terem sido próximas de zero, de forma que os indivíduos acreditavam que permaneceria assim no futuro, ou seja, as expectativas eram de que a inflação continuasse a ser zero.

Porém, devido ao comportamento persistente da inflação, o comportamento dos agentes econômicos mudou e eles passaram a formar as expectativas de forma diferente. Eles partiram do princípio de que se a inflação foi alta no passado, provavelmente, também seria no futuro. A partir disso, a taxa de desemprego não afetaria a inflação, mas a variância da taxa

de inflação. O desemprego elevado leva a uma inflação decrescente, enquanto que o desemprego baixo leva a uma taxa de inflação crescente (BLANCHARD, 2011).

A curva de Phillips é uma relação inversa entre a taxa de desemprego e a taxa de aumento dos salários nominais. Quanto maior a taxa de desemprego, menor a taxa de inflação dos salários. Em outras palavras, há um dilema entre inflação de salários e desemprego (DORNBUSCH; FISCHER; STARTZ, 2009. p.117).

A versão moderna da curva de Phillips é denominada por Dornbusch(2009) de curva de Phillips ampliada pelas expectativas, ou ainda, de acordo com Blanchard(2011), pode ser chamada de curva de Phillips aceleracionista. O raciocínio da curva de Phillips mostra que dado o nível esperado de preços, baseado no nível de preços do ano anterior, o desemprego mais baixo leva a um salário nominal elevado. Um salário nominal elevado leva a um nível de preços mais alto neste ano do que no ano anterior, ou seja, uma inflação maior. Este mecanismo é chamado de espiral de preços e salários (BLANCHARD, 2011).

Lopes e Vasconcellos (2010) deduzem a curva de Phillips com base na oferta agregada: inicialmente analisam a relação entre os preços com os preços defasados, e depois acrescentam a questão das expectativas. Dessa forma, tem-se uma formulação mais moderna da curva de Phillips, de modo a se poder discutir o papel das expectativas e o dos choques de oferta.

Inicia-se uma formulação simples da curva de oferta em que o nível de preços do período corrente (P) varia de acordo com o nível de preços do período anterior (P_{-1}) e com a diferença entre a taxa de desemprego efetiva (μ) e a taxa de desemprego natural (μ_N) (Lopes e Vasconcellos 2010, p.295).

$$P = P_{-1} [1 - \delta(\mu - \mu_N)] \quad (1)$$

A partir da expressão acima, pode-se deduzir a curva de Phillips rearranjando a equação da seguinte forma:

$$\frac{P - P_{-1}}{P_{-1}} = -\delta(\mu - \mu_N) \quad (2)$$

O termo do lado esquerdo da equação é a própria definição de taxa de inflação, que será chamada de π . Assim, temos:

$$\pi = -\delta(\mu - \mu_N) \quad (3)$$

A equação acima mostra a relação inversa entre inflação e desemprego, chamada de curva de Phillips. Dessa forma, caso se pretenda diminuir a inflação isso resultará em maior desemprego e vice-versa.

Pode-se deduzir uma versão modificada da curva de Phillips, com base a oferta agregada de Lucas. De acordo com Lopes e Vasconcellos (2010), a equação de Lucas é:

$$Y = Y_p + \alpha(P - P^e) \quad (4)$$

Onde o produto (Y) é função do produto potencial (Y_p), do nível de preço corrente (P) e do nível de preço esperado (P^e). O termo α corresponde à sensibilidade de resposta do produto a mudanças inesperadas de preços.

De acordo com Blanchard (2011,p.165) a lei de Okun estabelece uma relação entre produto e desemprego dada por:

$$\mu - \mu_N = \lambda(Y_p - Y) \quad (5)$$

A equação 5 mostra que a diferença entre a taxa de desemprego (μ) e a taxa de desemprego natural (μ_N) é proporcional a diferença do produto potencial (Y_p) em relação ao produto efetivo (Y). O parâmetro λ mede a sensibilidade do desemprego em relação ao hiato do produto. Com base na equação 4, pode-se fazer:

$$P = P^e - \frac{1}{\alpha}(Y_p - Y) \quad (6)$$

Substituindo a equação 5 na equação 6, temos:

$$P = P^e - \varphi(\mu - \mu_N) \quad (7)$$

Onde $\varphi = \frac{1}{\lambda\alpha}$ mede a sensibilidade dos preços em relação à taxa de desemprego.

Transformando os níveis de preços efetivos e esperados em termos de variação em relação ao período anterior, temos:

$$P - P_{-1} = P^e - P_{-1} - \varphi(\mu - \mu_N) \quad (8)$$

$$\pi = \pi^e - \varphi(\mu - \mu_N) \quad (9)$$

Onde π^e é a taxa de inflação esperada. A equação 9 é a curva de Phillips ampliada pelas expectativas. Uma formulação mais geral para a curva de Phillips acrescenta um elemento aleatório na equação, o chamado choque de oferta (ε), como mostra a equação a seguir:

$$\pi = \pi^e - \varphi(\mu - \mu_N) + \varepsilon \quad (10)$$

A equação 10 nos mostra que quando não há expectativa inflacionária, ou seja, $\pi^e = 0$, juntamente com a ausência de choques de oferta, a inflação passa a ser explicada somente pelo nível de emprego. De forma que, se a taxa de desemprego estiver em seu nível natural, a inflação será igual a zero. Se o desemprego for menor que a taxa natural, haverá inflação, e se o desemprego for superior, haverá deflação (LOPES; VASCONCELLOS, 2010).

2.3 Revisão sobre a modelagem da inflação

Estudos na área de previsão têm sido amplamente realizados com o objetivo de auxiliar os agentes na tomada de decisão e na condução das políticas econômicas. A dinâmica de mercado é baseada nas expectativas dos agentes, ou seja, decisões sobre o quanto se deve produzir e estocar, qual será o valor da taxa de juros, ou ainda qual será a expectativa do valor do dólar. Dado que o nível geral de preços influencia nas decisões de produção, investimento e consumo, a previsão da taxa de inflação se mostra extremamente importante.

Nesse sentido, Alencar (2006) comparou a eficiência preditiva entre modelos de previsão da inflação no curto prazo para o caso brasileiro, a fim de descobrir qual modelo apresentaria os melhores resultados: os puramente estatísticos ou amparados pela teoria econômica.

O autor utilizou como base para a metodologia modelos univariados e multivariados para a previsão da taxa de inflação, medida pelo IPCA. O parâmetro de comparação da eficiência entre os modelos foi a REQM, de forma que a menor REQM significa que o modelo possui uma maior capacidade de previsão.

Os resultados obtidos mostram que modelos com pouca teoria econômica, como os modelos ARCH e EGARCH, foram mais eficientes, no sentido preditivo, em um horizonte curto de tempo, superando o modelo da curva de Phillips.

Araripe (2008) comparou a eficiência preditiva de diversos modelos, tais como modelos ARMA, VAR e VEC. A eficiência das previsões realizadas foram medidas através da comparação do cálculo do EQM gerado pelos diferentes modelos. O autor concluiu que modelos multivariados, tais como VAR e VEC se mostraram superiores em relação aos modelos ARMA univariados, produzindo menor EQM.

Arruda, Ferreira e Castelar (2011) realizaram um estudo visando identificar o melhor mecanismo preditivo para a inflação brasileira, a partir de modelos lineares e não lineares de séries temporais e da curva de Phillips. Os modelos utilizados como base comparativa das previsões da taxa de inflação, medida pelo IPCA, foram os modelos ARMA, ARCH, VAR, TAR e variações da curva de Phillips. O EQM foi o parâmetro de eficiência utilizado, de forma que o modelo a gerar o menor erro seria eleito o modelo com maior eficiência preditiva. Os resultados obtidos mostram que os modelos não lineares geraram melhores previsões da taxa de inflação do que os modelos lineares. De forma que, os modelos mais eficientes foram o TAR e a curva de Phillips ampliada com efeito *threshold*.

Cusinato (2009) realizou ensaios sobre a previsão da inflação de dados em tempo real no Brasil, com o objetivo de investigar a eficiência de modelos lineares e não lineares. A partir da curva de Phillips, o autor utilizou um modelo “evolucionário” para prever a inflação do Brasil, medida pelo IPCA. Esse modelo consiste em uma combinação de um modelo linear e um modelo não linear. Os critérios de eficiência usados foram a REQM e o EAM. Os resultados mostram que os modelos evolucionários da curva de Phillips se mostraram mais eficientes do que os modelos lineares, o que pode ser explicado por informações obtidas fora da amostra.

Não há, portanto, um consenso acerca da superioridade das previsões geradas por modelos de curva de Phillips sobre os modelos de séries temporais. Essa observação é verificada na previsão da inflação de países desenvolvidos e subdesenvolvidos. Existem estudos sobre previsão da inflação em países desenvolvidos que ora indicam que modelos de séries de tempo geram melhores previsões do que os modelos baseados na curva de Phillips e vice versa.

Stock e Watson (2007) fornecem uma informação importante para a elaboração de modelos que preveem a taxa de inflação de forma mais eficiente. De acordo com esses autores, em suas previsões realizadas para a taxa de inflação dos EUA, os modelos de curva

de Phillips tendem a gerar melhores previsões do que modelos de séries temporais em períodos de menor variância da inflação.

Nessa direção, este estudo justifica-se pela tentativa de investigar as previsões da taxa de inflação, tomando como base o grupo dos sete países mais industrializados e economicamente desenvolvidos, denominado G7. A escolha desse grupo justifica-se por estes países possuírem maior estabilidade econômica, ou seja, baixa variabilidade da taxa de inflação. Tais previsões serão feitas a partir de modelos de séries temporais, como ARMA e VAR, e modelos da curva de Phillips. Outra abordagem será o uso de modelos de curva de Phillips com modelagem ARMA dos resíduos, tendo em vista a melhoria da eficiência preditiva, contribuindo com novas evidências empíricas para o problema de previsões da taxa de inflação no G7. Dessa forma, a partir das previsões geradas, será possível a avaliação da eficiência preditiva da curva de Phillips, em comparação com os diferentes modelos em estudo e, classificando assim, o modelo mais eficiente nos resultados preditivos.

3 METODOLOGIA

3.1 Modelos utilizados para a previsão da inflação

3.1.1 Modelos ARMA e VAR

Modelos Auto-Regressivos de Médias Móveis (ARMA) são muito utilizados para realizar previsões nas mais diversas áreas da economia. Em virtude da sua simplicidade e da qualidade de suas previsões, esses modelos são usualmente a base de comparação para outros, como por exemplo, modelos baseados na curva de Phillips. De acordo com Hamilton (1994) um modelo ARMA(p, q), tem a seguinte forma:

$$y_t = \mu + \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \theta_p \varepsilon_{t-p} \quad (11)$$

Nesse modelo, a variável dependente pode ser explicada tanto pela defasagem da própria variável quanto pelos choques passados, ou seja, um processo ARMA inclui componentes auto-regressivos (AR) e componentes de médias móveis (MA), onde p indica a defasagem do componente autorregressivo e q indica a defasagem do componente de Média Móvel. No presente estudo, se fará uso na equação do modelo ARMA (p, q) a taxa de inflação como variável dependente.

Segundo Bueno (2008), um Vetor Auto-Regressivo (VAR) é a forma reduzida de um modelo dinâmico de equações simultâneas. Um modelo VAR(p) pode ser expresso como:

$$y_t = c + \sum_{i=1}^p \Phi_i y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (12)$$

Na qual y_t representa um vetor ($n \times 1$) com valores das n variáveis inclusas no modelo e p representa o número de *lags*. Nesse estudo, as variáveis utilizadas no modelo VAR foram Produto Interno Bruto (PIB), Inflação e taxa de juros.

3.1.2 Modelos de Curva de Phillips

A curva de Phillips pode ser expressa da seguinte maneira:

$$\pi_t^L = \alpha_1 \pi_{t-p} + \alpha_2 h_{t-p} + \alpha_3 (\Delta e_{t-p} + \pi_{t-p}^*) + \varepsilon_t \quad (13)$$

Nesse modelo, a inflação depende da inflação passada (expectativa de inflação adaptativa), do hiato do produto e do repasse cambial defasado, sendo chamada de curva de

Phillips ampliada. A equação (13) pode ser representada através de uma forma mais compacta como:

$$\pi_t = \alpha_1 \pi_{t-p} + \alpha_2 h_{t-p} + \alpha_3 c_{t-p} + \varepsilon_t \quad (14)$$

Estimou-se, inicialmente, a curva de Phillips como função da inflação passada e do hiato do produto. Posteriormente, realizaram-se novas estimações com o repasse cambial inserido na equação. A nomenclatura utilizada para a curva de Phillips nesse trabalho é CP (p, q, c) , onde p, q e c referem-se as defasagens da inflação passada, do hiato do produto e da taxa de câmbio, respectivamente. Utilizou-se ainda funções de transferência que combinam os modelos de curva de Phillips com a modelagem ARMA de seus resíduos. Para isso, elegeu-se a curva de Phillips com maior eficiência preditiva e introduziu-se na modelagem o processo ARMA (p, q) . Em todos esses modelos $p=0,1,2,3,4$ e $q=0,1,2,3,4$, dado frequência trimestral dos dados. Essa modelagem da curva de Phillips será nomeada como CP (p, q, c) : ARMA (p, q) .

Após o processo de estimação de todos esses modelos, foram realizadas previsões para a taxa de inflação e os erros de previsão foram calculados. Para avaliar a eficiência preditiva dos modelos utilizados, foi estabelecida uma medida de eficiência, assim como um critério de decisão para julgar qual previsão é mais eficiente. Foi utilizado um procedimento fixo no qual a amostra total, que se inicia no primeiro trimestre de 1995 (1995q1) e termina no quarto trimestre de 2010 (2010q4), foi separada em dois períodos. As primeiras observações, 1995q1-2007q4, foram utilizadas para estimar os parâmetros dos modelos, enquanto as últimas observações desta amostra, 2008q1-2010q4, foram utilizadas na avaliação preditiva. Após realizar a estimação dos modelos utilizando as primeiras observações executaram-se previsões para as últimas observações, que por sua vez foram comparadas com seus valores reais.

Calculou-se o EQM de previsão, que foi utilizado como medida de eficiência preditiva dos modelos utilizados nesse estudo.

O objetivo é prever valores futuros de uma série temporal que estejam sujeitos ao menor erro possível. Por isso, consideramos que a previsão ótima é aquela na qual o quadrado médio do erro de previsão é mínimo (PYNDYCK; RUBINFELD, 2004).

O EQM é dado pela soma do quadrado da diferença entre o valor previsto e o valor realizado, dividido pelo número de períodos:

$$EQM = \frac{\sum_{t=T+1}^{T+h} (Y_t^F - Y_t)^2}{h} \quad (15)$$

3.2 Dados

Utilizaram-se dados de uma amostra composta por países desenvolvidos. O conjunto de países analisados foram os integrantes do grupo G7, as sete maiores economias do mundo, compostos por Alemanha, Canadá, EUA, França, Itália, Japão e Reino Unido. Os dados utilizados são de frequência trimestral e foram extraídos do banco de dados do IPEADATA, FMI, OECD. As variáveis analisadas serão taxa de inflação, PIB, taxa de juros e taxa de câmbio. A tabela 1 apresenta as informações sobre a base de dados utilizada.

Tabela 1- Informações sobre a base de Dados.

País	Variável	Período	Fonte dos Dados
ALEMANHA	PIB	1995.Q1-2010.Q4	IPEADATA
	IPC	1995.Q1-2010.Q4	IPEADATA
	Deflator	1995.Q1-2010.Q4	OECD
	Taxa de Câmbio	1999.Q1-2010.Q4	Fundo Monetário Internacional- FMI
	Taxa de Juros	1995.Q1-2010.Q4	IPEADATA
CANADÁ	PIB	1995.Q1-2010.Q4	IPEADATA
	IPC	1995.Q1-2010.Q4	IPEADATA
	Deflator	1995.Q1-2010.Q4	OECD
	Taxa de Câmbio	1995.Q1-2010.Q4	IPEADATA
	Taxa de Juros	1995.Q1-2010.Q4	IPEADATA
EUA	PIB	1995.Q1-2010.Q4	IPEADATA
	IPC	1995.Q1-2010.Q4	IPEADATA
	Deflator	1995.Q1-2010.Q4	OECD
	Taxa de Câmbio	1995.Q1-2010.Q4	Fundo Monetário Internacional- FMI
	Taxa de Juros	1995.Q1-2010.Q4	IPEADATA
FRANÇA	PIB	1995.Q1-2010.Q4	IPEADATA
	IPC	1995.Q1-2010.Q4	IPEADATA
	Deflator	1995.Q1-2010.Q4	OECD
	Taxa de Câmbio	1999.Q1-2010.Q4	Fundo Monetário Internacional- FMI
	Taxa de Juros	1995.Q1-2010.Q4	IPEADATA
ITÁLIA	PIB	1995.Q1-2010.Q4	IPEADATA
	IPC	1995.Q1-2010.Q4	IPEADATA
	Deflator	1995.Q1-2010.Q4	OECD
	Taxa de Câmbio	1999.Q1-2010.Q4	Fundo Monetário Internacional- FMI
	Taxa de Juros	1995.Q1-2010.Q4	IPEADATA
JAPÃO	PIB	1995.Q1-2010.Q4	IPEADATA
	IPC	1995.Q1-2010.Q4	IPEADATA
	Deflator	1995.Q1-2010.Q4	OECD
	Taxa de Câmbio	1995.Q1-2010.Q4	IPEADATA
	Taxa de Juros	1995.Q1-2010.Q4	IPEADATA
REINO UNIDO	PIB	1995.Q1-2010.Q4	IPEADATA
	IPC	1995.Q1-2010.Q4	IPEADATA
	Deflator	1995.Q1-2010.Q4	OECD
	Taxa de Câmbio	1995.Q1-2010.Q4	IPEADATA
	Taxa de Juros	1995.Q1-2010.Q4	IPEADATA

Fonte: Elaboração própria.

Inicialmente, foi calculada a taxa de inflação através do Índice de Preço ao Consumidor (IPC) para todos os países. Utilizou-se o deflator implícito do PIB para obter os

valores constantes dos produtos de todos os países da amostra. A taxa de câmbio utilizada trata-se da moeda local do país em comparação com o dólar, exceto a taxa de câmbio americana, no qual se usou dólar por euro. Vale ressaltar que a introdução do euro como moeda oficial vigente na União Europeia foi dada em 1999, dessa forma, os dados referentes à taxa de câmbio dos países inseridos neste bloco só poderão ser observados a partir de 1999.

4. RESULTADOS

Foram feitos gráficos de todas as séries das variáveis em estudo. Em seguida, foram realizados testes de raiz unitária, Teste de Dickey-Fuller Aumentado (ADF). Os testes foram conduzidos com intercepto e/ou tendência e em ambos os testes as defasagens foram escolhidas com base no critério de informação de Schwarz.

4.1 Resultados dos testes de Raiz Unitária

Os resultados mostram que a variável Inflação se mostrou estacionária a um nível de 5%, ou seja, a hipótese nula de raiz unitária foi rejeitada para todos os países. Os resultados dos testes de raiz unitária estão apresentados na tabela 2.

Tabela 2- Resultados dos testes de Raiz Unitária.

	Alemanha		Canadá		EUA		França	
	t-statistic	Prob	t-statistic	Prob	t-statistic	Prob	t-statistic	Prob
PIB	-1,7023	0,4237	-1,6239	0,7721	-1,6007	0,7781	-2,2418	0,4565
Inflação	-6,8317	0,0000	-9,2640	0,0000	-7,5564	0,0000	-7,1731	0,0000
Taxa de Juros	-3,0699	0,0360	-2,9908	0,0413	-1,8376	0,3582	-2,5676	0,1070
Taxa de câmbio	-0,9971	0,7467	-0,7232	0,8328	-0,8313	0,8004	-0,9971	0,7467
	Itália		Japão		Reino Unido			
	t-statistic	Prob	t-statistic	Prob	t-statistic	Prob	t-statistic	Prob
PIB	-2,9237	0,0500	-1,4295	0,5624	-0,4288	0,9843		
Inflação	-5,4722	0,0000	-9,3385	0,0000	-5,3403	0,0000		
Taxa de Juros	-3,5519	0,0108	-2,7540	0,0709	-1,1543	0,6887		
Taxa de câmbio	-0,9971	0,7467	-1,8881	0,3356	-1,5755	0,4889		

Fonte: Elaboração própria.

Os resultados dos testes para as variáveis PIB, taxa de juros e taxa de câmbio indicaram a presença de uma raiz unitária, para a maioria dos países. Neste caso, aplicou-se a primeira diferença e após um novo teste de raiz unitária a série se tornou estacionária, como mostra a tabela 3.

Tabela 3- Resultados dos testes de Raíz Unitária após aplicar primeira diferença

	Alemanha		Canadá		EUA		França	
	t-statistic	Prob	t-statistic	Prob	t-statistic	Prob	t-statistic	Prob
PIB	-4,0883	0,0024	-4,5607	0,0028	-4,3242	0,0065	-4,4917	0,0041
Inflação	-6,8317	0,0000	-9,2640	0,0000	-7,5564	0,0000	-7,1731	0,0000
Taxa de Juros	-3,0699	0,0360	-2,9908	0,0413	-3,1361	0,0308	-4,9282	0,0002
Taxa de câmbio	-4,2459	0,0016	-5,4950	0,0000	-5,3802	0,0000	-4,2459	0,0016
	Itália		Japão		Reino Unido			
	t-statistic	Prob	t-statistic	Prob	t-statistic	Prob	t-statistic	Prob
PIB	-3,2469	0,0232	-6,1066	0,0000	-3,4997	0,0482		
Inflação	-5,4722	0,0000	-9,3385	0,0000	-5,3403	0,0000		
Taxa de Juros	-4,1866	0,0018	-7,7918	0,0000	-5,5994	0,0000		
Taxa de câmbio	-4,2459	0,0016	-3,3629	0,0163	-6,7856	0,0000		

Fonte: Elaboração própria.

4.2 Resultados das previsões

A Tabela 4 apresenta o EQM da taxa de inflação geradas por cada modelo estimado - ARMA, VAR e as variações da Curva de Phillips – para os países que compõem o G7, bem como a especificação do modelo, defasagens e variáveis utilizadas nas curvas de Phillips. O modelo que apresenta o menor EQM é considerado o mais eficiente para prever a variável em questão e está destacado em negrito. De acordo com a Tabela 4, pode-se perceber que os modelos ARMA apresentaram menor erro quadrado médio, em comparação com os modelos da Curva de Phillips e VAR, para os países Canadá, EUA, França, Itália, Japão e Reino Unido. Na Alemanha, o modelo da Curva de Phillips foi mais eficiente na realização da previsão da inflação, obtendo menor erro quadrado médio.

Tabela 4 – Resultados ARMA, VAR e Curva de Phillips.

PAÍS	Melhor ARMA	Melhor VAR	Melhor CURVA DE PHILLIPS
ALEMANHA	ARMA(4,4); EQM = 0,00001361	VAR2; EQM = 0,00001400	CP(1,4,1); EQM = 0,00001242
CANADÁ	ARMA(1,2); EQM = 0,00004026	VAR2; EQM = 0,00004123	CP(1,4,3); EQM = 0,00005911
EUA	MA(2); EQM = 0,000105373	VAR3; EQM = 0,00011924	CP(1,1,1); EQM = 0,00013799
FRANÇA	ARMA(4,4); EQM = 0,00001699	VAR1; EQM = 0,00003146	CP(1,1,0); EQM = 0,00002631
ITÁLIA	ARMA(4,3); EQM = 0,00001162	VAR3; EQM = 0,00001378	CP(1,1,1); EQM = 0,00001758
JAPÃO	ARMA(4,4); EQM = 0,00002198	VAR1; EQM = 0,00004242	CP(1,1,1); EQM = 0,00002785
REINO UNIDO	ARMA(1,3); EQM = 0,00007534	VAR1; EQM = 0,00009249	CP(1,4,1); EQM = 0,00010522

Fonte: Elaboração própria.

Elegeram-se ainda a curva de Phillips com a maior eficiência preditiva, aquela com o menor erro quadrado médio, e introduziu-se na modelagem o processo ARMA. Com a

introdução do componente ARMA na curva de Phillips, observou-se uma mudança significativa nos resultados, como mostra a Tabela 5. Nesta tabela, verifica-se que a modelagem ARMA dos resíduos dos modelos de curva de Phillips estimados gera, na maioria dos países, as melhores previsões da taxa de inflação, com exceção da França, na qual o modelo mais eficiente ainda permanece o modelo ARMA.

Tabela 5 - ARMA, VAR, Curva de Phillips e Função Transferência.

PAÍS	MELHOR ARMA	MELHOR CURVA DE PHILLIPS
ALEMANHA	ARMA(4,4)= 0,00001361	CPH4C1(1,4,1)= 0,00001242
CANADÁ	ARMA(1,2)= 0,00004026	CPH4C3(1,4,3)= 0,00005911
EUA	MA(2)= 0,000105373	CPH1C1(1,1,1)= 0,00013799
FRANÇA	ARMA(4,4)= 0,00001699	CP5(1,1,0)= 0,00002631
ITÁLIA	ARMA(4,3)= 0,00001162	CPH1C1(1,1,1)= 0,00001758
JAPÃO	ARMA(4,4)= 0,00002198	CPH1C1(1,1,1)= 0,00002785
REINO UNIDO	ARMA(1,3)= 0,00007534	CPH4C1(1,4,1)= 0,00010522
PAÍS	MELHOR VAR	MELHOR CURVA DE PHILLIPS C/ ARMA
ALEMANHA	VAR2= 0,00001400	CP(1,2,0):MA(4)= 0,00000861
CANADÁ	VAR2= 0,00004123	CP(1,2,0):ARMA(4,1)= 0,00003445
EUA	VAR3= 0,00011924	CP(1,1,1):ARMA(4,2)= 0,00008673
FRANÇA	VAR1= 0,00003146	CP(1,1,0):ARMA(1,2)= 0,00002262
ITÁLIA	VAR3= 0,00001378	CP(1,1,1):ARMA(3,4)= 0,00000801
JAPÃO	VAR1= 0,00004242	CP(1,1,1):ARMA(4,3)= 0,00001444
REINO UNIDO	VAR1= 0,00009249	CP(1,4,1):ARMA(2,3)= 0,00005880

Fonte: Elaboração Própria.

A Tabela 6 reporta o valor da variância da inflação no período total (1995-2010), no período utilizado para estimação (1995-2007) e no período amostral usado para previsão (2008-2010). O objetivo dessa tabela é permitir verificar se há alguma relação entre a variabilidade da inflação e o desempenho preditivo dos modelos utilizados nesse estudo.

Tabela 6: Variância da Inflação nos países do G7

	VARIÂNCIA – INFLAÇÃO		
	PER. ESTIMAÇÃO	PER. PREVISÃO	PER. TOTAL
ALEMANHA	0,00001168	0,00001409	0,00001202
CANADÁ	0,00002455	0,00007019	0,00003236
EUA	0,00002097	0,00014847	0,00004456
FRANÇA	0,00001209	0,00002937	0,00001508
ITÁLIA	0,00000846	0,0000234	0,00001145
JAPÃO	0,00002487	0,00004015	0,00002727
REINO UNIDO	0,00003	0,00013023	0,00004733

Fonte: Elaboração própria.

De acordo com a Tabela 4, o único caso em que o modelo de curva de Phillips sem modelagem ARMA dos seus erros, gerou previsões mais eficientes do que os modelos puramente ARMA foi na Alemanha. Uma possível explicação para essa diferença pode estar relacionada com a menor variância da taxa de inflação trimestral observada nesse país, ou seja, a variabilidade da inflação não se altera significativamente, considerando o período total, período de estimação e período de previsão. Nos demais países esses valores mudam de forma significativa.

Como o termo de média móvel é importante para capturar choques que mudam a variabilidade da inflação e dado que essa variância foi reduzida na Alemanha, esse termo não foi crucial para fazer com que as previsões do modelo ARMA fossem mais eficientes do que as da Curva de Phillips. Entretanto, mesmo no caso dessa economia, ainda há ganhos de eficiência preditiva ao se utilizar um termo de média móvel no erro da Curva de Phillips. A comparação das Tabelas 4 e 5, revelam que a Curva de Phillips com um termo MA(4) em seus resíduos, gera previsões com menores EQM do que as da Curva de Phillips sem esse componente.

5 CONCLUSÕES

Já que não há um consenso acerca da superioridade das previsões geradas por modelos de curva de Phillips sobre os modelos de séries temporais, pois os estudos existentes ora indicam que modelos de séries de tempo geram melhores previsões do que os modelos baseados na curva de Phillips e vice versa, este trabalho visa contribuir com resultados empíricos sobre a eficiência preditiva.

O presente trabalho apresentou uma comparação de previsões para a taxa de inflação trimestral de uma amostra de países desenvolvidos, economias que compõem o grupo G7, com o objetivo de verificar se modelos baseados na curva de Phillips podem gerar previsões mais eficientes em relação a modelos de séries temporais, usualmente utilizados para esse propósito, como modelos ARMA e VAR, em um ambiente econômico desenvolvido, que possui menor volatilidade da taxa de inflação.

Ao se comparar os erros quadrados médios de previsão (EQM) dos modelos ARMA, da curva de Phillips sem modelagem do resíduo e dos modelos VAR, verificou-se que na maioria dos países os modelos puramente ARMA geraram os valores preditivos mais eficientes, exceto no caso da Alemanha no qual a curva de Phillips apresentou melhores resultados. Uma possível explicação para isso pode estar relacionada à baixa variabilidade da taxa de inflação Alemã, já que esta pouco se altera no período de estudo, de forma que o termo de média móvel não tem efetividade em capturar os choques passados.

Entretanto, ao incluir a modelagem ARMA nos resíduos dos modelos de curva de Phillips, a situação foi invertida em favor destes modelos que passaram a gerar previsões mais eficientes para quase todos os países desenvolvidos, sendo a França a única exceção. Os modelos VAR não obtiveram bons resultados para nenhum dos países analisados.

Estes resultados corroboram, de certa forma, com os obtidos por Stock e Watson (2007), que reportaram que modelos de curva de Phillips podem gerar previsões mais eficientes do que os modelos ARMA em períodos com menor volatilidade da inflação e que os modelos que contém os termos de média móvel (MA) geram melhores previsões do que modelos Auto-Regressivos (AR), para a previsão da inflação dos EUA.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, B.K. Modelos de Previsão da Inflação: uma Análise Comparativa no Curto Prazo. 2006. 65f. Dissertação (mestrado em economia). IBMEC, Rio de Janeiro. 2006.
- ARARIPE, A. A. Prevendo inflação usando series temporais e combinações de previsões. 2008. 51f. Dissertação (mestrado em finanças e economia). Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro. 2008.
- ARRUDA, E.F; FERREIRA, R.T; CASTELAR, I. Modelos Lineares e Não Lineares da Curva de Phillips para Previsão da Taxa de Inflação no Brasil. *Revista Brasileira de Economia* (Impresso), v. 65, p. 237-252, 2011.
- BLANCHARD, Olivier. **Macroeconomia**. 5. Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.
- BUENO, Rodrigo De Losso da Silveira. **Econometria de Séries Temporais**. 1. Ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008.
- CUSINATO, R.T. Ensaio sobre previsão da inflação e análise de dados em tempo real no Brasil. 2009. 139 f. Tese (Doutorado em economia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2009.
- DORNBUSCH, Rudiger; FISCHER, Stanley; STARTZ, Richard. **Macroeconomia**. 10. Ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2009.
- HAMILTON, James Douglas. **Time Series Analysis**. 1. Ed. Princeton University Press, 1994.
- LOPES, João do Carmo; ROSSETTI, José Paschoal. **Economia Monetária**. 6. Ed. São Paulo: Atlas, 1996.
- LOPES, Luiz Martins; VASCONCELLOS, Marco Antônio Sandoval. (organizadores). **Manual de Macroeconomia**. 3. Ed. São Paulo: Atlas, 2008.

PINDYCK, Robert S.; RUBINFELD, Daniel L. **Econometria Modelos e Previsões**. 4. Ed. São Paulo: Campus, 2004.

RUMLER, F; VALDERRAMA, M.T. Comparing the new Keynesian Phillips curve with time series models to forecast inflation. 2008. Working Paper Series. Disponível em <<http://www.oenb.at>>. Acesso em 2012.

SHAPIRO, Edward. **Análise Macroeconômica**. 1. Ed. São Paulo: Atlas, 1973.

SIMONSEN, Mario Henrique; CYSNE, Rubens da Penha. **Macroeconomia**. 3. Ed. São Paulo: Atlas, 2007.

STOCK, J. H. e WARSON, M.W. Why has U.S. inflation become harder to forecast? *Journal of Money, Credit and Banking*. 2007.