

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS**  
**DEPARTAMENTO DE ECONOMIA**

**Diego Balduino**

**TESTES DE RACIONALIDADE DAS EXPECTATIVAS DE  
INFLAÇÃO NO BRASIL**

**Porto Alegre**

**2009**

**Diego Baldusco**

# **TESTES DE RACIONALIDADE DAS EXPECTATIVAS DE INFLAÇÃO NO BRASIL**

**Monografia apresentada ao Curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas.**

**Orientador: Marcelo Savino Portugal**

**Porto Alegre**

**2009**

## **Agradecimentos**

Agradeço aos meus amigos e colegas de trabalho do Núcleo de Análise de Política Econômica: Marcos Wink, Bruno Lanzer, Bruno Caldas, Daniel Wartchow, Allan Abbas, Augusto Vanazzi, Marcelo Griebeler, Felipe Guerra, Humberto Correa, dentre outros. Pessoas que fizeram do NAPE um ambiente sério e propício ao aprendizado.

Fundamentalmente devo agradecer àqueles com quem trabalhei conjuntamente, sendo estes: Philipe Berman, Pamela Espinosa, Guilherme Stein e Paulo Mótula, estes dois últimos me ajudando com dicas precisas neste trabalho.

Além disso, devo agradecer a todos meus amigos verdadeiros (além dos já citados) que tiveram fundamental importância durante meus anos de vida. Principalmente, devo agradecer a André Zilio, Pedro Sant'Anna pela ajuda na elaboração deste trabalho e a Gregory Mankiw, que sempre se mostrou disponível a colaborar com o mesmo.

Agradeço ao Cnpq pelo suporte financeiro dado durante o período de três anos como bolsista de Iniciação Científica. Relacionado a isso, agradeço ao meu orientador Marcelo Savino Portugal pelo conhecimento passado por ele, pela experiência que tive como seu "aprendiz" e pelos momentos de diversão que tivemos com os outros bolsistas, fora do ambiente de trabalho. Foi a pessoa com quem mais aprendi durante os anos de faculdade e ainda tive a ajuda sempre presente para a elaboração deste trabalho.

Agradeço também ao professor Jorge Paulo de Araújo pela preocupação como professor em sempre ajudar os alunos (e a mim, diretamente) naquilo que for preciso. Pela sua enorme influência na minha formação acadêmica e pela amizade que foi formada.

Sou muito grato a professores como Ronald Hillbrecht, Sabino Porto, Giacomino Balbinotto e Sérgio Monteiro pelo conhecimento passado através das aulas e discussões sobre Economia.

Não poderia ser diferente, devo agradecer às pessoas mais importantes da minha vida, a minha família. Principalmente minha mãe Ana, meu pai Gilberto e meu irmão Danilo, todos são-paulinos, por sempre estarem comigo não importando o que for preciso fazer para me ajudar.

## Lista de Figuras

1 Estabilidade de Parâmetros.....	18
-----------------------------------	----

## Lista de Gráficos

1 Erro Médio de Previsão de Expectativas.....	63
2 Inflação(t) e Expectativas Medianas de Inflação para (t) em (t-12).....	63
3 IPCA e Expectativas Medianas para 3 Meses (%).....	66
4 Expectativa de Inflação um mês à frente e IPCA (%).....	71

## Lista de Tabelas

1 Testes de Racionalidade de Longo Prazo.....	58
2 Previsão Utilizando o Processo AR(2) e Mediana.....	63
3 Testes de Racionalidade de Médio Prazo.....	67
4 Testes de Racionalidade de Curto Prazo.....	72

## **Resumo**

O objetivo deste trabalho é testar econometricamente a racionalidade do prognóstico de inflação do agente mediano da amostra do Banco Central do Brasil. Para isso se analisa as principais teorias de formação de expectativas de inflação e se testa a expectativa de inflação para um, três e doze meses adiante. Os resultados demonstraram que não foi encontrada evidência estatística de racionalidade para o caso de previsão doze meses adiante. Porém, para o caso de um e três meses adiante, a hipótese de racionalidade não foi rejeitada.

## Sumário

<b>Introdução.....</b>	<b>7</b>
<b>1 Histórico de Expectativas de Inflação.....</b>	<b>13</b>
1.1 Expectativas <i>Naive</i> e Defasagens Distribuídas.....	13
1.2 Expectativas Adaptativas.....	15
1.3 Expectativas Racionais.....	23
1.4 <i>Sticky Information</i> – Informação Rígida.....	39
1.5 Racionalidade Limitada.....	45
<b>2 Especificação do Modelo Analítico.....</b>	<b>51</b>
2.1 Base de Dados.....	51
2.2 Metodologia dos Testes.....	52
2.3 Testes Econométricos.....	52
2.4 Erros de Previsão de Expectativas.....	53
<b>3 Estimação do Modelo de Previsão de Expectativas.....</b>	<b>56</b>
3.1 Testes de Racionalidade.....	56
3.1.1 Expectativas de Longo Prazo.....	57
3.1.2 Expectativas de Médio Prazo.....	64
3.1.3 Expectativas de Curto Prazo.....	69
<b>Considerações Finais.....</b>	<b>75</b>
<b>Referências Bibliográficas.....</b>	<b>77</b>

## Introdução

A ciência econômica se diferencia das ciências naturais pelo fato de que os agentes econômicos costumam fazer escolhas considerando eventos futuros. Em macroeconomia, principalmente, o comportamento futuro é de fundamental importância.

Conforme Evans e Honkapohja (2001), o estudo de expectativas precede o advento da Economia como ciência. Aristóteles em *Política* conta história de Tales de Mileto, que se utilizou da previsão para estocar produtos frente a uma possível escassez de alimentos. Tales acabou ganhando muito com a estocagem graças a sua capacidade de antecipação.

Na Bíblia, José estocava grãos em épocas de boas safras para conseguir garantir a alimentação em tempos ruins, e assim foi capaz de vender os alimentos nas épocas de fome ou até mesmo trocar por outros bens, quando a outra parte não tinha mais dinheiro. Em suma, o que José fazia foi o que economistas milhares de anos após o evento chamaram de suavização do consumo.

José sustentava a idéia de que valeria a pena evitar excessivo consumo em épocas de boas safras para garantir que em épocas de safras ruins, o problema da escassez fosse minimizado. Com isso surgiu um dos primeiros “modelos” que incorporaram expectativas de que se tem “registro”.

Na Economia, há uma discussão sobre expectativas entre os economistas ditos clássicos. Estes estavam interessados em temas como acumulação de capital e crescimento, que são dinâmicos, mas suas ferramentas só lhes permitiam uma análise estática. Assim, a economia era vista em estado estacionário como uma seqüência de equilíbrios estáticos. Apenas com Alfred Marshall surgiu a distinção entre curto e longo prazo, melhorando o horizonte do estudo dos modelos.

Evoluções importantes no estudo de expectativas se deram com os trabalhos de John Maynard Keynes, que em sua Teoria Geral ressalta a importância de expectativas de lucros para os investimentos e no mercado de ações. O autor delineou o comportamento de investimento, emprego e produção com base nas

expectativas. Embora as expectativas desempenhassem papel destacado em seu trabalho, Keynes não apresentou um modelo para a formação das mesmas.

O termo expectativas está relacionado à incerteza. Um dos primeiros trabalhos relacionados à incerteza foi escrito por Frank Knight (1921). Em seu trabalho, Knight classifica como difícil a plena aplicação do método analítico na Economia. O autor argumenta que devido ao papel da incerteza, muitas vezes a aplicação se dá de forma incompleta, devido ao fato de que seria inviável lidar com toda a vasta complexidade de fatores dentro dos modelos.

O estudo de expectativas em geral é muito mais antigo que a Ciência Econômica. O estudo de expectativas de inflação, entretanto, é um fenômeno recente, que passou a ganhar maior influência no início do século XX. Autores como Paul Samuelson e Irving Fisher contribuíram fortemente para a consolidação da importância de expectativas no estudo da Economia.

Embora inicialmente a expectativa de inflação fosse considerada um prolongamento de seu comportamento passado, sua importância para determinação de níveis de produto, desemprego e outras variáveis reais era fundamental. Com o advento de políticas econômicas mais avançadas, o papel da expectativa de inflação cresceu conjuntamente com o avanço da Ciência Econômica.

Ao longo do tempo, a visão de que expectativas passadas poderiam determinar a conjuntura presente foi sendo também construída através de uma mudança temporal, onde as expectativas presentes determinariam características de eventos futuros. Essa importante visão trouxe para a Ciência Econômica um enorme avanço, na medida em que se consegue estabelecer influências de quaisquer variáveis sobre outras sob qualquer defasagem temporal.

Esse fator influenciou o estudo de expectativas de inflação de tal maneira que a idéia de defasagens distribuídas foi sendo incorporada em diversos aspectos da Teoria Econômica. O estudo pôde deixar de depender do tempo discreto e pôde ser visto também de forma contínua, estabelecendo novas relações entre variáveis ao longo do tempo.

O estudo da hipótese das defasagens distribuídas originou o que se chama hoje de Expectativas Adaptativas. Desde seu início, com Irving Fisher, as expectativas adaptativas se sustentaram como a principal teoria de expectativa de inflação por décadas. Milton Friedman, quarenta anos após o pioneiro trabalho de Fisher, ainda utilizava o arcabouço teórico das expectativas adaptativas para formulação de seus importantes trabalhos, como na hipótese da renda permanente e determinação política monetária.

A hipótese das expectativas adaptativas possuía certa flexibilidade a ponto de poder ser aplicada a diferentes situações como, por exemplo, além de Milton Friedman, por Philip Cagan para a questão da hiperinflação e por Marc Nerlove para o estudo da dinâmica da oferta de produtos agrícolas.

Elas têm a simplicidade desejada por modeladores de política econômica pelo fato de que se trabalhar com expectativas *backward looking* é relativamente simples, e durante muito tempo estiveram na fronteira do pensamento econômico. Embora Friedman e diversos outros autores utilizassem as expectativas adaptativas como teoria fundamental de seus trabalhos, outra teoria, a das expectativas racionais, já havia sido modelada por John Muth.

Embora o trabalho de Muth já tivesse sido publicado no início da década de 60, muito se falava ainda em expectativas adaptativas e sua proposta de alterar a idéia vigente da época era vista com certo ceticismo por parte dos acadêmicos. Foi a partir da década de 70, principalmente com Robert E. Lucas Jr. e Thomas J. Sargent, que as expectativas racionais ganharam maior notoriedade.

Muito da resistência inicial a passar de adaptativas para racionais justificava-se pelo custo de transição de uma teoria a outra. O que Muth propôs ainda parecia algo suspeito à maioria dos economistas, uma vez que os modelos com expectativas adaptativas estavam apresentando resultados satisfatórios. Sendo assim, o custo de aderir à nova teoria se dava pelo fato de que, mesmo a teoria aparentando ser sólida, havia um risco em “invalidar” trabalhos anteriores sobre os temas relacionados.

Com o advento dos trabalhos sobre o tema de Sargent e Lucas, dentre outros, a hipótese das expectativas racionais parecia estar apresentando resultados mais satisfatórios que os das expectativas adaptativas, e o alcance da hipótese dentro da teoria econômica parecia crescer. Com isso, esses trabalhos podem também ser chamados de pioneiros, uma vez que no espaço de tempo entre o trabalho de Muth e os de Lucas e Sargent, pouco se produziu sobre o tema.

Por continuar sendo uma teoria aceita ainda nos dias de hoje, o que surge como crítica das expectativas racionais ainda é algo recente. Embora tenha havido detecção de alguns problemas relacionados à teoria, a correção de todos eles ainda demanda estudos mais avançados. Entretanto, expectativas como sendo formadas através de informação rígida ou preços rígidos, da escola novo-keynesiana, já ganharam notoriedade através de autores como N. Gregory Mankiw.

Além de rigidez de algumas variáveis da economia, estuda-se um método comportamental da formação de expectativas, com racionalidade limitada ao invés de plena. A racionalidade limitada curiosamente é fruto do trabalho do mesmo Thomas Sargent, um dos precursores das expectativas racionais.

Delineada a linha do tempo do estudo de expectativas de inflação, é de suma importância ter o conhecimento de onde o seu estudo pode ser aplicado. A aplicação das expectativas se dá de diversas maneiras. Macroeconomicamente falando, o papel das expectativas é fundamental para a discussão da Curva de Phillips e de regras de política monetária.

A discussão sobre curva de Phillips é vasta e se deu exatamente pela discussão sobre o papel das expectativas na determinação do *trade-off* entre inflação e desemprego. Ao longo deste trabalho poder-se-á ver que dependendo da visão que se tem sobre as expectativas, a curva de Phillips pode apresentar diferentes formatos, inclusive podendo não ser válida em análises de curto ou longo prazo.

A aplicação em política monetária ocorre através de funções de reação de bancos centrais, seguindo alguma versão da “regra de Taylor” ou na teoria de controle ótimo onde, segundo Kydland e Prescott (1977), a incorporação das

expectativas nos instrumentos de política monetária faz com que haja uma melhora de desempenho das mesmas. Orphanides e Williams (2006) afirmam que o desempenho econômico pode ser melhorado aumentando a ênfase no controle das expectativas inflacionárias.

Não somente na política monetária como nas curvas de Phillips, as expectativas de inflação também possuem poder de controle de diversas variáveis do nosso cotidiano. Como exemplo, dado por Dudek (2004), existe evidência de que expectativas de inflação muito otimistas levam a um maior gasto com consumo por parte dos agentes da economia e a um maior nível de produto, com o inverso sendo verdadeiro.

Embora sejam considerados diversos modelos de formação de expectativas, este trabalho tem como objetivo principal determinar se as expectativas medianas coletadas pelo Banco Central do Brasil se comportam de forma racional. A escolha das expectativas racionais como modelo teórico para o trabalho se deu pelo fato de que o que se testará é se os agentes medianos são racionais do ponto de vista proposto pela teoria.

Desta maneira, o trabalho não tem por objetivo determinar qual a teoria que mais se encaixa ao perfil de formação de expectativas do agente mediano, mas em sentido contrário, propõe a racionalidade como hipótese sujeita a ser rejeitada ou não pelo teste empírico.

Esse trabalho está organizado de acordo com três capítulos, além desta introdução e da conclusão. No primeiro capítulo, faz-se uma revisão bibliográfica do que já foi estudado sobre o tema de expectativas de inflação. Para isso, parte-se dos modelos mais simples (*naive*) de expectativas, passando para expectativas adaptativas e racionais, bem como suas críticas e aprimoramentos.

No segundo capítulo é apresentado o arcabouço econométrico necessário para a realização dos testes de racionalidade, bem como testes de diagnósticos e uma análise de quais são as fontes de erros de expectativa.

No terceiro capítulo trata-se dos resultados dos testes de racionalidade para expectativas de inflação. O intuito dos testes é analisar se o agente mediano da

amostra do Banco Central do Brasil consegue estimar o valor da inflação adequadamente, e se o faz de maneira racional.

Por fim, a conclusão apresenta os resultados sobre o estudo da racionalidade das expectativas de inflação no Brasil.

## 1 Histórico de Expectativas de Inflação

### 1.1 Expectativas *Naive* e Defasagens Distribuídas

Na tentativa de apresentar um método de formação das expectativas, surgem modelos que hoje são conhecidos como *naive*, ou ingênuos, que são formas simples de expectativas que apresentaram grande evolução no pensamento do tema, mas que foram rapidamente ultrapassadas por modelos mais sofisticados. O modelo de defasagens distribuídas, que evoluiu naturalmente para o modelo de expectativas adaptativas, teve em Irving Fisher (1930) seu precursor. Esse modelo solucionava o problema da estabilidade e falta de garantia à tendência ao equilíbrio dos modelos *naive*.

Dentre estes, os modelos *naive* são os mais simples para previsão de séries temporais. O modelo, mesmo apresentando menor rigor, mostrou-se eficiente ao se trabalhar com dados com baixo desvio padrão ou quando variações nos dados se dão de forma freqüente e contínua. Em outras palavras, no curto prazo o modelo se mostra capaz de atender aos requisitos de modelagem em séries temporais, embora no longo prazo ele se torne mais arriscado devido à crescente probabilidade de erro.

As aplicações desse modelo se deram principalmente por parte do Departamento do Comércio dos Estados Unidos quando se previa estoques e vendas da indústria manufatureira.

O modelo sugere uma formação de expectativas baseadas apenas no preço passado, o último dado, caracterizando-se assim a formação de expectativas com modelos autorregressivos. Como não havia choques aleatórios, a seqüência de preços convergia para um estado estacionário ao longo do tempo.

O modelo de defasagens distribuídas foi um trabalho pioneiro de Irving Fisher, que segundo Nerlove (1967), foi o primeiro autor a reconhecer que mudanças na economia podem sofrer efeitos diferentes ao longo do tempo e necessitava-se

ponderar esses efeitos de maneira diferente (por isso o nome do modelo) para cada período. A inovação de Fisher provava-se razoável ao sugerir que os efeitos não são sentidos de uma vez em um único período e que havia a necessidade de distribuir esse efeito durante um período de maior duração.

Como precursor da hipótese de expectativas adaptativas, Fisher (1930) usou sua explicação sobre taxa de juros para alcançar tal objetivo. Segundo o autor, a taxa nominal de juros seria uma determinada por uma relação entre a taxa real de juros e a inflação (variação de preços).

Segundo Fisher, a influência de uma variação de preço ao longo do tempo se dá de forma decrescente, sendo a proporção dada por: durante o mês  $t$  é proporcional a 8 durante  $(t+3)$ , 7 durante  $(t+4)$ , ..., 1 durante  $(t+10)$  e tende a zero em  $(t+11)$ . Esse é o modelo de defasagens distribuídas de Fisher, onde o efeito de uma variação de preços é tão menor quanto for sua defasagem temporal do período analisado em questão. Como somando os coeficientes chega-se a 36, utiliza-se o seu inverso como proporção para a determinação da fórmula da variação do preço, que seria:

$$P^t = \frac{1}{36} [8P^t_{m-3} + 7P^t_{m-4} + \dots + 1P^t_{m-10} + 0P^t_{m-11}] \quad (1)$$

Sendo que os valores  $P^t$  indicam a variação nos preços.

Esta proposição de Fisher (1930) para determinação da taxa de juros se tornou amplamente utilizada na literatura, inclusive passando a ser adaptada para o caso da expectativa de inflação. A noção de que quanto mais próximos no tempo dois efeitos, maior a possível relação entre eles é a base dos modelos que utilizam expectativas racionais.

O passo seguinte dado no estudo de expectativas foi com as expectativas adaptativas.

## 1.2 Expectativas Adaptativas

Em um artigo sobre o fenômeno da “teia de aranha” (*cobweb*), Marc Nerlove (1958) estuda os casos em que isso pode ocorrer. Partindo de sistemas de equações simples e equações em diferenças de primeira ordem a modelos mais sofisticados, sua análise é toda sob o pressuposto de que as expectativas comportam-se adaptativamente, isto é, se formam de acordo com as variações passadas de preços.

Primeiramente, em artigo anterior, também de 1958, Arrow e Nerlove (1958) analisam a relação entre expectativas extrapolativas com a dinâmica de estabilidade de preços. Para isso, eles utilizam a definição de Hicks (1946) de elasticidade das expectativas. Assim, os autores assumem que as expectativas futuras podem ser representadas por um preço esperado. Eles afirmam que mesmo que seja difícil de aceitar tal simplificação, ela seria corrigida caso se pensasse em nível médio de preços ao invés de expectativas particulares de preços.

Como não haveria mais informações específicas sobre os preços, seria razoável imaginar que os preços futuros dependessem da continuidade dos valores de preços passados. Por ser de difícil precisão afirmar a influência de outros fatores que afetam os preços se não os preços passados, isso dificultaria a implementação de tais fatores na definição de estabilidade dinâmica de preços.

Os preços passados apenas representam fenômenos de curto prazo, e eles indicam as forças de equilíbrio do mercado em cada período passado. Assim, a hipótese de que haveria expectativas constantes ao longo do tempo não deve ser válida. Isso não garante, no entanto, que os preços passados não têm importância para a determinação do nível de preços no presente.

Desta forma, com as expectativas variando ao longo do tempo, deveria haver algum mecanismo de variação, uma regra que estabelecesse os efeitos dos preços passados nos preços presentes. Assim, determina-se que quanto mais longínquo o período de análise menor seu efeito sobre as expectativas. Similarmente, quanto mais recente a variação de preços, maior sua relevância sobre as expectativas,

caracterizando-se assim uma expectativa de inflação baseada em uma estrutura de preços passados ponderados pela sua influência.

Enthoven e Arrow (1956) apresentaram um modelo de previsão de expectativa baseando-se nessa idéia de expectativas adaptativas. Há diversas opções de funções de expectativa de inflação possíveis em que os agentes da economia relacionam preços passados e presentes. É de fundamental importância estabelecer um parâmetro para essa relação, isto é, eleger um agente representativo que homogeneíze a característica da função.

A hipótese do agente representativo fundamenta-se na idéia de que quaisquer sejam as demandas de mercado, existe alguma expectativa de preços em que, se seguida por todos os agentes, resultaria em uma mesma demanda. O agente representativo é uma ferramenta importante na ciência econômica a fim de simplificar os modelos que sem este recurso seriam improváveis de fornecer características válidas de análise.

Já em Nerlove (1958), o autor necessita de hipóteses para que os modelos de “teia de aranha” ocorram, que são:

- i) A produção é determinada completamente pelas respostas dos produtores aos preços sob competição pura, isto é, onde o produtor assume que os preços atuais irão continuar e sua produção não irá afetar o mercado como um todo
- ii) Deve haver pelo menos um período completo antes da produção para que o planejamento seja realizado
- iii) O preço é dado pela oferta disponível

Essa hipótese de que o produtor ao fazer o planejamento espera que os preços presentes fiquem constantes em relação ao passado em relação ao passado é a base do pensamento das expectativas adaptativas. Em seu modelo de equilíbrio de mercado agrícola, Nerlove estabelece as seguintes equações de demanda e oferta:

$$q_t^D = a + bP_t \quad (2)$$

$$q_t^S = c + dP_{t-1} \quad (3)$$

Onde  $P_t$  são os preços,  $q_t^D$  e  $q_t^S$  as quantidades demandadas e ofertadas, respectivamente. Como existe a relação de equilíbrio entre oferta e demanda em todo o período  $t$ , portanto, o preço pode ser dado por:

$$P_t = \frac{c-a}{b} + \frac{d}{b} + P_{t-1} \quad (4)$$

O preço de equilíbrio é o ponto em que  $P_t = P_{t-1}$ , satisfazendo a idéia de expectativas adaptativas. Seja  $P_0$  o ponto de equilíbrio, então:

$$P_0 = \frac{c-a}{b-d} \quad (5)$$

A equação (4) é uma equação em diferenças de primeira ordem e para analisar a relação do preço com o preço de equilíbrio, utiliza-se a sua solução, que seria a equação:

$$P_t = \frac{c-a}{b-d} + \left(\frac{d}{b}\right)^t \left[ P - \frac{c-a}{b-d} \right] \quad (6)$$

Nota-se que se e somente se  $\left|\frac{d}{b}\right| < 1$  o preço tende ao equilíbrio. Dado que por definição  $b < 0$  e  $d > 0$ , então os tipos de oscilações possíveis são:

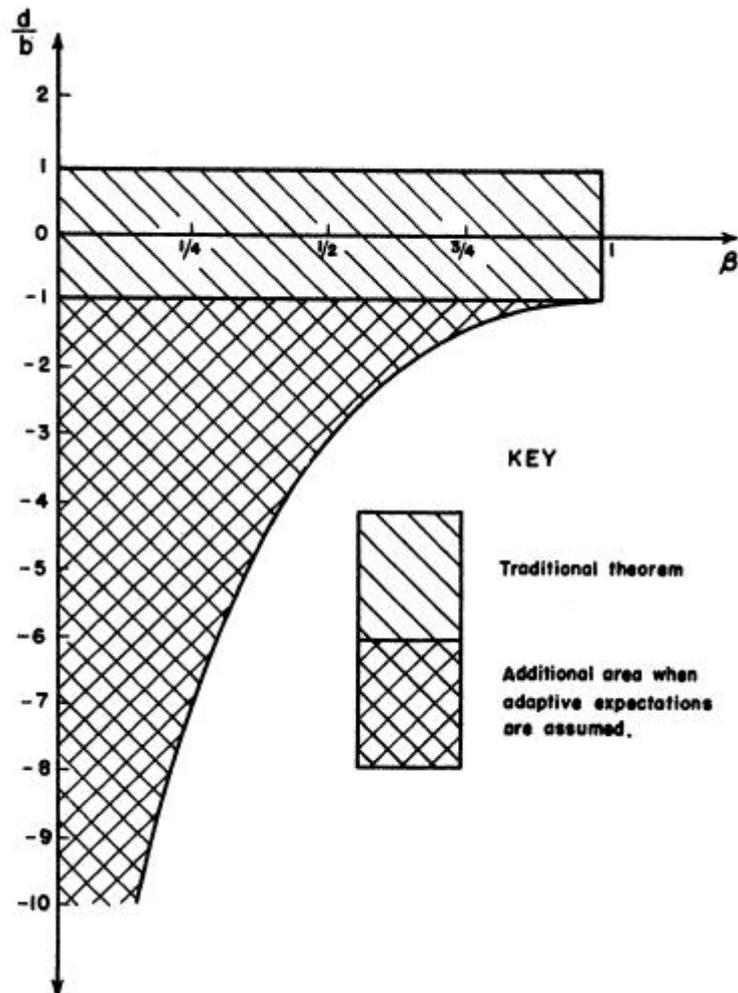
- i)  $\frac{d}{b} < -1$ , onde a relação é explosiva
- ii)  $\frac{d}{b} = -1$ , onde a relação é estável
- iii)  $-1 < \frac{d}{b} \leq 0$ , onde a relação é suavizada

Esse resultado é tipicamente o que o teorema *cobweb* tradicional argumenta. Nerlove(1958) ainda afirma que as expectativas de preços podem ser autônomas ou induzidas. As induzidas são justamente essas provocadas pelo fenômeno das expectativas adaptativas, ou seja, induzidas pelos preços passados. Dessa maneira, os fazendeiros levariam em conta os preços passados para formar suas expectativas e não dariam todo o peso a um preço em particular. Essas expectativas induzidas são as chamadas expectativas adaptativas por Arrow e Nerlove.

Portanto, os fazendeiros revisam suas expectativas anteriores de preços normais em cada período proporcionalmente à diferença entre o preço corrente e o que fora considerado normal:

$$P_t^e - P_{t-1}^e = \beta [P_{t-1} - P_{t-1}^e], \quad 0 < \beta \leq 1 \quad (7)$$

Onde o parâmetro  $\beta$  é o coeficiente de expectativa. Nerlove ainda afirma que devido à forma dessa relação entre as variáveis  $\frac{d}{b}$  e  $\beta$ , os resultados de elasticidade são perfeitamente compatíveis com a estabilidade quando  $\beta$  é baixo. Assim, a possibilidade de estabilidade é melhorada quando se assume expectativas adaptativas:



**FIGURA 1**  
**Estabilidade de Parâmetros**

Fonte: Nerlove (1958)

Cagan (1956) é outro importante autor que abordou expectativas adaptativas como hipótese em sua teoria. Em seu artigo sobre hiperinflações o autor encontra uma oportunidade para estudar fenômenos monetários. Como, por exemplo, a forma em que enormes elevações de preços levaram a mudanças substanciais na renda e em outros fatores.

O estudo lida com a relação entre as variações na quantidade de moeda e o nível de preços durante sete períodos de hiperinflação, sendo estes: Austria (Out/1921-Ago/1922), Alemanha (Ago/1922-Nov/1923), Grécia (Nov/1943-Nov/1944), Hungria em dois períodos (Mar/1923-Fev/1924) e (Ago/1945-Jul/1946), Polônia (Jan/1923-Jan/1924) e Rússia (Dez/1921-Jan/1924). A escolha dos casos se deu por eles serem os únicos a apresentar os valores das variáveis mensalmente.

Para a formulação do modelo, Cagan pressupõe que mudanças no balanço monetário real (quantidade real de moeda) em hiperinflação resultam da expectativa da taxa de variação do nível de preços. Assim, a equação que representa a quantidade demandada por moeda  $\left(\frac{M}{P}\right)$  em relação a diferentes taxas de variação dos preços ( $E$ ) esperada ser descrita como:

$$\ln \frac{M}{P} = -\alpha E - \gamma \quad (8)$$

Onde  $(\alpha)$  e  $(\gamma)$  são constantes. A taxa de variação dos preços atual é denominada por  $(C)$ , e  $(E)$  é uma função de  $(C)$ . Por isso,  $(E)$  tem a mesma unidade de medida de  $(C)$ , um número.  $\left(\frac{M}{P}\right)$  é um índice, ou seja, também um número puro. Desta forma,  $(\alpha)$  é medido em meses. Reescrevendo a equação (8), utilizando as propriedades matemáticas do logaritmo natural, temos que:

$$\frac{M}{P} = e^{-\alpha E - \gamma} \quad (9)$$

A elasticidade de demanda por moeda real é dada por:

$$\frac{\frac{dM}{P}}{dE} - \frac{E}{M/P} = -\alpha E \quad (10)$$

Portanto, a elasticidade é proporcional à taxa esperada de variação dos preços, é positiva quando  $(E)$  é negativo e vice-versa e zero quando  $(E)$  é zero.

Houve um problema dessa relação descrita acima com os dados reais, pois em alguns meses em que a taxa de variação dos preços foi baixa, a quantidade de moeda ainda era muito baixa em relação a meses em que as taxas de variação eram bem menores. Assim, Cagan afirma que a taxa esperada de variação dos preços é revisada em proporção à diferença entre a taxa de variação atual e a esperada, expressa por:

$$\left(\frac{dE}{dt}\right)_t = \beta(C_t - E_t), \quad \text{onde } \beta \geq 0 \quad (11)$$

Onde  $(C_t)$  representa  $(d \log P)/dt$  no tempo  $t$  e  $(E_t)$  é o nível esperado de  $(C_t)$  com  $(\beta)$  coeficiente de expectativa. Essa equação é uma equação diferencial linear de primeira ordem em  $(E)$  e  $(t)$  com solução:

$$E_t = H e^{-\beta t} + e^{-\beta t} \int_{-T}^t \beta C_x e^{\beta x} dx \quad (12)$$

Com  $(H)$  constante de integração e  $(-T)$  um limite inferior arbitrário da integral. Se os preços forem praticamente constantes ao longo de todo o tempo antes de  $(-T)$  então é de se esperar que  $(E)$  fosse zero no tempo  $(-T)$ . Por causa da formação de expectativa ser adaptativa essa hipótese se encaixa na idéia principal do artigo, isto é, a taxa de variação ao longo do tempo foi zero, o que condicionou o dado no período arbitrariamente determinado.

Assim, como solução final do modelo de Cagan, pode-se dizer que a taxa de variação esperada de inflação será uma média ponderada das taxas passadas, com os pesos atribuídos conforme uma função exponencial  $e^{-\beta x}$ .

Em Friedman (1957), o autor sugere a hipótese da renda permanente, em que os indivíduos tentam suavizar seu consumo ao longo do tempo de acordo com

variações na renda permanente e não em seu estado transitório. A questão da elasticidade é abordada de uma maneira diferente à de Cagan na equação (10).

Cagan trabalha com os movimentos de preços reais, e embora a questão de preços reais e nominais seja ponto fundamental dos estudos de Friedman, na hipótese da renda permanente o autor apenas olha para variações de renda. Portanto, o que se diferencia é que Friedman visa explicar a elasticidade-renda e não a de preços, como Cagan.

Com isso, Friedman ao abordar a questão da elasticidade infere que uma questão fundamental para a determinação de elasticidades é se as diferenças na dispersão dos componentes permanentes são maiores ou menores em relação aos componentes transitórios. Por isso Friedman afirma que a elasticidade dos componentes permanentes irá determinar o padrão de consumo dos indivíduos da economia ao longo do tempo.

Como é de difícil estimação as elasticidades referidas, o autor afirma que é fundamental o componente de expectativas sobre a questão. A formação de expectativas de forma adaptativa, isto é, com o aprendizado dos agentes sobre eventos passados, é o método que os agentes utilizam para determinar esse padrão de consumo suavizado ao longo do tempo onde eles maximizam utilidade intertemporal.

Em seu estudo sobre o papel da política monetária, Milton Friedman (1968) utiliza a metodologia das expectativas adaptativas para a análise de política. Ao estudar a curva de Phillips, Friedman argumenta que embora o trabalho de Phillips (1958) fosse importante e original, ele falha ao não destacar a diferença entre nível de preços real e nominal. O mundo sobre o qual Phillips escreveu seu artigo era um mundo em que os agentes antecipavam que os preços nominais seriam estáveis e não importava o que aconteceria com preços atuais e salários.

Para mostrar a falha do argumento de Phillips, Friedman supõe uma economia onde os agentes antecipam a taxa de variação futura dos preços para 75% ao ano, assim, os salários devem aumentar nessa mesma ordem para manter o salário real no mesmo patamar. Assim, haveria um excesso de oferta de trabalho

que iria resultar em desemprego, caso a taxa de variação dos preços não fosse dessa ordem. Esse resultado das expectativas não é demonstrado por Phillips pela falta de alusão à diferenciação entre variáveis reais e nominais.

Portanto, para Friedman, sempre existirá um *trade-off* temporário entre inflação e desemprego, porém, não existe o mesmo no longo prazo. Isto é, uma taxa crescente de inflação pode reduzir o desemprego, mas uma alta taxa não.

Segundo Swaelen (1987) essa foi a principal contribuição de Friedman para a idéia da curva de Phillips. Ao contrário da formulação original, eles asseguram apenas o *trade-off* no curto prazo, já que o aumento no emprego se dá através da imperfeita percepção sobre o efeito de cada política.

Segundo Swaelen, apesar das propostas de Friedman e Phelps possuírem algumas diferenças, a semelhança geral entre ambas fez com que se tratasse de ambos trabalhos como uma coisa só. No entanto, na prática, a proposta de Phelps era de uma abordagem confessadamente neoclássica, com uma aplicação microeconômica à teoria de Keynes e Phillips.

Dessa maneira, Phelps trata o problema do equilíbrio macroeconômico levando em consideração variáveis como, por exemplo, a expectativa de inflação. O equilíbrio walrasiano, dado suas hipóteses, era alcançado no momento em que os preços do passado, presente e futuro são percebidos da mesma forma por todos os trabalhadores no mercado de trabalho. Dessa forma, não haveria assimetria de informação quanto ao comportamento de preços, onde os mesmos não conseguem pegar de surpresa os agentes do mercado.

O que Phelps faz é relaxar essa hipótese original do equilíbrio walrasiano de que a percepção sobre os preços é a mesma para cada trabalhador, sendo assim, Phelps determina o equilíbrio não-walrasiano, onde a percepção sobre mudanças de preços dos agentes difere. Assim, segundo Swaelen, os efeitos das variações no lado da demanda não seriam percebidos imediatamente por todos os agentes.

Por outro lado, segundo o autor, Friedman abandona a idéia mesclada entre neoclassicismo (flexibilidade de preços) e keynesiana de Phelps, inclusive criticando as políticas governamentais de *cheap money* (de cunho keynesiano), uma vez que

elas produziram elevado nível de inflação. A primeira crítica de Friedman (1968) é de que o erro de Phillips está em não fazer a distinção entre preços reais e nominais. O que Friedman estabelece é que devido aos movimentos de oferta e demanda, haveria um nível de equilíbrio de longo prazo, que Friedman passa a chamar de taxa natural. Em todo o momento em que, devido às flutuações, se estabeleça uma situação fora do equilíbrio, o sistema de preços entraria em ação re-estabelecendo o nível natural.

Assim, segundo Friedman, os movimentos de demanda agregada, no longo prazo, geraria apenas mais inflação, pois o sistema de preços traria o equilíbrio de curto prazo de volta para a taxa natural, com os movimentos de oferta e demanda. Assim, o estudo da expectativa de inflação de forma adaptativa sobre a curva de Phillips faz com que ela seja efetiva no curto prazo, mas não no longo prazo.

Segundo Gertchev (2007) as expectativas adaptativas pecam ao prever o comportamento da inflação fundamentada em influência de variáveis passadas nas presentes, ignorando o complexo conjunto de informações adicionais a serem utilizadas. Seguindo nessa linha, Gertchev ainda critica o fato de que a hipótese de expectativas adaptativas supõe o coeficiente de revisão exogenamente pelo modelador e invoca uma teoria endógena de expectativas.

Outro problema com a hipótese é de que os erros de expectativas estariam possivelmente correlacionados, implicando em um ambiente de incerteza onde os agentes supostamente não conseguiriam absorver todos os movimentos passados dos preços, mudando a tendência dos modelos. Em outras palavras, pode ser dito que os agentes não captaram toda a informação disponível no passado, o que pode ser solucionado com a próxima seção, onde é introduzida a idéia de expectativas racionais.

### **1.3 Expectativas Racionais**

A hipótese das expectativas racionais foi primeiramente formulada por John Muth (1961). Embora ela tenha tido certo impacto por trazer possíveis soluções ao problema de erros sistemáticos de previsão na formação das expectativas de forma adaptativa, a teoria ganhou forte impulso apenas uma década depois com os trabalhos de Lucas e Sargent.

A hipótese de expectativas racionais afirma que os agentes formam suas expectativas de acordo com a esperança condicional utilizando o conjunto informacional disponível no sistema econômico ao qual eles estão inseridos.

Segundo Gertchev (2007), desde Muth houve diferentes tentativas de definição do que seriam expectativas racionais, onde se sobressaíram três idéias principais. A primeira é relativa ao conjunto informacional de cada agente, que embora todos agentes não possuam a mesma expectativa, a média aritmética ponderada das expectativas dos agentes é igual à da teoria relevante. Isto é, não há incentivos a desvio, tendo em vista que na média os agentes se comportam de acordo com o que prevê a teoria.

A segunda definição é de que os indivíduos possuem a mesma distribuição de probabilidades subjetiva sobre os eventos futuros, que no fim coincidem com a distribuição objetiva geral. A terceira definição é de que os agentes formam suas expectativas racionalmente no sentido de processar toda a informação relevante até o ponto em que o custo marginal de obter a informação é igual ao ganho marginal.

Segundo Sargent (1973), os modelos onde a expectativa de inflação depende apenas de informação de valores passados, negligenciando o conjunto informacional do tempo presente com outras variáveis além da inflação, é um modelo ingênuo demais para se tratar os problemas econômicos onde as expectativas racionais podem ser aplicadas.

Argumentava-se que modelos seguindo essa linha de raciocínio (expectativas racionais) não eram compatíveis com a realidade, principalmente quando envolviam mudanças ao longo do tempo. O que Muth diz é que as hipóteses do modelo se dão exatamente na direção oposta, ou seja, de que a dinâmica da economia não possui racionalidade suficiente. Em outras palavras, o que Muth pretende mostrar é que os

indivíduos agem racionalmente por virtude ou natureza, sendo assim eliminados erros repetidos ao longo do tempo, onde o indivíduo não poderia ser considerado perfeitamente racional.

A principal relação da teoria é que as expectativas das firmas (probabilidade de distribuição de resultados subjetiva) tende a ser distribuída, usando o mesmo conjunto informacional, como o especificado pela teoria (probabilidade objetiva), o que garantiria que os agentes utilizam da melhor forma as informações disponíveis.

Assim, a hipótese das expectativas racionais sustenta que:

- i) O conjunto informacional é escasso e este conjunto é geralmente utilizado sem desperdícios no sistema econômico;
- ii) Os diversos tipos de estrutura que descreve a economia irão determinar qual o modo em que as expectativas serão formadas;
- iii) Determinação pública de expectativa terá efeito insignificante sobre a operação do sistema.

Para a formulação analítica do modelo, Muth especifica algumas hipóteses necessárias, como:

- i) Os erros são normalmente distribuídos;
- ii) As equações do sistema são lineares;
- iii) Equivalência de certeza existe para as variáveis a serem previstas

Dessa forma, segundo Muth, as hipóteses parecem mais fortes do que elas de fato são, pois qualquer uma delas garante as outras duas. Por exemplo, como os erros têm variância finita, uma função de regressão linear existe se e somente se eles são normalmente distribuídos.

O modelo que Muth propõe é baseado na oferta e demanda de firmas em um mercado, com as seguintes equações:

$$C_t = -\beta p_t \quad (\text{Demanda}) \quad (13)$$

$$P_t = \gamma p_t^e + u_t \quad (\text{Oferta}) \quad (14)$$

$$P_t = C_t \quad (\text{Equilíbrio}) \quad (15)$$

Onde:

$P_t$  representa o número de unidades produzidas em um período durando tanto quanto a defasagem de produção,

$C_t$  é a quantidade consumida,

$p_t$  é o preço de mercado no período  $t$ ,

$p_t^e$  é o preço esperado no período  $t$  baseado na informação passada

$u_t$  é o termo de erro, podendo ser variações de produção por causa de mudanças climáticas.

Utilizando a informação nas três equações acima e levando em consideração que o termo do erro é desconhecido no período em que a decisão de produção é tomada, mas no tempo em que ele é produzido ele é conhecido, assim a esperança do erro é zero, isto é,  $E(u_t) = 0$ . Isso significa que agora se consegue uma equação relacionando diretamente o preço do bem no presente e o preço esperado pela fórmula:

$$p_t = -\frac{\beta}{\gamma} p_t^e \quad (16)$$

Supondo que a predição da firma seja menor do que a da teoria em si, isso faria com que houvesse oportunidade para agentes antes fora do mercado começassem a produzir no mesmo ramo devido a melhores informações. A hipótese das expectativas racionais assegura que as firmas usam da melhor maneira a

informação presente e, portanto não há oportunidade de lucro para os “insiders”, fazendo com que:

$$E(p_t) = p_t^e \quad (17)$$

Mediante estas observações, e como os distúrbios aleatórios ocorrem apenas pelo lado da oferta, os movimentos tanto de preços como de quantidades estariam inteiramente ao longo da curva de demanda. Muth ainda argumenta que essa discussão não tem valor empírico significativo tendo em vista que os choques são assumidos como imprevisíveis. No entanto, na maioria dos mercados é desejável que haja efeitos renda na demanda e presença de custos alternativos na oferta, com o pressuposto de que parte do choque pode ser prevista com base na informação a priori. Assim, retirando a hipótese de  $E(u_t) = 0$ , que é o que afirma essa teoria, a relação entre o preço esperado e o choque seria:

$$p_t^e = -\frac{1}{\beta + \gamma} E(u_t) \quad (18)$$

Analisando a hipótese de que as expectativas teriam distúrbios serialmente correlacionados, Muth descreve o termo do erro como sendo uma combinação linear do passado histórico de variáveis aleatórias  $\varepsilon_t$  normalmente e independentemente distribuídas com média zero e variância  $\sigma^2$ :

$$u_t = \sum_{i=0}^{\infty} \omega_i \varepsilon_{t-i}, \quad E(\varepsilon_j) = 0, \quad E(\varepsilon_i \varepsilon_j) = \begin{cases} \sigma^2 & \text{se } i = j \\ 0 & \text{se } i \neq j \end{cases} \quad (19)$$

Onde  $\omega_i$  representa a ponderação dada às variáveis aleatórias. Com a equação (19) se chega na equação que representa o preço no período  $t$  como função linear das mesmas variáveis:

$$p_t = \sum_{i=0}^{\infty} W_i \varepsilon_{t-i} \quad (20)$$

O preço esperado tem a mesma forma do preço presente, tendo em vista as informações disponíveis ao longo do período com a diferença de que  $\varepsilon_t$  é mudado para seu valor esperado (que é zero), o preço esperado é:

$$p_t^e = W_0 E(s_t) + \sum_{i=1}^m W_i \epsilon_{t-i} = \sum_{i=1}^m W_i \epsilon_{t-i} \quad (21)$$

Os pesos  $W$  são, portanto:

$$W_0 = -\frac{1}{\beta} \omega_0 \quad (22)$$

$$W_t = -\frac{1}{\beta + \gamma} \omega_t, \text{ para } t = 1, 2, 3, \dots \quad (23)$$

E com isso, a condição de equilíbrio de mercado é dada por:

$$W_0 s_t + \left(1 + \frac{\gamma}{\beta}\right) \sum_{i=1}^m W_i s_{t-i} = -\frac{1}{\beta} \sum_{i=0}^m \omega_i s_{t-i} \quad (24)$$

Dessa forma Muth utiliza-se da hipótese das expectativas racionais para formular seu modelo. O autor explicita a hipótese ao afirmar que os agentes sabem tão quanto a teoria e não haveria, portanto, oportunidade de lucros extraordinários no mercado, o que foi uma de suas maiores contribuições para a ciência econômica. Este modelo é a base para diversos outros trabalhos posteriores no assunto, como em Lucas (1972).

Em um artigo conjunto com Leonard Rapping, Lucas (1969) utiliza-se do modelo de Muth para fazer uma crítica ao modelo de expectativas adaptativas de Milton Friedman. O artigo analisa o período de 1904 a 1965 da economia norte-americana e testa sub-períodos para ver se há como prever resultados não só de longo prazo, mas de curto prazo para uma Curva de Phillips. A Curva de Phillips nada mais é que a relação entre desemprego e inflação originada do trabalho de Phillips (1958).

A versão da curva de Phillips de Lucas e Sargent, que segundo Swaeden (1987) são os pilares da escola neoclássica americana, é uma tentativa de oferecer uma visão diferente da dada por Keynes sobre a questão dos ciclos econômicos. Keynes considerou em sua Teoria Geral como se os preços fossem rígidos, Lucas e Sargent por sua vez, trouxeram a visão de que os preços são totalmente flexíveis.

Na discussão macroeconômica relevante de hoje, a escola derivada do pensamento de Lucas e Sargent, a novo clássica, difere basicamente nesse quesito de rigidez de preços em relação à outra escola, novo keynesiana.

O que difere entre a abordagem dos dois autores em relação à de Friedman na análise da curva de Phillips é que indo mais além do que a abordagem anterior, não apenas alguns agentes ajustam suas expectativas conforme as alterações de demanda agregada e sim todos. Isso porque está implícito o conceito de expectativas racionais, onde todos os agentes possuem a mesma distribuição de probabilidade da formação de expectativas e assim, nenhum “fica para trás” na hora do ajuste de preços.

Assim, em seu paper de 1972, Lucas não contradiz por completo a teoria de Milton Friedman. Na verdade, as conclusões chegam a ser semelhantes, mas Lucas aponta uma deficiência do modelo de expectativas adaptativas dizendo que este faz com que caso o governo busque uma política de inflação sustentada, os agentes irão subestimar a previsão dos preços futuros para sempre. Sendo assim, não existiria meio satisfatório de suprir essa deficiência sem a utilização das expectativas racionais, pois algum previsor que deseja prever preços futuros como uma função fixa pode ser sistematicamente enganado por um oponente inteligente que manipula a série de dados. Mas as expectativas racionais funcionam de forma a garantir que haja uma razão insignificante para garantir que o governo deseje manipular sistematicamente os preços.

O modelo de Lucas postula uma função de oferta de trabalho agregada como:

$$\ln\left(\frac{N_t}{M_t}\right) = \beta_0 + \beta_1 \ln\left(\frac{w_t}{\omega_t^*}\right) + \beta_2 \ln(\omega_t^*) - \beta_3 \ln\left(\frac{P_t}{P_t^*}\right) \quad (25)$$

Onde  $N_t$  é o total de horas ofertadas,  $M_t$  é a população,  $w_t$  é o salário real corrente  $\left(\frac{W_t}{P_t}\right)$ , e  $\omega_t^*$  e  $P_t^*$  são salário real e preços permanentes ou normais, respectivamente.

Utilizando-se da análise de Irving Fisher de dois períodos, o problema de lazer-trabalho dos agentes implica que  $\beta_1$  e  $\beta_3$  são positivos e  $\beta_2$  pode ser tanto

positivo quanto negativo. Estimativas de trabalhos anteriores dos dois autores confirmam que o  $\beta_2$  é aproximadamente zero, o que caracteriza uma curva de oferta aproximadamente vertical. Para definir no modelo o que seria o desemprego os autores procuraram definir com maior precisão o que seria a oferta normal de trabalho ( $N_t^*$ ). Assim,

$$\ln\left(\frac{N_t^*}{N_t}\right) = \beta_0 + \beta_1 \ln(\omega_{t-1}^*) + (\beta_2 - \beta_1) \ln(\omega_t^*) - \beta_3 \ln\left(\frac{P_t^*}{P_{t-1}}\right) \quad (26)$$

Subtraindo (25) de (26) tem-se:

$$\ln\left(\frac{N_t^*}{N_t}\right) = \beta_1 \ln\left(\frac{\omega_{t-1}^*}{\omega_t}\right) + \beta_3 \ln\left(\frac{P_{t-1}^*}{P_t}\right) \quad (27)$$

A diferença da oferta normal de trabalho para o desemprego, segundo os autores, é de que neste pode-se permitir certo componente friccional, e como existe evidência de que os componentes friccionais e não friccionais do desemprego variam conjuntamente, assume-se que  $U_t$  e  $\ln\left(\frac{N_t^*}{N_t}\right)$  são relacionados de forma linear, de modo que:

$$U_t = g_0 + g_1 \ln\left(\frac{N_t^*}{N_t}\right), \quad g_0, g_1 > 0 \quad (28)$$

Combinando (27) e (28):

$$U_t = g_0 + g_1 \beta_1 \ln\left(\frac{\omega_{t-1}^*}{\omega_t}\right) + g_1 \beta_3 \ln\left(\frac{P_{t-1}^*}{P_t}\right) \quad (29)$$

A ligação que falta para o modelo é dos preços e salários correntes com os atuais, e com isso se calcula o valor normal das duas variáveis como uma função linear (com coeficientes  $\lambda$  e  $(1-\lambda)$ ) dos seus valores correntes e seu valor defasado. Com essa definição e utilizando um método padrão de equações diferenciais se chega em:

$$U_t = \lambda g_0 - g_1 \beta_1 \ln\left(\frac{\omega_t}{\omega_{t-1}}\right) + g_1 \beta_3 \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) + (1-\lambda)U_{t-1} \quad (30)$$

Com isso, a equação 30 relata o desemprego em relação à inflação, *ceteris paribus*, caracterizando-se assim uma Curva de Phillips. Focando-se na antecipação de preços ao invés dos preços reais, os autores estipulam outra equação a fim de determinar a possível relação que é proposta pela curva de Phillips, isto é, a relação inversa entre inflação e desemprego:

$$\ln(P_t^e) = b_0 \ln(P_t) + b_1 \ln(P_{t-1}) + \dots + b_r \ln(P_{t-r}) + a_1 \ln(P_{t-1}^e) + \dots + a_s \ln(P_{t-s}^e) \quad (31)$$

Como feito anteriormente para a determinação da relação entre preços e salários normais e seus respectivos *lags* e valores normais, a soma dos coeficientes da equação (31) é 1, isso garante a proporcionalidade entre as variações passadas de preços com seus valores ótimos, ou normais (variável dependente da equação).

Assim, a equação final do modelo é dada por:

$$U_t = a + c_0 \Delta \ln(P_t) + \dots + c_k \Delta \ln(P_{t-k}) + d_0 \Delta \ln(\omega_t) + \dots + d_n \Delta \ln(\omega_{t-n}) + e_1 U_{t-1} + \dots + e_m U_{t-m}, \text{ onde } \Delta x_t = x_t - x_{t-1} \quad (32)$$

Os resultados empíricos do artigo, que estão relacionados às equações (30) e (32) indicam a existência de uma curva de Phillips para alguns sub-períodos. A estimação pela equação (30) tem alguns problemas como correlação serial, o que é corrigido com a equação subsequente, ou seja, a equação (32) consegue oferecer resultados mais precisos à teoria.

O que indica a existência da relação proposta pela idéia da Curva de Phillips é que dividindo-se o período todo em três partes se consegue resultados indicando relação significativa das variáveis em dois dos períodos e não se consegue durante toda a amostra, o que quer dizer que em uma amostra de longo prazo a inflação já não consegue alterar variáveis reais como o nível de desemprego. Essa construção teoria de Lucas e Rapping baseada no modelo original de expectativas racionais de John Muth é apenas o início de uma série de trabalhos de Lucas nesse campo. Como já mencionado, embora Muth tenha sido o idealizador das expectativas racionais, pode-se dizer que Robert Lucas é quem difunde a teoria.

Em Lucas (1972), o autor estuda as expectativas e a neutralidade da moeda baseando-se em seu próprio artigo de 1969 com Rapping e o artigo original de expectativas racionais de Muth. O propósito do artigo é mostrar um exemplo de uma economia onde os equilíbrios de preços e quantidades são fundamentais para o ciclo de negócios moderno, em outras palavras, seria demonstrar uma relação sistemática entre a taxa de variação dos preços e nível de produção real. Essa relação se dá com a Curva de Phillips, estudada no artigo anterior de Lucas, e deriva-se um modelo onde não se permite a existência de ilusão monetária.

No modelo proposto por Lucas alguns distúrbios de preços relativos estão presentes entre os dois mercados e há variações na quantidade de moeda que por si só introduz variações nos preços nominais. A estrutura do modelo é baseada em uma economia onde a população é constante e em cada período o mesmo número de indivíduos nasce. São levados em consideração dois períodos e nascendo  $N$  pessoas em cada período teríamos uma população de  $2N$ ,  $N$  com 0 ano e  $N$  com 1 ano. Durante cada período de vida, cada pessoa oferta  $n$  unidades de trabalho que produz as mesmas  $n$  unidades de produção final. Como existem dois períodos, existem dois tipos de pessoas, caracterizadas por jovens (0 ano) e idosas (1 ano) e o consumo das mesmas é dado por  $c^0$  e  $c^1$ , respectivamente. Assim,

$$c^0 + c^1 \leq n \text{ e } c^0, c^1, n \geq 0 \quad (33)$$

Como  $n$  pode variar, é perfeitamente cabível afirmar que haja flutuações na produção real.

Outro bem ofertado além do trabalho é o dinheiro gasto pelo governo como transferência para as gerações mais antigas, em uma quantidade proporcional a pré-transferência assegurada durante os anos. Não existe nenhum tipo de herança, sendo o valor excedente devolvido à autoridade monetária. Assim, a única forma de troca que poderá haver seria uma renúncia de produção pelos mais jovens em troca de dinheiro poupado no período anterior e alterado por transferência para a geração mais idosa. Lucas assume que essa troca acontece em dois mercados separados, sendo que a população mais idosa é alocada nesses dois mercados a fim de equalizar a demanda total entre os mercados. A população mais jovem é alocada estocasticamente entre os mercados com  $\theta/2$  em um e  $1 - (\theta/2)$  em outro mercado,

não sendo permitida a comunicação entre os mercados. A variável de alocação  $\theta$  não é conhecida, mas excepcionalmente via preços ela pode ser conhecida indiretamente.

A oferta de moeda pré-transferida pelos membros da geração mais idosa é conhecida por todos os agentes e denominada por  $m$ ; sendo as pós-transferências,  $m'$ . Conforme as hipóteses acima, a oferta de moeda nominal é dada por:

$$m' = mx \tag{34}$$

Como resumo, pode-se dizer que o estado da economia em quaisquer períodos é dado conforme o comportamento de três variáveis, sendo elas:  $m$ ,  $x$  e  $\theta$ .

Na parte três do artigo, Lucas analisa as preferências e as funções de demanda. Primeiramente ele assume que os idosos preferem mais consumo a menos, isto é, como um bem desejável, em termos microeconômicos. Ainda, a porção mais idosa da sociedade não teria utilidade alguma em poupar o dinheiro recebido. A decisão dos jovens, porém, é mais complicada, pois envolve seu consumo presente  $c$ , sua quantidade de trabalho ofertada corrente  $n$ , e o consumo futuro,  $c'$ . Esses indivíduos agiriam conforme uma utilidade final que é representada por duas funções de utilidade, uma crescente em  $c$  e decrescente em  $n$  e outra dependente do consumo futuro  $c'$  que seria uma função crescente. Garantir que essas funções sejam duplamente diferenciáveis, contínuas e côncavas é fundamental para a sustentação do modelo. Com isso, Lucas assume que as funções possuem essas características.

Na primeira das funções de utilidade, onde são assumidos os comportamentos de  $c$  e  $n$  em relação à função, esse comportamento está de acordo com a idéia de que tanto consumo corrente como lazer não são bens inferiores. A relação positiva entre utilidade e consumo presente é derivada do fato de que consumir é melhor do que não consumir e a relação negativa entre a função de utilidade e o trabalho é que quanto mais se trabalha menos utilidade se tem, em outros termos, menos tempo para consumir os bens, dado que tempo é uma variável constante.

O consumo futuro não pode ser comprado por um indivíduo de idade 0, portanto, uma quantidade de saldo nominal  $\lambda$  é adquirido na troca de bens, permitindo que se o nível de preços no próximo período é de  $p'$  e se as transferências serão  $x'$ , este saldo  $\lambda$  comprará  $x'\lambda/p'$  unidades de consumo futuro. Portanto, o problema de decisão que os agentes de idade 0 confrontam é:

$$\max_{c, n, \lambda \geq 0} \left\{ U(c, n) + \int V\left(\frac{x'\lambda}{p'}\right) dF(x', p' | m, p) \right\} \quad (35)$$

Sujeito a:

$$p(n - c) - \lambda \geq 0 \quad (36)$$

A solução do modelo final de Lucas leva a algumas conclusões sobre formulação de política econômica, sendo estas:

- i) Como os dois mercados da economia são identicamente estruturados, não há trocas entre os mercados e nem comunicação entre eles, para achar o equilíbrio geral basta achar o equilíbrio individual de cada mercado;
- ii) Os níveis de preço corrente e futuro estão conectados de forma a garantir o equilíbrio de consumo, emprego e produto;
- iii) A distribuição condicional dos preços futuros é conhecida, desta maneira os agentes podem racionalmente agir de acordo com a igualdade  $p' = p(m, x', \theta') = p(mx, x', \theta')$ .

Em Lucas(1973), o autor inicia sua tentativa de determinar *trade-offs* entre inflação e produto com modelos de oferta e demanda na economia com expectativas racionais. Ao tentar estabelecer uma “taxa natural”, o autor parte do pressuposto de que os preços não observados, isto é, futuros, são feitos de forma racional (ótima). Assim, eles não irão garantir uma relação de longo prazo de razão unitária, isto é, uma curva de Phillips vertical, como pressupõe o modelo de defasagens distribuídas.

O passo fundamental é então, determinar o modelo econômico e suas variáveis. Desta forma, utiliza-se o diagrama IS-LM para a função de demanda, com sua determinação nas mudanças de política fiscal, monetária e setor externo. Já a

oferta, é dada pelas condições do mercado de trabalho, que no caso está em equilíbrio, e sua inclinação determina a rigidez do trabalho e do produto de mercado.

A parte analítica do modelo é baseada no artigo de Lucas e Rapping (1969) com uma simplificação: a curva de demanda agregada é de elasticidade unitária, ou seja, o nível de produção é uma variável exógena. A teoria da taxa natural assegura que os agentes são racionais e suas decisões dependem de preços relativos, pois eles não conseguem distinguir variações de preços relativos e preços gerais.

Numa economia existem mercados e os ofertantes estão localizados em mercados competitivos. A demanda por bens é distribuída de forma desigual entre os mercados. Aquilo produzido por cada mercado pode ser definido como tendo duas partes, a primeira, comum a todos, é o componente secular e a segunda parte, particular, é o componente cíclico. Esse componente cíclico determina a diferença entre os mercados e sua heterogeneidade de produção, da mesma forma em que ele depende dos preços relativos percebidos, dado o conjunto informacional do sistema.

De forma analítica, o componente de oferta pode ser descrito como dependente de suas variações passadas, o diferencial do preço efetivo da sua média e seu componente secular, sendo:

$$y_t = y_{nt} + \theta\gamma(P_t - \bar{P}_t) + \lambda[y_{t-1} - y_{nt-1}] \quad (37)$$

Onde:

- i)  $y_t$ , é a oferta,
- ii)  $y_{nt}$ , o componente secular
- iii)  $\theta$ , relação entre as variâncias do diferencial entre preços e sua média e o nível geral de preços
- iv)  $\bar{P}_t$ , nível de preços com média  $\bar{P}_t$
- v)  $\lambda$ , variável de tendência

Conforme alterações na variância dos preços a curva de oferta pode variar, por exemplo, se a variância do desvio de preços tende a zero, a curva de oferta é

praticamente vertical. Mas quando  $\theta$  é zero, isto é, os preços são estáveis, a inclinação é  $\gamma$ . Para o desenvolvimento do modelo de comportamento da oferta é necessário fazer a hipótese de que o comportamento da oferta é baseado na distribuição correta do nível de preços na observados.

A manutenção da distribuição correta do nível de preços é baseada no modelo de Lucas (1972), que por sua vez é baseado na hipótese das expectativas racionais de John Muth. Assim, o nível de preços, como na equação (32) é uma função linear dos valores passados. Em sua conclusão, Lucas afirma que a relação positiva entre o nível de preços e produção é devido ao fato de que os ofertantes da economia interpretam os movimentos de preços relativos como sendo os movimentos dos preços gerais. Com isso, mudanças nas taxas de inflação média não afetarão positivamente a produção, na média.

O artigo de 1973 de Sargent sobre expectativas racionais segue o conceito de Lucas para o estudo da relação de Fisher (1930), isto é, onde a taxa nominal de juros é uma relação entre a taxa real de juros e a inflação. Sargent então associou, segundo Moraes (1992), “a hipótese da taxa natural de desemprego à de independência da taxa real de juros em relação à política monetária”. Friedman (1968) havia proposto a mesma relação. Para Sargent, a única forma dessa relação se concretizar era sob os pressupostos das expectativas racionais, pois haveria a necessidade de endogeneização das expectativas de inflação e para isso, assume-se as expectativas como sendo do caráter descrito inicialmente por Muth.

A vantagem dos modelos com expectativas racionais estava no fato de que os modelos com expectativas adaptativas necessitavam de certas restrições para a análise de curvas IS-LM-Phillips. O que as expectativas racionais fazem é solucionar o problema, como descrito anteriormente, tornando endógenas as expectativas de inflação.

Segundo Sargent e Wallace (1975), em comparação com modelos autorregressivos os resultados providos pelos modelos que incorporam expectativas racionais são mais consistentes. Os autores ainda argumentam que a distribuição da produção no modelo com expectativas racionais é independente de regras de oferta

de moeda. Isto quer dizer que não existe regra sistemática que a autoridade monetária possa seguir que permita que seus efeitos se sintam no nível de preços.

Sargent e Wallace (1975) são realistas ao dizer que por terem utilizado um modelo *ad hoc*, seus resultados não podem ser considerados como verdadeiros como uma teoria geral. Porém, seus resultados não podem ser rejeitados tão facilmente, fazendo com que as expectativas racionais passem a ter um peso cada vez mais importante no estudo de regras monetárias.

Em Lucas (1976), com o artigo que ficou conhecido como “A crítica de Lucas”, o autor utiliza a formulação teórica das expectativas racionais para fazer uma crítica às avaliações de políticas econômicas. Em sua crítica às considerações teóricas, Lucas deseja verificar que se as variações paramétricas das variáveis na estrutura de choques estão corretas, deve ser possível confirmar isso através do exame de problemas de decisão em componentes dos modelos.

Fundamentando-se sob os preceitos de expectativas racionais, ele afirma conclusivamente que:

Dado que a estrutura de um modelo econométrico consiste de regras de decisões ótimas dos agentes econômicos e as decisões ótimas dos agentes variam sistematicamente com mudanças na estrutura de séries relevantes para o tomador de decisão, segue que qualquer variação de política irá sistematicamente alterar a estrutura dos modelos econométricos. (p. 41)<sup>1</sup>

Ainda nessa linha, Robert Barro (1976) tem o intuito de aplicar o método de expectativas racionais para a política monetária. Para isso, ele utiliza os modelos de Friedman (1968) e Lucas (1973), que embora se comportem de forma diferente quanto à visão de expectativas (o primeiro, as considera adaptativas e o segundo, racionais), eles se assemelham na forma de construção da curva de Phillips para o mercado.

---

<sup>1</sup> *Given that the structure of an econometric model consists of optimal decision rules of economic agents, and that optimal decision rules vary systematically with changes in the structure of series relevant to the decision maker, it follows that any change in policy will systematically alter the structure of econometric models.*

A principal formulação do modelo de Barro é a visão de que os agentes não conseguem perceber os movimentos de preço através da distinção entre partes relativas e absolutas. Isto é, mesmo que a formação de expectativas dos agentes se comporte racionalmente, o comportamento de produção do mercado não implica em plena distinção entre oferta não antecipada e variações na demanda em partes relativas e agregadas. Dessa maneira, mudanças no nível de preços que não são percebidas como distúrbios nominais causam variações no produto. Esta, segundo Barro, é uma informação que assegura a necessidade de se estudar a curva de Phillips.

O modelo de Barro, que se assemelha ao de Lucas (1973), tem como premissa as mesmas do modelo sugerido, onde existe um produto não-durável qualquer, *commodity*, que pode ser considerada como um serviço pessoal. Uma vez que este serviço pode ser transacionado em diversos mercados, há a garantia de que a informação chega a cada mercado e flui de forma uniforme dentro dele, porém, existe um *lag* entre a passagem de informação entre os diferentes mercados. Essa constatação faz parte de um modelo de expectativas racionais com informação imperfeita, uma vez que certos mercados obtêm informações de forma mais rápida que outros, permitindo que em certo período, haja mais de um preço para o mesmo produto em diferentes mercados.

Como no modelo de Lucas, o único outro bem na economia é advindo de transferências governamentais, chamados de *fiat money* (dinheiro sem lastro). Assim, os resultados de Barro indicam que:

- i) Somente a parcela não percebida do estoque monetário pode afetar a evolução do produto;
- ii) Quando a taxa de crescimento monetário é difícil de ser prevista, os agentes da economia ficam mais passíveis a associar as flutuações de preços com movimentos monetários agregados;
- iii) Os efeitos reais de distúrbios monetários não persistem por mais de um período;

Barro afirma ainda que um aumento na variação do estoque monetário dificulta a reação dos agentes quanto a mudanças reais na economia. No sentido da

curva de Phillips, pode-se dizer que se os agentes atribuírem peso significativo às variações de preços para essas variações de estoque monetário, a inclinação da curva diminui, pois os movimentos agora percebidos fazem com que haja menor magnitude no efeito dessa variação. Mais além, pode-se afirmar, segundo Barro, que os problemas informacionais dos agentes levam tanto a maior variação de produto como diferença de preços relativos entre mercados.

Por fim, o modelo de expectativas racionais, embora tenha começado de forma tímida no início dos anos sessenta com Muth, após a consolidação de trabalhos como de Lucas e Barro, a teoria passou a ser amplamente estudada, criticada, mas principalmente, conquistou relevante aceitação na Academia. Servindo de base para diversos trabalhos posteriores aos principais autores, as expectativas racionais ainda hoje servem de base teórica para diversos modelos de política monetária e ciclos de negócios.

Como crítica das expectativas racionais está o fato de que seus modelos não permitem fácil computação de resultados, muitas vezes com a presença de múltiplos equilíbrios. Outro ponto controverso é a necessidade de linearidade das funções do modelo para satisfazer limitações técnicas.

Adicionalmente, ao pressupor inexistência de erros sistemáticos, garantindo que os erros se compensem ao longo do tempo, isso seria o mesmo que dizer que determinado evento aconteceria mesmo sem a presença desses erros. Matematicamente pode-se pensar em algo como a soma dos erros sendo igual a zero, portanto, não haveria erros.

O que se argumenta é que essa visão não pode ser provada pela teoria, e assim, passa-se a imaginar que os erros compõem os outros ao invés de eliminar, uma hipótese mais plausível na Teoria Econômica. Tendo em vista que acontecimentos em  $(t+2)$  dependem do que aconteceu em  $(t+1)$ , é razoável supor que o erro em  $(t+1)$  afete  $(t+2)$  de forma a alterar o comportamento no período em relação a erro zero em  $(t+1)$ .

Mais profundamente nas próximas seções, se analisará os conceitos de racionalidade limitada e informação rígida, que formam o corpo crítico da hipótese das expectativas racionais.

#### 1.4 *Sticky Information* – Informação Rígida

Na evolução do pensamento de expectativas na macroeconomia, surge recentemente trabalhos em que não se contraria de forma veemente a hipótese das expectativas racionais, mas leva a considerações bastante diferentes. Este é o caso dos modelos de informação rígida, propostos por Mankiw e Reis (2002).

A primeira diferença em relação às expectativas racionais é de que a informação sobre as condições macroeconômicas se dissipa de maneira lenta entre a população. Portanto, haveria um custo em ajustar a previsão de inflação. Com isso, o agente mesmo podendo utilizar todas as informações conforme a disponibilidade, eles preferem utilizar dados um pouco defasados para não incorrer com esses custos. O modelo é chamado de *sticky information*, para contrastar a idéia da curva de Phillips keynesiana de *sticky prices*, ou preços rígidos.

Portanto é necessário antes de introduzir o modelo de informação rígida, entender o funcionamento do modelo de preços rígidos. Para isso, uma série de relacionamentos precisa ser estabelecida, como por exemplo, o preço que maximiza o lucro das firmas em dado momento. Com todas as variáveis em escala logarítmica, a relação é dada por:

$$p_t^* = p_t + \alpha y_t \quad (38)$$

Onde o preço desejado ( $p^*$ ) depende do nível geral de preços ( $p$ ) e do produto ( $y$ ). O produto potencial é normalizado a zero, sendo, portanto, o valor de ( $y$ ) representado pelo *gap* de produto (diferencial do produto em relação ao produto potencial). Em casos de *boom* ou recessão o diferencial ( $p^* - p$ ) alteraria bastante, pois supondo firmas concorrendo monopolisticamente, em uma situação de *boom* a

demanda aumentaria significativamente e o preço desejado da mesma maneira. Porém, o que acontece nesse modelo é que isso não ocorre pelo fato de que ajustes de preços não são feitos com frequência.

Dessa maneira, o ajuste de preços é feito através de uma média ponderada do preço corrente e os preços desejados futuros. Quanto mais distante do tempo presente o ajuste de preços, menor será seu peso para a determinação do ajuste, pois até o momento em que o futuro ajuste chegar, poderá haver outro tipo de percepção sobre ele ao longo do período entre os ajustes. O preço de ajuste  $(x_t)$  seria:

$$x_t = \lambda \sum_{j=0}^{\infty} (1-\lambda)^j E_t p_{t+j}^* \quad (39)$$

A equação que determina a relação do nível de preços é dada por:

$$p_t = \lambda \sum_{j=0}^{\infty} (1-\lambda)^j x_{t-j} \quad (40)$$

Assim, o nível de preços é uma relação entre todos os preços da economia e uma média ponderada de todos os preços determinados pelas firmas no passado. Para a solução desse modelo, faz uma operação algébrica para determinar  $(p_t - p_{t-1})$ , denominado  $(\pi_t)$ :

$$\pi_t = \left[ \frac{\alpha \lambda^2}{(1-\lambda)} \right] y_t + E_t \pi_{t+1} \quad (41)$$

Onde  $(\pi_t)$  é a taxa de inflação. Portanto, essa é a curva de Phillips novo-keynesiana, onde a inflação seria uma função do produto e da inflação esperada para o próximo período.

Introduzido o modelo novo-keynesiano de preços rígidos, Mankiw e Reis passam a procurar definir o modelo de informação rígida, uma formulação diferente para definição da dinâmica dos preços.

Nesse modelo, as firmas fixam seus preços em cada período, mas elas adquirem novas informações e recalculam preços ótimos lentamente ao longo do tempo. Em cada período  $(\lambda)$  firmas obtêm novas informações sobre a economia

vigente e computam esse novo caminho para os preços ótimos. A outra fração da economia se mantém com base no conjunto informacional passado.

Cada firma possui a mesma probabilidade de ser aquela que possui o novo conjunto informacional para os planos em relação a preços, independente da última vez que ela fez sua última atualização. Como anteriormente, o preço ótimo da firma é dado pela equação (38). O nível de preço agregado das firmas é dado por:

$$p_t = \lambda \sum_{j=0}^{\infty} (1-\lambda)^j x_t^j \quad (42)$$

Sendo que o valor de  $(x_t^j)$ , que representa a firma que atualizou seus dados informacionais há  $j$  períodos é dado por:

$$x_t^j = E_{t-j} p_t^s \quad (43)$$

Com a determinação dessas três equações, chega-se a um resultado para o nível geral de preços, que é:

$$p_t = \lambda \sum_{j=0}^{\infty} (1-\lambda)^j E_{t-j} (p_t + \alpha y_t) \quad (44)$$

Assim, uma curva de Phillips pode ser desenhada a partir dessa equação, com o valor do produto variando positivamente de acordo com movimentos inesperados no nível de preços. A equação para a taxa de inflação é dada por:

$$\pi_t = \left[ \frac{\alpha \lambda}{(1-\lambda)} \right] y_t + \lambda \sum_{j=0}^{\infty} (1-\lambda)^j E_{t-1-j} (\pi_t + \Delta y_t) \quad (45)$$

Onde  $\Delta y_t = y_t - y_{t-1}$  é a taxa de crescimento do produto. Com isso, a taxa de inflação depende do produto, das expectativas de inflação e das expectativas da taxa de crescimento do produto. Essa equação representa o modelo de informação rígida, descrito por Mankiw e Reis como “curva de Phillips com informação rígida”.

Uma diferença aparente entre os modelos é que o primeiro, novo-keynesiano, apresenta uma grande importância para a atual expectativa para o comportamento futuro da economia e o segundo modelo, de informação rígida, gera uma maior importância das passadas expectativas para o comportamento presente da

economia. Essa, aparentemente sutil, diferença gera uma enorme diferença no estudo da dinâmica do sistema na relação de produto e preços com a política monetária.

Mankiw e Reis argumentam que uma diferença fundamental entre os modelos é que o de preços rígidos não passou no teste de McCallum (1998), onde foi estabelecido que este não seria consistente com a tese da taxa natural de crescimento, onde segundo o modelo, ao conseguir se manter a inflação sempre baixa, manter-se-ia o produto sempre alto.

Em Mankiw, Reis e Wolfers (2004), os autores contestam a idéia de que os agentes possuem o mesmo comportamento quanto ao entendimento das expectativas, como supõe as expectativas racionais. A intenção dos autores é provar que há discordância entre os agentes e essa ainda varia ao longo do tempo. Ainda, ela envolve outros parâmetros bem estudados pelos macroeconomistas, o que leva a crer que esse fato é fundamental para o melhor entendimento da dinâmica macroeconômica.

Os três autores utilizam uma metodologia simples para mostrar como varia o comportamento em relação a expectativas de inflação. Foram selecionados três grupos de análise, um composto pelo público geral, outro com alguns acadêmicos, profissionais de finanças dentre outros e o último com um grupo de economistas de mercado. Analisando a precisão das previsões em relação à inflação ao consumidor mediana, nota-se que todos os previsores apresentam resultados úteis e mais ainda, conforme aumenta o grau de sofisticação dos grupos, melhor a previsão.

Assim, logo em seguida são feitos testes de racionalidade para a expectativa de inflação. Para analisar se os agentes realmente utilizam de forma ótima a informação disponível são feitos quatro testes para racionalidade:

- i) Teste de viés, onde estima-se uma equação da diferença entre a inflação no período (t) com a expectativa para o (t) doze meses antes (t-12) como sendo igual a uma constante ( $\alpha$ );

- ii) Teste para analisar se as previsões de inflação podem ser usadas para explicar erros de previsão regredindo o erro de previsão com uma constante e a expectativa mediana de inflação;
- iii) Teste que explora a implicação da racionalidade tentando descobrir se os erros de hoje podem ser previstos com os erros de ontem. Essa regressão tem como variável independente o erro de inflação deste ano em relação a uma constante e ao erro de inflação do ano passado. Teste para ver se os erros são consistentes;
- iv) Teste para analisar se as expectativas de inflação levam em conta a informação disponível, de fato. Utilizando para explicar a expectativa de inflação, a inflação passada, a taxa de juro dos títulos do tesouro e o desemprego.

Em todos os testes a premissa da racionalidade não foi verificada. No primeiro teste, em duas das quatro séries analisadas houve a tendência de os previsores medianos “sub-prever” a inflação e a divergência é estatisticamente significativa.

No segundo teste, onde a hipótese nula é de racionalidade, as regressões não possuíram poder de previsão, onde duas das quatro séries rejeitam a hipótese nula, embora as outras duas sejam consistentes com a idéia da racionalidade.

No terceiro teste houve a incidência de autocorrelação, indicando que informações do ano passado não foram bem exploradas ao gerar a expectativa para este ano, violando a hipótese nula de racionalidade. Houve autocorrelação em todas as quatro séries.

No quarto e último teste chega-se à conclusão de que os agentes não estão usando otimamente a informação disponível, onde os agentes “sub-preveram” a inflação, isto é, alta inflação no passado não garantiu alta inflação no presente. No caso das taxas de juro, é de se esperar que altas taxas de juros diminuam a inflação, indicando uma política monetária contracionista do Fed (Banco Central Norte-Americano). Nas regressões, resultou-se que os coeficientes do erro deram

negativos, ou seja, previram inflação muito alta, por sub-reagir à taxa de juro de curto prazo do modelo.

Finalmente, na questão do desemprego, espera-se um comportamento de curva de Phillips clássica, isto é, o aumento do desemprego tende a levar a uma diminuição da taxa de inflação. Os parâmetros do modelo apresentaram valores negativos, indicando assim uma sobre-estimação da inflação, onde a inflação era alta juntamente em períodos onde o desemprego também era alto.

Rejeitada, portanto, a caracterização da economia norte-americana no período dado em relação a expectativas racionais, tentou-se fazer teste para ver se a formação de expectativas segue a forma adaptativa. O que também falhou. Em um modelo envolvendo os últimos oito dados de inflação não sobrepostos, o desemprego e ele defasado em três períodos, com a mesma defasagem para a taxa de juros. Em todos os modelos, se rejeitou a hipótese de que os erros fossem zero.

## **1.5 Racionalidade Limitada**

Uma dificuldade surgida com o avanço dos estudos de expectativa foi quando economistas se depararam com o problema da dinâmica de transição. Segundo Sargent (1993) anteriormente a 1989 ocorreram duas gerações de esforços para estudar a dinâmica da economia. Aplicando teoria dos jogos, macroeconomia e teoria do equilíbrio geral ganhou-se certa fundamentação para melhor avaliação da dinâmica.

Entretanto, com a maior preocupação em estabelecer os novos sistemas plenamente adaptados após transições na economia, pouco se forneceu de teorias sobre a transição em si. Com isso, muitos economistas começaram a levar em consideração teorias que tentassem explicar melhor esses fenômenos, utilizando-se da caracterização dada por Christopher Sims (1980) de que expectativas podem ser irracionais ou limitadas, ensejando criar teorias de transição para entender

propriedades da dinâmica econômica e formular um novo sistema de dinâmicas ainda não consolidado.

Essa área é considerada pelo autor como sendo diversificada porque os pesquisadores enfrentam diversas escolhas depois de decidido o caminho da teorização do equilíbrio. O compromisso com a teorização do equilíbrio faz com que os tomadores de decisão modelem suas escolhas em um ambiente geralmente entendido. Retirando-se essa hipótese, tem-se que estabelecer outra no lugar para ocupar o espaço deixado e disso surgem diversas possibilidades.

A base do argumento de Sargent (1993) é que as expectativas racionais impõem dois requerimentos para os modelos econômicos, de que:

- i) Racionalidade individual;
- ii) Consistência de percepção sobre a realidade de todos os agentes.

Quando implementados numericamente ou econometricamente, os modelos de expectativas racionais garantem um conhecimento maior aos agentes dentro do modelo do que dos econométricos, que enfrentam problemas de estimação ou inferência que os agentes no modelo de alguma forma resolveram. A idéia da racionalidade limitada é retirar os agentes racionais e colocar em seu lugar agentes de inteligência artificial, que agem como no caso anterior do econométrico.

Segundo Sargent (1993), esses econométricos fazem a teoria, estimam os modelos e tentam aprender sobre a função de probabilidade que com expectativas racionais eles já saberiam. Para o estudo de racionalidade limitada Sargent mesclou teorias de diversas áreas como estatística, econometria e Inteligência artificial, que descrevem métodos para estimar os possíveis relacionamentos entre os dados. Dessa diversa literatura que Sargent seleciona os “cérebros” para dar luz à teoria da racionalidade limitada.

A potencial utilização dos modelos com racionalidade limitada pode ser exemplificada em algumas situações:

- i) Alguns exemplos se referem à habilidade de os agentes com racionalidade limitada aprenderem o comportamento de como seria se eles tivessem expectativas racionais;
- ii) As expectativas racionais podem não conseguir explicar o que a racionalidade limitada permite ao se tratar com certos modelos em economia monetária onde existem múltiplos equilíbrios, e nesses modelos é interessante prever o comportamento ideal utilizando a idéia de racionalidade limitada;

Ao estudar o comportamento das expectativas, Sargent analisa diversos tipos de formação de expectativa a fim de comparar os diversos segmentos e ilustrar a importância da racionalidade limitada.

Primeiramente, as expectativas racionais pressupõem dois componentes:

- i) O comportamento de cada agente é descrito através da maximização de uma função objetivo sujeita a uma restrição percebida;
- ii) As restrições observadas por cada agente no sistema é mutuamente consistente.

Segundo Sargent, o primeiro componente da definição restringe o comportamento dos agentes como sendo ótimo em relação a alguma restrição e o segundo impõe consistência entre todos agentes. No sistema econômico, as decisões de um indivíduo dependem das decisões de outrem, fazendo com que a decisão de cada pessoa esteja sujeita ao conhecimento das crenças e processo de decisão de outras. Ao entender esse pressuposto como passível de dúvida, Sargent afirma que os economistas utilizaram a idéia de expectativas racionais pelo fato de que sem essa restrição haveria uma porção de resultados que seriam inúteis como instrumentos de previsão.

A idéia da racionalidade limitada seria a de solucionar esses problemas atribuídos às expectativas racionais. A racionalidade limitada advém de um processo comportamental onde se buscam explicações além da simetria em que os modelos de expectativas racionais se baseiam.

Sendo agora os agentes mais parecidos com os econométricos do que com os agentes racionais que já haviam tido conhecimento de informações que os econométricos tentariam achar, os agentes do sistema econômico são mais parecidos com os econométricos clássicos, que sabiam sobre o modelo, mas não sobre o valor dos parâmetros. Ainda mais, poderiam ser como econométricos bayesianos, que não estão seguros sobre qual o modelo ou o valor dos parâmetros, mas podem dizer quão inseguros eles estão. Uma última análise é feita sobre o comportamento dos agentes, que é sobre a semelhança com os macroeconomistas, que não estão seguros de qual o procedimento se deve utilizar. Sargent, a fim de comparação, portanto, seleciona o comportamento dos agentes como economistas, ou seja, o último caso citado.

Como em qualquer ciência, a Economia é composta por três partes:

- i) Um corpo de teorias (incluindo modelos matemáticos);
- ii) Métodos de coletar e produzir dados;
- iii) Métodos estatísticos para comparar a teoria com a estimação dos modelos e um conjunto de procedimentos para revisão da teoria de acordo com as discrepâncias entre os dados e a teoria.

Para a modelagem de um sistema econômico, o economista assume que eles estão modelando um conjunto de pessoas cujo comportamento é determinado por seus modelos. A idéia de teorizar sob a tese comportamental modelando os agentes como economistas ou cientistas parece atrativa, mas existem diversas dificuldades relacionadas a esse fato. Dificuldades estas, que segundo Sargent, são difíceis de se ter idéia até então.

Segundo Milton Friedman (1953), os modelos devem ser analisados por seus resultados e não pelo realismo de suas hipóteses. Assim, analisar a racionalidade como limitada não é virtude nem defeito. Para justificar a existência desse campo de estudo, Sargent sugere que sejam apontados alguns problemas da hipótese de expectativas racionais.

Primeiramente, os modelos de expectativas racionais têm algumas vezes múltiplos equilíbrios. Segundo Kreps (1990), isso pode ser um problema em casos

em que se trabalha com teoria dos jogos, em que fica improvável estabelecer condições para a formação de *payoffs* relevantes para análise. Para Sargent, a dificuldade de múltiplos equilíbrios se dá, pois a descrição física da economia unida com a noção de equilíbrio não são suficientes para gerar um resultado único. A noção de racionalidade limitada é utilizada para minimizar esse problema de múltiplos equilíbrios.

O método de expectativas racionais se mostrou extremamente útil para solução de dinâmicas em vários contextos, porém, existem certas áreas em que os resultados dos modelos são difíceis de analisar com as observações. Um exemplo deste caso é em finanças no teorema 'sem comércio', que caracteriza uma classe de situações em que diversos agentes do mercado conseguem eficientemente extrair informações do sistema onde nenhum equilíbrio pode ser caracterizado.

Na análise de mudanças de regime, Sargent especifica dois tipos de regras que levam governos a adotar determinadas políticas:

- i) A primeira regra é a pré-reforma, isto é, a descrição do comportamento do governo historicamente
- ii) A segunda regra é o que o modelador considera uma regra melhorada

Esse método de geração de previsões é inconsistente com a idéia de expectativas racionais, pois ao comparar equilíbrios de diferentes economias, existiria o pressuposto de que o governo trocaria de política no futuro, se desviando daquilo que ele estava anteriormente comprometido em adotar. Ou seja, essas regras de mudanças de regime necessitam uma análise comportamental em detrimento da expectativa racional anteriormente empregada. Por que, em caso de expectativas racionais, com a mudança de comportamento do governo, os agentes deveriam ter a chance de levar isso em consideração ao se fazer suas escolhas.

Outro problema das expectativas racionais está relacionado ao caso da Grande Depressão. Os estudos utilizam o arcabouço teórico das expectativas racionais, mas também demonstram em certo ponto sua inconsistência. O Fed, criado em 1914 passou seus primeiros quinze anos tentando eliminar a instabilidade financeira que assolou os Estados Unidos no período anterior. O *Federal Reserve*

Act substitui os mecanismos informais de ação do Fed e passa a estabelecer duas funções para ele:

- i) Emprestador de última instância, isto é, utilizando o resgate financeiro, para salvar instituições;
- ii) Manter o padrão-ouro, assegurando que as notas do banco sejam conversíveis em ouro.

Entretanto, o Fed não tem o poder de taxar as pessoas e empresas, o que faz com que o Tesouro entre como parte fundamental para o equilíbrio do sistema. Não podendo cobrar impostos, o Fed não teria solução para garantir tanto as reservas em ouro como a disponibilidade de recursos para servir como prestador de última instância. A falha do sistema se deu por banqueiros, empresários e quaisquer outros depositários que não perceberam essa inconsistência de atividades do Fed e levaram as suas operações até onde não se poderia sustentar mais. Toda essa história do processo de criação do Fed até o episódio da Grande Depressão leva um pouco dos ideais das expectativas racionais até certo ponto, onde eles passaram a não se encaixar mais, no momento da crise.

Tanto a idéia de expectativas racionais quanto de racionalidade limitada passam por um processo de agrupamento de decisões, regras e funções que mapeiam a informação das pessoas para a tomada de decisão. As expectativas racionais restringem essas regras de decisão às duas hipóteses principais de otimização individual e consistência de percepção. Modelos com racionalidade limitada conseguem eliminar essa segunda hipótese, substituindo essa idéia por algoritmos heurísticos para representação e atualização das regras de decisão.

Segundo Orphanides e Williams (2006), seguindo a linha de Sims e Sargent, argumentam que um pequeno desvio na teoria saindo das expectativas racionais passando para a adoção do conhecimento imperfeito possui implicações importantes na avaliação de políticas. Segundo os autores, políticas eficientes sob o pressuposto de expectativas racionais se mostraram ineficientes sob a ótica do conhecimento imperfeito.

Uma possível aplicação das expectativas de inflação, como já vista, é na formulação da Curva de Phillips. Com cada uma das metodologias usadas para determinação da expectativa de inflação se atinge resultados dos mais variados, e não é diferente para o caso da informação rígida. Portugal e Fasolo (2004) estudam o caso de uma Curva de Phillips para o Brasil sob o conceito de racionalidade limitada. Os autores argumentam que a curva de Phillips necessita de menos ajustes quando vista sob o pressuposto de informação rígida do que o de preços rígidos.

No caso brasileiro, os resultados demonstraram que para o Brasil, nos períodos em que a inflação estava mais alta, a curva de Phillips parecia positivamente inclinada, o que indica que para o mesmo nível de inflação, haveria um maior desemprego relacionado. O resultado principal que os autores alcançam é o fato de que a curva de Phillips, para o caso brasileiro, se ajustou muito bem devido à robustez do modelo com racionalidade limitada. Com isso, a curva de Phillips teria significativo poder explanatório sobre os fenômenos econômicos por vir.

## **2 Especificação do Modelo Analítico**

### **2.1 Base de Dados**

Para a realização dos testes, utiliza-se uma base de dados composta de:

- i) Inflação mensal mensurada pelo IPCA (%). Para o caso de expectativa de longo prazo (12 meses), utiliza-se o valor acumulado em 12 meses.
- ii) Expectativa mediana de inflação coletada pelo Banco Central do Brasil. Dados diários transformados para mensais através da metodologia do último dia do mês, onde a informação tende a ser mais completa, tendo em vista que já se conhece o dado efetivo de inflação do mês passado ( $t-1$ ).
- iii) Taxa de Juros definida pelo COPOM (Selic). Dados diários em % a.a. Dados transformados para mensais de acordo com a média mensal.
- iv) Taxa de Desemprego em % calculada pelo IBGE. Dados mensais da taxa de desocupação na semana de referência, das pessoas de 10 anos ou mais.

Sendo assim, o trabalho utiliza os dados mensais de dezembro de 2003 a agosto de 2008 das variáveis em questão. Para os testes de curto e médio prazo os dados de inflação e de expectativa são os valores previstos mensais e, com isso, a inflação também é representada pela variação mensal, porém, para o caso de longo prazo, a inflação é a variação acumulada em 12 meses.

O limitante inferior é determinado pelos valores disponíveis da taxa de desemprego pelo IBGE, possibilitando a utilização de dados para variáveis defasadas até 13 vezes (fato que se mostrará necessário em um dos testes de racionalidade). O limitante superior é determinado pelo dado de expectativas e de inflação efetiva. Como as expectativas são para 12 meses adiante, foram coletados os dados para até 12 meses atrás do último dado disponível no momento da estimação (ago/09), que é agosto de 2008, pois a partir de então não se teriam dados suficientes para a realização do modelo.

## **2.2 Metodologia dos Testes**

As estimações das regressões para os testes de racionalidade serão feitas através do pacote econométrico *Eviews*. As regressões serão todas estimadas através do método dos mínimos quadrados ordinários.

Para se fazer previsões de modelos, como no caso do modelo autoregressivo, será utilizada a forma estática de previsão. Isso porque a previsão dinâmica utiliza dados estimados para fazer a seqüência de estimação um passo à frente. A previsão estática utiliza os dados observados e com isso acaba apresentando menor desvio padrão, uma vez que os dados previstos utilizados na versão dinâmica estão sujeitos a erros que os dados da versão estática não estão.

### 2.3 Testes Econométricos

Baseados em Gujarati (2006), Maddala (1988) e Wooldridge (2003), os testes necessários para a análise de dados são os seguintes:

#### Teste F

O teste F, bem como o Wald, será aplicado nesse trabalho onde se precisa testar hipóteses conjuntas, no caso do teste F, quando todas as variáveis forem iguais a zero.

Diferentemente do teste Wald, o teste F pode ser um teste de mínimos quadrados restritos e irrestritos. A regra de decisão do teste é simples, ele aceita ou rejeita a hipótese de que as variáveis são iguais a certo valor, por isso significância conjunta.

O teste que será utilizado é para testar as hipóteses dos painéis A dos modelos de longo, médio e curto prazo, por não ser apresentado de forma direta pelo pacote econométrico Eviews (que apenas apresenta o valor para as variáveis conjuntamente iguais a zero). O teste é tal que:

$$F = \frac{(RSS - VRSS)/m}{VRSS/n-k} \quad (46)$$

Sendo que  $URSS^2$  é o termo em inglês para soma dos erros quadrados não restritos,  $RRSS^3$  é o termo para a soma dos quadrados restritos,  $m$  é o número de restrições lineares,  $k$  é o número de parâmetros da regressão sem restrições e  $n$  o número de observações.

### **Teste $t$**

O teste  $t$  de Student é um teste de hipótese em que a estatística segue a distribuição  $t$  se a hipótese nula é verdadeira. Na comparação entre dois grupos distintos a hipótese nula é de que não existe diferença entre os grupos. Por isso ele pode ser considerado um teste de hipótese para médias.

Ainda mais, se supormos outra hipótese, de que o intercepto da equação e a inclinação são normalmente distribuídas, o erro padrão e a estimativa de cada parâmetro pode ser combinado para se obter a estatística  $t$ .

O teste  $t$  será utilizado nesse trabalho para testar a hipótese individual de que uma variável é igual a zero. No caso, o teste será aplicado no painel C de cada conjunto de testes e seus horizontes.

## **2.4 Erros de Previsão de Expectativas**

Conforme analisado nas seções anteriores, existem falhas entre os diversos modelos de formação de expectativas. Porém, existe outra forma de erros, que são os erros de estimação das expectativas de inflação. Assim, pode-se afirmar que o diferencial entre a inflação em determinado período e a expectativa anterior para o mesmo período possui explicação.

---

<sup>2</sup> *Unrestricted Residual Sum of Squares*

<sup>3</sup> *Restricted Residual Sum of Squares*

Clements e Hendry (1994) dispõem de uma caracterização dos erros de previsão, que geralmente são processos estocásticos lineares multivariados, que podem ser descritos como um vetor autoregressivo (VAR) em um sistema de equações lineares.

Para esses modelos, os erros de previsão possuem diversas fontes. Segundo Shuetrim e Thompson (2003) as fontes são as seguintes:

- i) Mudanças estruturais;
- ii) Má especificação do modelo;
- iii) Choques que afetam variáveis endógenas;
- iv) Erros nos dados ou má interpretação do estado da economia;
- v) Erro no parâmetro de estimação.

A primeira fonte de erro advém de mudanças na economia durante o período de previsão. Essa visão já foi abordada na Crítica de Lucas, onde mudanças estruturais invalidariam modelos baseados nessas informações defasadas.

A segunda fonte é fruto de uma relação falsa entre variáveis nos modelos, isto é, relações que poderiam valer no curto prazo e foram supostamente adaptadas para longo prazo sem o devido cuidado.

A terceira fonte de erros é relacionada a choques não antecipados que podem interferir nas relações entre as variáveis sem o efeito do choque. Havendo uma quantidade de choques, estes se acumulam, aumentando a incerteza sobre o período de previsão da inflação.

A quarta fonte citada por Shuetrim e Thompson (2003) é relacionada ao estado inicial da economia. Quando se utilizam dados para fazer a previsão de certa variável, espera-se que estes estão corretos. Os dados iniciais devem estar corretos por representar o estado inicial da economia na evolução da previsão. Assim sendo, erros nos dados primários causam viés em todo o modelo, invalidando os resultados de previsão.

A última fonte citada pelos autores é relacionada à aleatoriedade dos parâmetros, que em amostras finitas podem apresentar sérios riscos.

Devido a estes problemas, deve haver alguns requisitos para que os modelos macroeconômicos sejam úteis, e assim, segundo Clements e Hendry (1994) eles devem:

- i) Ser bem especificados, ou seja, os modelos devem abranger de maneira congruente as informações disponíveis;
- ii) Dominar alternativas, no sentido de prover melhores resultados que modelos rivais;
- iii) Permanecer constantes mesmo quando mudanças estruturais e trocas de regimes acontecem;
- iv) Ser preciso e bem estimado, para minimizar a ação do erro de previsão.

Segundo os autores, a principal fonte de erros nos modelos é derivada da mudança nos parâmetros. Os modelos econométricos geralmente assumem que os parâmetros e os erros permanecem constantes, quando de fato eles mudam. Quando os modelos não são congruentes na explicação do sistema, uma variação em uma parte do sistema pode afetar outras equações. Assim, mesmo com séries fracamente estacionárias, se conseguiria minimizar este problema e conseguir resultados válidos de análise.

### **3 Estimação do Modelo de Previsão de Expectativas**

#### **3.1 Testes de Racionalidade**

Seguindo Mankiw, et. al. (2004) e Zunino et. al. (2009), serão utilizados quatro formas de testes de racionalidade. O primeiro teste, proposto por Zunino et. al. (2009) é uma versão modificada do teste de viés de Mankiw et. al. (2004). Os testes são:

- i) Teste de viés. As expectativas de inflação estão centradas no seu valor real? Isto é, a expectativa em  $(t-12)$  para a inflação em  $(t)$  é, em média, igual à inflação efetiva em  $(t)$ ? Seguindo a fórmula:

$$\pi_t = \alpha + \beta E_{t-12}[\pi_t] + u_t \quad (47)$$

- ii) Teste de Informação Explorada. Teste para ver se existe informação nas previsões de inflação que pode ser usada para fazer uma previsão dos erros:

$$\pi_t - E_{t-12}[\pi_t] = \alpha + \beta E_{t-12}[\pi_t] + u_t \quad (48)$$

- iii) Teste de Persistência do Erro. Teste para ver se os erros do presente podem ser previstos com os erros do passado, isto é, se os erros estão correlacionados:

$$\pi_t - E_{t-12}[\pi_t] = \alpha + \beta(\pi_{t-12} - E_{t-24}[\pi_{t-12}]) + u_t \quad (49)$$

- iv) Teste de Exploração da Informação Presente. Teste para ver se as expectativas de inflação levam suficientemente em conta a informação presente no momento:

$$\pi_t - E_{t-12}[\pi_t] = \alpha + \beta E_{t-12}[\pi_t] + \gamma \pi_{t-12} + \omega l_{t-12} + \delta U_{t-12} + u_t \quad (50)$$

Sendo o termo de erro aleatório,  $u_t$ , é idêntica e independentemente distribuído em cada equação.

Os testes servem para avaliar de maneira empírica se o agente mediano da amostra do Banco Central do Brasil segue ou não a linha das expectativas racionais. Deve haver, contudo, certa cautela ao avaliar os resultados, tendo em vista que o

tamanho da amostra ainda não é suficientemente grande para conclusões de longo prazo sobre as políticas. Porém, a não aceitação das hipóteses de racionalidade indicará, por sua vez, que durante o período selecionado, o agente mediano falhou em aspectos como, por exemplo, de incorporação das informações disponíveis para seus modelos.

Para a análise de dados foram estabelecidos parâmetros para diferenciação temporal. Desta forma, nesse trabalho tem-se como hipótese que o período de expectativas de curto prazo é referente à expectativa de um mês adiante; médio prazo refere-se às previsões três meses adiante; longo prazo é referente à expectativa para doze meses adiante.

### **3.1.1 Expectativas de Longo Prazo**

Primeiramente, se testa a racionalidade das expectativas de longo prazo, isto é, para doze meses adiante. Os testes feitos através do conjunto de equações (47-50) apresentam os resultados na tabela 1.

#### **Teste de Viés**

Esse teste serve para ver se as expectativas de inflação estão centradas no valor efetivo. Para isso, apura-se a significância da hipótese nula de que  $\alpha=0$  e  $\beta=1$  conjuntamente. Com isso, haveria a garantia, em média, de acerto de previsão por parte dos agentes. O Painel A da Tabela 1 indica que a hipótese nula de racionalidade é rejeitada. Segundo os resultados, os previsores subestimavam a inflação (valor positivo), de forma sistemática.

Para a realização do teste de significância conjunta utilizou-se o teste F aos moldes da equação (46). O resultado encontrado rejeita a hipótese nula mesmo a 1% de significância. O valor tabelado do teste F para os graus de liberdade  $m$ ,  $(n-k)$  a 1% de significância é 4,98 ( $m=2$ ,  $n=57$ ,  $k=2$ ), utilizando o grau de liberdade do denominador como 60 de acordo com a Tabela de Gujarati (2006).

**TABELA 1**  
**Testes de Racionalidade de Longo Prazo**

<b>Painel A: <math>\pi_t = \alpha + \beta E_{t-12} [\pi_t] + u_t</math></b>	
$\alpha$ : constante	2,6461*** 0,5726
$\beta$ : $E_{t-12} [\pi_t]$	0,4995*** 0,0985
Rejeita $\alpha=0, \beta=1$ ? (Estatística F)	Sim 13,1471
<b>Painel B: <math>\pi_t - E_{t-12} [\pi_t] = \alpha + \beta E_{t-12} [\pi_t] + u_t</math></b>	
$\alpha$ : constante	2,6461*** 0,5726
$\beta$ : $E_{t-12} [\pi_t]$	-0,5005*** 0,0985
Rejeita $\alpha=\beta=0$ ? (F probabilidade)	Sim 0,0000
<b>Painel C: <math>\pi_t - E_{t-12} [\pi_t] = \alpha + \beta(\pi_{t-12} - E_{t-24} [\pi_{t-12}]) + u_t</math></b>	
$\alpha$ : constante	0,2143 0,1841
$\beta$ : $\pi_{t-12} - E_{t-24} [\pi_{t-12}]$	-0,2082*** 0,0381
Rejeita $\beta=0$ ? (p-valor)	Sim 0,0000
<b>Painel D: <math>\pi_t - E_{t-12} [\pi_t] = \alpha + \beta E_{t-12} [\pi_t] + \gamma \pi_{t-13} + \omega i_{t-13} + \delta U_{t-13} + u_t</math></b>	
$\alpha$ : constante	2,5273 1,6639
$\beta$ : $E_{t-12} [\pi_t]$	-0,2929*** 0,0801
$\gamma$ : Inflação (t-13)	0,3020*** 0,0813
$\omega$ : Selic (t-13)	-0,5150*** 0,0736
$\delta$ : Desemprego (t-13)	0,6005*** 0,1201
Rejeita $\beta = \gamma = \omega = 0$ ? (F probabilidade)	Sim 0,0000
Amostra	Dezembro/2003 a Agosto/2008
Periodicidade	Mensal
N	57

Notas: Valores entre parênteses representam o desvio padrão.

\*\*\*, \*\* e \* representam significância estatística a níveis 1%, 5% e 10%, respectivamente

### Teste de Informação Explorada

O segundo teste serve para verificar se conseguimos extrair informações da própria previsão da inflação para a previsão do erro de expectativa. O Painel B da Tabela 1 demonstra os resultados desse teste. A hipótese nula da equação é de racionalidade dos agentes ( $\alpha=\beta=0$ ), e para o teste se utiliza o teste F. Os resultados

demonstraram que a previsão tem poder preditivo sobre os erros de inflação, isto é, a hipótese de racionalidade foi rejeitada.

A não rejeição dessa hipótese nula representaria um indício (fraco) de racionalidade. Dessa forma, como no primeiro teste, este também não conseguiu atribuir racionalidade à expectativa mediana dos agentes do Banco Central do Brasil.

### **Teste de Persistência do Erro**

O terceiro teste é uma implicação em séries temporais da racionalidade, testando se os erros podem ser previstos de acordo com o comportamento passado dos mesmos. Os resultados são vistos no Painel C da Tabela 1.

Como se pode notar, a equação desse teste representa um teste de autocorrelação da primeira equação, devido ao fato de que se mensura o erro de expectativas de forma defasada. Dessa maneira, o teste indica que como o parâmetro é diferente de zero, existe a correlação entre os erros, violando o pressuposto da racionalidade.

### **Teste de Exploração de Informação Presente**

O quarto teste é utilizado para analisar se o modelo consegue absorver de maneira eficiente a informação relevante no momento da previsão. Por isso os valores defasados em  $(t-13)$  períodos, garantindo que os dados utilizados já eram de conhecimento do previsor no momento da previsão  $(t-12)$ .

A escolha dessas variáveis se deu de acordo com a literatura relacionada ao tema, por serem variáveis em que se coloca pouca dúvida sobre sua influência no contexto macroeconômico onde os previsores estão inseridos.

O Painel D da Tabela 1 indica os resultados da previsão. Todas as variáveis (inflação, taxa de juros (Selic) e desemprego) são estatisticamente significantes a 1%, indicando que as previsões da inflação mediana não utilizaram adequadamente a informação relevante no momento da previsão.

Analisando separadamente as variáveis, tem-se por relações esperadas que um alto nível de inflação faça com que os agentes previsores façam suas previsões esperando alto nível de inflação, isto é, com a sua expectativa tendendo a ser maior que a inflação esperada. O valor encontrado para a inflação no modelo foi de  $0,3020$ , um valor positivo, que indica que os agentes estavam subestimando a os dados para a expectativa de inflação.

Para a taxa de juros (*Selic*), espera-se que uma alta taxa de juros atual cause uma redução na previsão de inflação, se os agentes encararem-na como o prenúncio de uma política contracionista do Banco Central, que causará diminuição da inflação no futuro. O valor encontrado no modelo, de  $-0,5150$  indica que um aumento da taxa de juros causa uma alteração negativa na diferença da inflação para a expectativa (variável dependente), ou seja, a expectativa seria mais alta que a inflação. Assim sendo, os agentes subestimaram os efeitos da taxa de juro no momento da previsão.

Alta taxa de desemprego, seguindo a idéia da curva de Phillips, pode estar relacionada a um baixo nível de inflação. Assim, alto desemprego no momento da previsão pode levar os agentes a prever a inflação mais baixa no futuro. No modelo, o coeficiente foi de  $0,6005$ , indicando que os agentes parecem racionais ao esperar um erro positivo de expectativa, uma vez que devido a um aumento no nível de desemprego produziria expectativas de inflação mais baixas.

Conforme analisado em cada variável, o modelo do Painel D indica que os agentes estão subestimando os efeitos das variáveis macroeconômicas no momento de fazer a previsão.

Em suma, a Tabela 1 indicou que os agentes fazem suas previsões violando, em geral, os pressupostos da racionalidade na expectativa de inflação.

### **Previsão com Processos Autorregressivos**

Conforme indicam os testes já feitos sobre racionalidade das expectativas de inflação e com a constatação de que, durante o período utilizado, a expectativa de

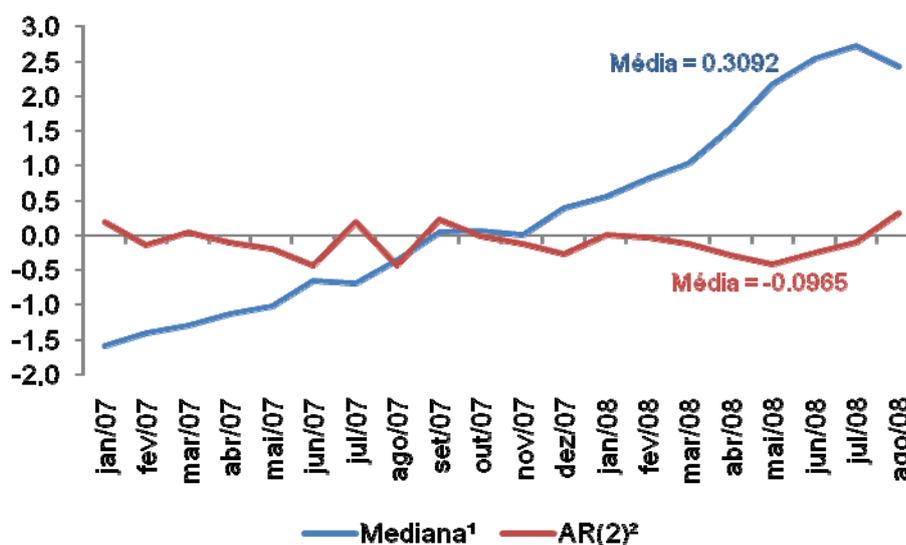
inflação mediana para doze meses adiante não seguiu o comportamento racional, parte-se para um estudo para ver se modelos autoregressivos simples conseguem prever melhor o valor da inflação que a previsão mediana.

Modelos que seguem processos autoregressivos  $AR(p)$  são os que a variável dependente varia de acordo com seus valores defasados  $p$  vezes. No nosso caso:

$$\pi_t = a\pi_{t-1} + b\pi_{t-2} + s_t \quad (51)$$

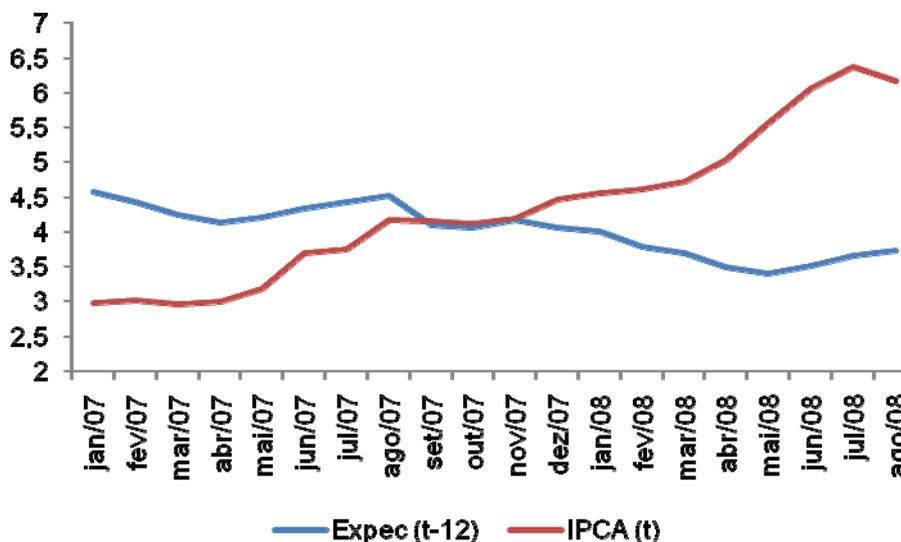
Então a inflação é explicada por seu valor defasado uma e duas vezes, incluído o componente aleatório de erro. Desta maneira, a inflação está sendo caracterizada como seguindo um processo  $AR(2)$ , dado por mera convenção.

Com os dados da estimação da equação (47), ou seja, os erros de previsão mediana do agente mediano utilizam-se os dados de estimação da equação (51) para fins comparativos. Para se fazer a comparação coletou-se a amostra diminuída  $h$  valores. A escolha de  $h$  independe de quaisquer variáveis, sendo ela uma escolha aleatória do autor. O valor de  $h=20$  é dado dessa maneira para fazer a previsão de janeiro de 2007 em diante (ou seja, até agosto de 2008 e englobando pelo menos um ano completo), sendo assim, serão previstos 20 valores. O Gráfico 1 mostra os erros de previsão de cada uma das equações com seus erros médios de previsão.



### GRÁFICO 1 Erro Médio de Previsão de Expectativas

Notas: (1) – Diferença entre a Inflação e a Expectativa Mediana para 12 Meses.  
(2) – Resulta da Previsão pela Equação:  $\pi_t = a\pi_{t-1} + b\pi_{t-2} + \varepsilon_t$



### GRÁFICO 2 Inflação(t) e Expectativas Medianas de Inflação para (t) em (t-12)

Fonte: Banco Central do Brasil

O comportamento da expectativa de inflação mediana e os valores do IPCA para a previsão de 2007 em diante estão ilustrados no gráfico 2.

De acordo com os resultados da estimação (visto no gráfico 1), o erro médio de previsão do modelo autorregressivo de ordem dois (AR(2)) é substancialmente menor em relação ao erro médio da expectativa mediana do Banco Central.

Com isso, se ganha mais um indício para o questionamento do grau de acerto das previsões do agente mediano do Banco Central. O que esse modelo simples de previsão AR(2) demonstrou foi que não é uma tarefa muito complicada prever resultados semelhantes e até melhores aos do agente mediano. Aparentemente, este modelo simples consegue resultados melhores que os da mediana, porém a análise gráfica não deve ser conclusiva.

Uma medida importante para determinar o grau de acerto em séries temporais é o cálculo do erro médio absoluto percentual (MAPE<sup>4</sup>). O cálculo é dado pela fórmula:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right| \quad (52)$$

Os dados demonstram um erro médio percentual absoluto de 4,56% (Tabela 2) para o modelo AR(2) enquanto o valor para a mediana é de 6,46%. Isto é, enquanto o modelo AR(2) prevê, na média, com erro absoluto de aproximadamente 5%, o agente mediano do Banco Central prevê com aproximadamente 2 pontos percentuais a mais de erro.

**TABELA 2**  
**Previsão utilizando processo AR(2) e Mediana**

	Previsão AR(2)	Mediana
MAE <sup>5</sup>	0,1940	0,2574
MAPE	4,5611	6,4640
Previsão	Jan/07 - Ago/08	
<i>h</i>	20	

### Considerações Finais do Modelo de Longo Prazo

Portanto, no modelo de previsão de longo prazo (12 meses), as expectativas medianas da amostra do Banco Central não se comportam de forma racional. Vale lembrar que ao se fazer tal afirmação está implícito que a análise se refere apenas ao período selecionado para a amostra. Ainda, de acordo com os modelos propostos e seus resultados, pode-se afirmar que o agente mediano do Banco Central erra, em geral, a previsão da inflação para doze meses à frente, e o faz de forma sistemática.

#### 3.1.2 Expectativas de Médio Prazo

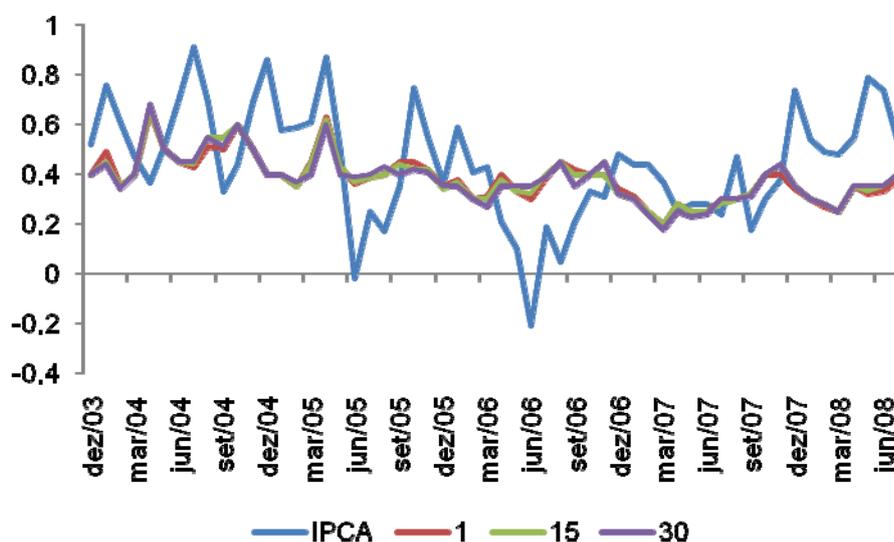
<sup>4</sup> Do inglês *Mean Absolute Percentage Error*

<sup>5</sup> Do inglês *Mean Absolute Error*

A análise passa a ser, portanto, para o médio prazo, isto é, previsão para três meses à frente. Para este caso, a análise é feita com três amostras distintas, sendo estas:

- i) Primeiro dado do mês - 1 - (Início). Dia do mês no qual se possuía menos informação em relação aos outros dias.
- ii) Dia 15 (Meio). Meio do mês, seja dia 15 ou próximo dia útil (dados são só de dias úteis).
- iii) Último dia do mês - 30 - (Fim). Isto é, aquele que possui maior conjunto informacional disponível para previsão.

Dessa maneira, é de se esperar que devido ao conjunto informacional crescente, haja uma melhora da previsão do último dia em relação ao do meio, e por sua vez, em relação ao primeiro dia. Uma análise gráfica pode ser útil, porém, insuficiente para a análise. O Gráfico 3 abaixo é muito impreciso para a determinação de qual amostra se aproxima mais do valor real



**GRÁFICO 3**  
**IPCA e Expectativas Medianas para 3 Meses (%)**

Fonte: Banco Central do Brasil

Como no caso do longo prazo, estimam-se as variações das quatro equações (47-50), agora (53-56), com a diferença de que agora os dados são defasados de maneira distinta, a saber:

Os testes são:

- i) Teste de viés. As expectativas de inflação estão centradas no seu valor real? Isto é, a expectativa em  $(t-3)$  para a inflação em  $(t)$  é igual à inflação efetiva em  $(t)$ ? Seguindo a fórmula:

$$\pi_t = \alpha + \beta E_{t-3}[\pi_t] + u_t \quad (53)$$

- ii) Teste de Informação Explorada. Teste para verificar se existe informação nas previsões de inflação que possam ser usadas para fazer uma previsão dos erros:

$$\pi_t - E_{t-3}[\pi_t] = \alpha + \beta E_{t-3}[\pi_t] + u_t \quad (54)$$

- iii) Teste de Persistência do Erro. Teste para verificar se os erros do presente podem ser previstos com os erros do passado:

$$\pi_t - E_{t-3}[\pi_t] = \alpha + \beta(\pi_{t-3} - E_{t-6}[\pi_{t-3}]) + u_t \quad (55)$$

- iv) Teste de Exploração da Informação Presente. Teste para verificar se as expectativas de inflação levam suficientemente em conta a informação presente no momento:

$$\pi_t - E_{t-3}[\pi_t] = \alpha + \beta E_{t-3}[\pi_t] + \gamma \pi_{t-1} + \omega l_{t-1} + \delta U_{t-1} + u_t \quad (56)$$

Da mesma forma que mudaram as defasagens das equações, mudou a forma de olhar para a inflação. Anteriormente, se usou o dado de inflação acumulada em 12 meses pra se fazer a comparação com o dado de expectativa que era acumulado em 12 meses. Agora, compara-se simplesmente os valores mensais da inflação, com sua previsão para três meses à frente.

Com as equações, testa-se a racionalidade das expectativas de médio prazo, e os resultados podem ser vistos na Tabela 3.

## Teste de Viés

O teste a ser feito é se a constante é zero e o coeficiente da expectativa é um, conjuntamente. Para isso se usou- o Teste  $F$  de significância conjunta. Os resultados, ilustrados no painel A da tabela 3, indicam que os valores do parâmetro da expectativa e da constante são estatisticamente significantes nos três casos. Isto é, segundo o primeiro teste, mesmo no médio prazo, o resultado não é muito diferente do longo, onde se houve a falha da racionalidade através desse teste. Como no caso do longo prazo, a comparação é feita a 1% com o valor tabelado do teste  $F$  de 4,98.

**TABELA 3**  
**Testes de Racionalidade de Médio Prazo**

	INICIO (1)	MEIO (15)	FIM (30)
<b>Painel A: <math>\pi_t = \alpha + \beta E_{t-3} [\pi_t] + u_t</math></b>			
$\alpha$ : constante	0,1960 (0,1280)	0,2192* (0,1266)	0,2457* (0,1247)
$\beta$ : $E_{t-3} [\pi_t]$	0,6444* (0,3240)	0,5823* (0,3191)	0,5178 (0,3166)
Rejeita $\alpha=0, \beta=1$ ? (Estatística F)	Sim 10,4053	Sim 11,0599	Sim 13,0261
<b>Painel B: <math>\pi_t - E_{t-3} [\pi_t] = \alpha + \beta E_{t-3} [\pi_t] + u_t</math></b>			
$\alpha$ : constante	0,1960 (0,1280)	0,2192* (0,1266)	0,2457* (0,1247)
$\beta$ : $E_{t-3} [\pi_t]$	-0,3556 (0,3240)	-0,4177 (0,3191)	-0,4822 (0,3166)
Rejeita $\alpha=\beta=0$ ? (F Probabilidade)	Não 0,2772	Não 0,1960	Não 0,1335
<b>Painel C: <math>\pi_t - E_{t-3} [\pi_t] = \alpha + \beta (\pi_{t-3} - E_{t-6} [\pi_{t-3}]) + u_t</math></b>			
$\alpha$ : constante	0,0620** (0,0306)	0,0629** (0,0308)	0,0670** (0,0312)
$\beta$ : $\pi_{t-3} - E_{t-6} [\pi_{t-3}]$	-0,0556 (0,1336)	-0,0945 (0,1331)	-0,1062 (0,1329)
Rejeita $\beta=0$ ?	Não	Não	Não

(p-valor)	0,6786	0,4808	0,4277
<b>Painel D: <math>\pi_t - E_{t-3}[\pi_t] = \alpha + \beta E_{t-3}[\pi_t] + \gamma \pi_{t-4} + \omega i_{t-4} + \delta U_{t-4} + u_t</math></b>			
$\alpha$ : constante	0,0997 (0,2348)	0,1013 (0,2365)	0,1061 (0,2375)
$\beta$ : $E_{t-3}[\pi_t]$	-0,4694 (0,3879)	-0,6014 (0,3789)	-0,7018* (0,3755)
$\gamma$ : Inflação (t-4)	0,1333 (0,1397)	0,1439 (0,1412)	0,1549 (0,1417)
$\omega$ : Selic (t-4)	-0,0164 (0,0117)	-0,0147 (0,0116)	-0,0142 (0,0117)
$\delta$ : Desemprego (t-4)	0,0333 (0,0282)	0,0350 (0,0288)	0,0372 (0,0291)
Rejeita $\beta = \gamma = \omega = 0$ ? (F Probabilidade)	Não 0,3776	Não 0,3423	Não 0,2688
Amostra	Dezembro/2003 a Agosto/2008		
Periodicidade	Mensal		
N	57		

Notas: Valores entre parênteses representam o desvio padrão.

\*\*\*, \*\* e \* representam significância estatística a níveis 1%, 5% e 10%, respectivamente

### Teste de Informação Explorada

Nesse caso, se testa a validade da hipótese de que os agentes utilizam as próprias previsões para prever os erros de expectativa. Os resultados, ilustrados no Painel B da tabela 3, indicam que, através do teste  $F$  para verificar se os parâmetros são iguais a zero conjuntamente, houve a não rejeição da hipótese nula. Isto é, segundo o teste, não se pode afirmar que os erros de expectativas não se correlacionam com as expectativas nos três casos, indicando que a racionalidade está presente.

### Teste de Persistência do Erro

Neste teste, explora-se a idéia de que os erros do passado não influenciam os erros do presente, sendo assim caracterizada a racionalidade. A hipótese nula de racionalidade é de que o parâmetro  $\beta$  seja igual a zero. Como ilustrado no Painel C da Tabela 3, tem-se que não se pode rejeitar a hipótese de racionalidade em nenhum dos três casos, utilizando o teste  $t$ .

Uma análise do valor dos coeficientes ainda fornece informações adicionais, quais sejam, de que o efeito sobre o erro nos três casos é negativo e, no terceiro caso, a diminuição do erro é especialmente grande, indicando que os agentes aprenderam mais ao final do mês e que a magnitude do erro tende a diminuir. Isso estaria de acordo com a teoria de que para os agentes seguir racionalidade eles deveriam fazer melhores estimativas quanto mais próximo do final do mês for feita a previsão.

### **Teste de Exploração da Informação Presente**

Como já fora estabelecido, o intuito do teste é de ver como o erro de expectativa reage de acordo com as informações presentes no momento da previsão. Esse teste pode ser considerado o mais completo dos quatro a partir do momento em que ele estabelece a relação com diversas variáveis das quais os agentes possuem o conhecimento no momento da previsão.

De acordo com o Painel D da Tabela 3, a hipótese nula, composta pelo conjunto de parâmetros sendo todos iguais a zero não pode ser rejeitada. Para isso foi utilizado o teste  $F$ . Esse teste, bem como os dois anteriores, indicou a presença de racionalidade por parte dos agentes (nos três casos), uma vez que eles incorporaram de maneira eficiente as informações relevantes do momento da previsão.

### **Considerações Finais do Modelo de Médio Prazo**

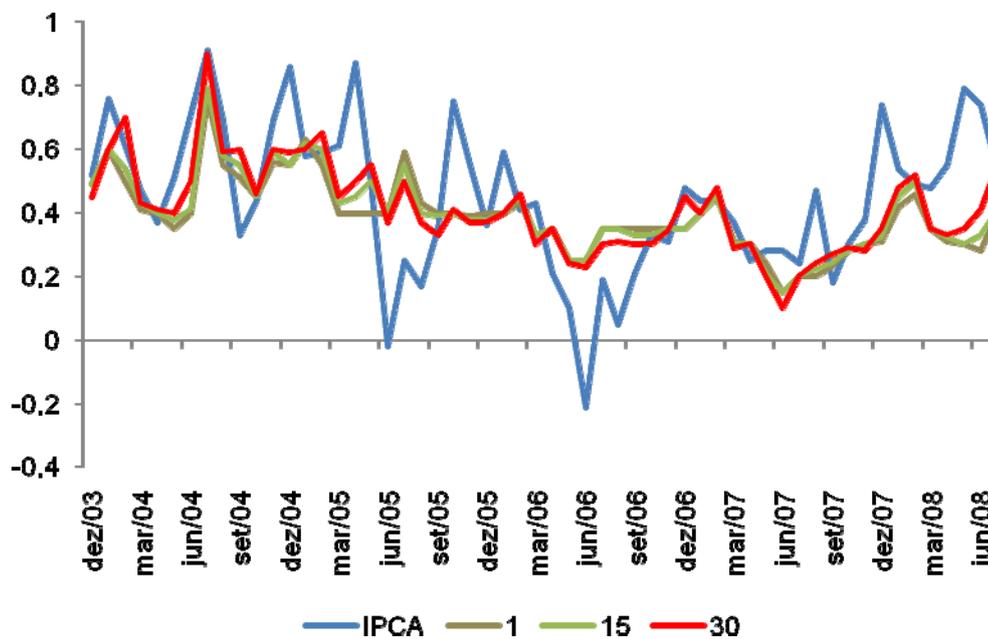
Com isso, as estimativas dos modelos de médio prazo indicam que de alguma forma o agente mediano do Banco Central segue a teoria das expectativas racionais ao formar a sua expectativa. O primeiro teste falhou, e por ser o mais simples de todos, ele apenas rejeitou a hipótese fraca de racionalidade. Os três últimos testes para as três amostras selecionadas indicaram o comportamento do agente mediano como racional.

### 3.1.3 Expectativas de Curto Prazo

A análise passa agora para o último caso, o curto prazo, isto é, previsão para um mês à frente. Como no caso do médio prazo, a análise é feita de três maneiras distintas, sendo estas:

- v) Primeiro dado do mês - 1 - (Início). Dia do mês no qual se possuía menos informação em relação aos outros dias.
- vi) Dia 15 (Meio). Metade do mês, seja dia 15 ou próximo dia útil (dados somente referentes a dias úteis).
- vii) Último dia do mês - 30 - (Fim). Ou seja, aquele que possui maior conjunto informacional disponível.

Novamente, como no caso do médio prazo, espera-se que os valores das previsões do último dia se aproximem mais do valor efetivo do IPCA mensal. Aparentemente, via gráfico 4, é o que acontece.



**GRÁFICO 4**

**Expectativa de Inflação um mês à frente e IPCA (%)**

Fonte: Banco Central do Brasil

A linha azul do Gráfico 4 indica o valor do IPCA mensal e a linha vermelha (último dado do mês) parece ser a que mais se aproxima dela durante o período, corroborando com o que era esperado pela teoria.

O próximo passo é dado através do teste econométrico com as seguintes regressões:

- i) Teste de viés. As expectativas de inflação estão centradas no seu valor real? Isto é, a expectativa em  $(t-1)$  para a inflação em  $(t)$  é igual à inflação efetiva em  $(t)$ ? Seguindo a fórmula:

$$\pi_t = \alpha + \beta E_{t-1}[\pi_t] + u_t \quad (57)$$

- ii) Teste de Informação Explorada. Teste para ver se existe informação nas previsões de inflação que possam ser usadas para fazer uma previsão dos erros:

$$\pi_t - E_{t-1}[\pi_t] = \alpha + \beta E_{t-1}[\pi_t] + u_t$$

(58)

- iii) Teste de Persistência do Erro. Teste para ver se os erros do presente podem ser previstos com os erros do passado:

$$\pi_t - E_{t-1}[\pi_t] = \alpha + \beta(\pi_{t-1} - E_{t-2}[\pi_{t-1}]) + u_t \quad (59)$$

- iv) Teste de Exploração da Informação Presente. Teste para ver se as expectativas de inflação levam suficientemente em conta a informação presente no momento:

$$\pi_t - E_{t-1}[\pi_t] = \alpha + \beta E_{t-1}[\pi_t] + \gamma \pi_{t-2} + \omega l_{t-2} + \delta U_{t-2} + u_t \quad (60)$$

Importante notar que existem três regressões para essa equação, a do dia 1, 15 e 30. Dessa maneira, é importante notar que para cada equação de início foi-se utilizado apenas os dados do início como, por exemplo, no Painel B da Tabela 4. Em

ambos os termos de expectativa, para a primeira coluna se trata da expectativa de início e assim por diante.

### Teste de Viés

O primeiro teste, que pode ser visto no painel A da Tabela 4, diferentemente dos casos de médio e longo prazo já demonstra indício de racionalidade, uma vez que os coeficientes são respectivamente 0 e 1 para a constante e o coeficiente de expectativa. Isso quer dizer que, nos termos da equação, não se pode negar que o valor da estimativa seja igual ao valor efetivo, devido à não rejeição do Teste  $F$  quanto à racionalidade (hipótese nula).

### Teste de Informação Explorada

O teste do Painel B da Tabela 4 indica a não rejeição da hipótese de racionalidade por parte do agente mediano do Banco Central, uma vez que o teste  $F$  indica a não rejeição da hipótese de que conjuntamente as variáveis são zero.

**TABELA 4**  
**Testes de Racionalidade de Curto Prazo**

	INICIO (1)	MEIO (15)	FIM (30)
<b>Painel A: <math>\pi_t = \alpha + \beta E_{t-1}[\pi_t] + u_t</math></b>			
$\alpha$ : constante	0,0788 (0,0972)	0,0506 (0,0912)	0,0343 (0,0747)
$\beta$ : $E_{t-1}[\pi_t]$	0,9309 (0,2380)	0,9815 (0,2181)	0,9920 (0,1714)
Rejeita $\alpha=0, \beta=1$ ? (Estatística F)	Não 1,8578	Não 1,3553	Não 0,8240
<b>Painel B: <math>\pi_t - E_{t-1}[\pi_t] = \alpha + \beta E_{t-1}[\pi_t] + u_t</math></b>			
$\alpha$ : constante	0,0788 (0,0972)	0,0506 (0,9120)	0,0343 (0,0747)
$\beta$ : $E_{t-1}[\pi_t]$	-0,0691 (0,2380)	-0,0185 (0,2181)	-0,0080 (0,1714)
Rejeita $\alpha=\beta=0$ ? (F Probabilidade)	Não 0,7726	Não 0,9326	Não 0,9631
<b>Painel C: <math>\pi_t - E_{t-1}[\pi_t] = \alpha + \beta(\pi_{t-1} - E_{t-2}[\pi_{t-1}]) + u_t</math></b>			

$\alpha$ : constante	0,0272 (0,0246)	0,0237 (0,0240)	0,0197 (0,0229)
$\beta$ : $\pi_{t-1} - E_{t-2} [\pi_{t-1}]$	0,4778 (0,1182)	0,4489 (0,1206)	0,3644 (0,1257)
Rejeita $\beta=0$ ? (p-valor)	Sim 0,0002	Sim 0,0005	Não* 0,0540

**Painel D:  $\pi_t - E_{t-1} [\pi_t] = \alpha + \beta E_{t-1} [\pi_t] + \gamma \pi_{t-2} + \omega i_{t-2} + \delta U_{t-2} + u_t$**

$\alpha$ : constante	0,2274 (0,2237)	0,2463 (0,2166)	0,2429 (0,2016)
$\beta$ : $E_{t-1} [\pi_t]$	0,0897 (0,2887)	0,1635 (0,2683)	0,1270 (0,2072)
$\gamma$ : Inflação (t-2)	0,0836 (0,1276)	0,0205 (0,1275)	-0,0567 (0,1218)
$\omega$ : Selic (t-2)	-0,0209 (0,1161)	-0,0207 (0,0111)	-0,0147 (0,0099)
$\delta$ : Desemprego (t-2)	0,0074 (0,0244)	0,0041 (0,0236)	-0,0012 (0,0221)
Rejeita $\beta = \gamma = \omega = 0$ ? (F Probabilidade)	Não 0,3837	Não 0,4059	Não 0,5704

Amostra Dezembro/2003 a Agosto/2008

Periodicidade Mensal

N 57

Notas: Valores entre parênteses representam o desvio padrão.

\*\*\*, \*\* e \* representam significância estatística a níveis 1%, 5% e 10%, respectivamente

### Teste de Persistência do Erro

O teste do Painel C da Tabela 4 indica a rejeição da hipótese de racionalidade para os dois primeiros casos. Para o teste com o último dia do mês, consegue-se estabelecer a não rejeição da hipótese de racionalidade a um nível de significância de 10%. Como o resultado indica, os agentes neste teste se comportaram de maneira a melhorar suas previsões ao longo do tempo, quando ao incorporar um maior número de informações, se conseguiu aprimorar o resultado da previsão.

Embora a racionalidade não tenha sido estabelecida para os três casos, o caso de ela ter sido aceita a 10% no terceiro caso comprova que a última amostra foi a de melhor resultado e que os agentes aprenderam com seus erros. Isso é, por si só, um indicativo de racionalidade.

### **Teste de Exploração da Informação Presente**

O último teste das expectativas de curto prazo, ilustrado no Painel D da Tabela 4, indica que se rejeita a hipótese de racionalidade. Isto é, os valores são, de acordo com o teste  $F$ , conjuntamente iguais a zero, indicando que o erro de expectativa seria nulo, neste caso. O que demonstra que para o horizonte de um mês à frente o agente mediano conseguiu incorporar de maneira adequada os dados macroeconômicos relevantes para realizar a estimativa.

### **Considerações Finais do Modelo de Curto Prazo**

Portanto, para o caso de curto prazo, já pode se dizer que se tem indícios de que o agente mediano do Banco Central segue a racionalidade ao fazer suas projeções de inflação.

Poderia se questionar esse resultado com base no resultado do terceiro teste, uma vez que apenas no caso do último dia do mês a racionalidade foi indicada como presente. Mas eis que esse é justamente o comportamento esperado sob a hipótese de racionalidade.

Como se espera que o agente racional aprimore suas expectativas conforme o conjunto informacional aumenta, o teste do Painel C, embora falhe ao demonstrar empiricamente o comportamento racional em dois momentos, mostrou que os agentes aprenderam com os erros e fizeram melhores estimativas no período em que possuíam um maior conjunto informacional.

### **Considerações Finais**

O propósito desse trabalho foi o de estabelecer se o parâmetro de racionalidade afeta de maneira significativa a formação de expectativas do agente mediano do Banco Central. Para isso, primeiramente se estabeleceu quais são os padrões de formação de expectativas usuais em economia, passando por toda a evolução do pensamento econômico em relação à expectativa de preços.

A opção pelo teste baseado nas expectativas racionais se deu pelo fato de que quando se pretende testar o grau de acerto de uma expectativa, espera-se que o agente previsor esteja agindo racionalmente. A rejeição ou não da hipótese de racionalidade independe da forma *a priori* pela qual o agente mediano formula suas expectativas.

Os testes de longo prazo indicaram que a hipótese de racionalidade foi rejeitada de maneira universal, isto é, por todos os testes propostos, baseados principalmente no trabalho de Mankiw, Reis e Wolfers (2004). Ao se abordar expectativas de longo prazo, deve-se considerar que um resultado como este é esperado. De acordo com Shuetrim e Thompson (2003) existem algumas fontes de erros de expectativa, dentre as quais ao se trabalhar com um período longo onde existe muita incerteza, o modelo pode se tornar mais suscetível a quebras estruturais, choques exógenos, dentre outros fatores.

Ao se constatar que as previsões de longo prazo para a inflação não são bem ajustadas aos dados, utiliza-se um modelo autoregressivo de previsão de ordem dois para testar se o resultado desse modelo simples se ajusta melhor aos dados do que o modelo mediano. O que se constata é que, de fato, o modelo AR(2) possui um erro de previsão menor em relação à expectativa mediana, corroborando com a idéia de que as expectativas medianas para doze meses não são uma boa *proxy* para o comportamento real da inflação doze meses adiante.

Para a análise de médio prazo, isto é, previsão para três meses adiante, os resultados apresentaram certa incerteza quanto à confirmação da racionalidade. Dos quatro testes propostos, apenas um apresentou falha de racionalidade, o primeiro. Não obstante, os outros testes indicaram que o pressuposto da racionalidade não pôde ser rejeitado em todas as três amostras.

No curto prazo, os resultados foram satisfatórios em relação à racionalidade, embora o terceiro teste tenha falhado em duas das três amostras. O que pode parecer um problema é ao mesmo tempo uma confirmação de que o agente foi racional, uma vez que, ao fazer melhores estimativas no período do final do mês, houve a demonstração de que com acesso a um maior conjunto informacional, eles o aproveitaram de maneira eficiente. Isso é exatamente o que indica um dos pressupostos das expectativas racionais.

Portanto, embora o resultado indique que o agente mediano do Banco Central não siga a racionalidade no longo prazo, no curto e no médio prazo ele a segue. Mesmo não podendo se afirmar com base apenas nesses testes que o

comportamento geral (incluindo previsão fora da amostra) é racional há um indicativo disso nos resultados apresentados.

Esse resultado é esperado, pois a falta de evidência estatística de racionalidade não indica necessariamente a falta de racionalidade no momento da previsão. No caso de longo prazo é de difícil previsão a ordem de acontecimentos a ponto de moldar de maneira concisa a trajetória prevista. Assim, não foi encontrada evidência de racionalidade, mas para afirmar que não houve, de fato, racionalidade, os testes são insuficientes.

Espera-se de agentes racionais que quanto menor o período de incerteza e maior o conjunto informacional disponível, melhores serão suas previsões.

### **Referências Bibliográficas:**

ARROW, K. J.; ENTHOVEN, A. C. A Theorem on Expectations and the Stability of Equilibrium. **Econometrica**. XXIV, p. 288-93.1956.

ARROW, K. J.; NERLOVE, M. A Note on Expectations and Stability. **Econometrica**. Vol 26, No.2, p. 297-305. 1958.

BARRO, R. J. Rational Expectations and the Role of Monetary Policy. **Journal of Monetary Economics**. Amsterdam: North-Holland, n.2, p. 1-32. 1976.

CAGAN, P. The Monetary Dynamics of Hyperinflation. In: FRIEDMAN, M. (Ed.). **Studies in the Quantity Theory of Money**, Chicago: University of Chicago Press. 1956.

CLEMENTS M. P.; HENDRY, D. F. Towards a Theory of Economic Forecasting, in: HARGREAVES, C (Ed.), **Non-stationary Time-series Analysis and Cointegration**. Oxford University Press, p. 9-52. 1994.

DUDEK, M. K. Expectation Formation and Endogenous Fluctuations in Aggregate Demand. **Econometric Society 2004 Latin American Meetings 103**. 2004.

EVANS, G.; HONKAPOHJA, S. **Learning and Expectations in Macroeconomics**. Princeton: Princeton University Press, 2001.

FISHER, I. **The Theory of Interest**. New York: Macmillan. 1930.

FRIEDMAN, M. Methodology of Positive Economics. In: **Essays in Positive Economics**. University of Chicago Press. Chicago.1953.

FRIEDMAN, M. **Theory of Consumption Function**. Princeton: Princeton University Press, 1957.

FRIEDMAN, M. The Role of Monetary Policy. **American Economic Review**, Nashville, v. 58, p, 1-17, 1968.

GERTCHEV, N. A Critique of Adaptive and Rational Expectations. **Quarterly Journal of Austrian Economics**, v. 10, p. 313-329. 2007.

GUJARATI, D. **Econometria Básica**. Elsevier. São Paulo. 4 ed. 2006.

HICKS, J. R. **Value and Capital**, Second edition, Oxford University Press. 1946.

KNIGHT, F. H. **Risk, Uncertainty and Profit**. Boston: Houghton Mifflin Company, 1921.

KREPS, D. **Game Theory and Economic Modeling**. Oxford University Press. 1990.

KYDLAND, F.; PRESCOTT, E. Rules Rater than Discretion: The Inconsistency of Optimal Plans. **Journal of Political Economy**, Chicago, v. 85, n. 3, p. 473-492, jun. 1977.

LUCAS, R. E, Jr.; RAPPING, Leonard A. Price Expectations and the Phillips Curve. **American Economic Review**. 1969.

LUCAS, R. E, Jr. Expectations and the Neutrality of Money. **Journal of Economic Theory**. Ed. 4. p. 103-124.1972.

LUCAS, R. E, Jr. Some International Evidence on Output-Inflation Tradeoffs. **The American Economic Review**. Vol.63. Pp. 326-334.1973.

LUCAS, R. E. Jr. **Econometric Policy Evaluation: A Critique**. In: CARNEGIE-ROCHESTER CONFERENCE SERIES ON PUBLIC POLICY. Amsterdam: North Holland. p.19-46. 1976.

NERLOVE, M. Adaptive Expectations and Cobweb Phenomena. **Quarterly Journal of Economics**, LXXII, p. 227-240.1958.

MADALLA, G. S. **Introduction to Econometrics**. New York: MacMillan. 1988.

MANKIW, N. G.; REIS, R. Sticky Information versus Sticky Prices. *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 117 (4), p. 1295-1328. 2002.

MANKIW, N. G.; REIS, R.; WOLFERS J. Disagreement about Inflation Expectations, **NBER Working Paper Series**, No 9796. 2004.

McCALLUM, B. Stickiness: A Comment. **Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy XLVIII**, 357-363. 1998.

MORAES, R. C. **A Formulação da Hipótese de Expectativas Racionais**. In: A Economia da Inflação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p. 96-117. 1992.

MUTH, J. Rational Expectations and The Theory of Price Movements, **Econometrica**, vol.29, p. 315-335, 1961.

ORPHANIDES, A.; WILLIAMS, J. C. Imperfect Knowledge, Inflation Expectations, and Monetary Policy. **NBER Working Paper Series**, n. 9884. 2006.

PHILLIPS, A.W. The Relation between Unemployment and the Rate of Change of Money Wage Rates in the United Kingdom, 1861-1957. **Economica**. Vol. 25, p. 283-99. 1958.

PORTUGAL, M. S.; FASOLO, A. M. Imperfect Rationality and Inflationary Inertia: A New Estimation of the Phillips Curve for Brazil. **Estudos Econômicos**. Instituto de Pesquisas Econômicas, São Paulo, v.34, p.725-776. 2004.

SANTOS, N. C. **A hipótese das expectativas racionais: teoria e teses**. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Economia) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2003.

SARGENT, T. J. Rational expectations, the real rate of interest, and the natural rate of unemployment. **Brookings Papers on Economic Activity**. Washington, DC, n.2. 1973.

SARGENT, T. J. **Bounded Rationality in Macroeconomics**. Oxford: Oxford University Press. 1993.

SARGENT, T. J.; WALLACE, N. “Rational” Expectations, the Optimal Monetary Instrument, and the Optimal Money Supply Rule. **Journal of Political Economy**, 83, p. 241-254. 1975.

SIMS, C. A. Macroeconomics and Reality. **Econometrica**, 69, p. 1-48. 1980.

SHUETRIM, G.; THOMPSON, C. The implications of Uncertainty for Monetary Policy. **Reserve Bank of Australia: Economic Record**, vol. 79, p. 330-379. 2003.

SWAELEN, E. J. A. **Desemprego, salários e preços: Um estudo comparativo de Keynes e do pensamento macroeconômico da década de 1970**. Rio de Janeiro – RJ. BNDES. 1987.

WOOLDRIDGE, J. M. **Introductory Econometrics**. IE-Thomson. 2003.

ZUNINO, G.; LANZILOTTA, B.; FERNÁNDEZ, A. **¿Son Racionales los Pronósticos de Inflación? Una discusión sobre la base de la Encuesta de expectativas del BCU.** Trabalho apresentado na “XXIV Jornadas Anuales Del BCU”, Montevideo. 2009.