

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO SOCIOECONÔMICO  
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA E RELAÇÕES INTERNACIONAIS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS**

**GUSTAVO KURMANN**

**HETEROGENEIDADE DAS EXPECTATIVAS DE INFLAÇÃO: UMA ABORDAGEM  
EXPERIMENTAL**

Florianópolis

2018

**GUSTAVO KURMANN**

**HETEROGENEIDADE DAS EXPECTATIVAS DE INFLAÇÃO: UMA ABORDAGEM  
EXPERIMENTAL**

Monografia submetida ao curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito obrigatório para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências Econômicas.

**Orientador: Eraldo Sérgio Barbosa da Silva**

Florianópolis

2018

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – UFSC**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS**

A Banca Examinadora resolveu atribuir a nota 9,5 ao aluno Gustavo Kurmann na disciplina CNM 7107 – Monografia, pela apresentação deste trabalho.

Banca examinadora:

---

Prof. Dr. Eraldo Sérgio Barbosa da Silva  
Orientador

---

Prof. Dr. Guilherme de Oliveira

---

Prof. Dr. Ricardo Faria Giglio

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à minha mãe, Betânia, por sempre me apoiar, me incentivar, ser uma mãe incrível e sempre ser uma companheira para tomar um café, não poderia ter uma mãe melhor. Ao meu pai, Ademar, que mesmo tendo uma passagem muito rápida por aqui deixou um legado imensurável para mim, assim como a falta que ele faz por aqui. À minha irmã mais velha, Carolina, que sempre me ouve, me diverte e que sempre me protege porque para ela eu sempre vou ser o irmãozinho mais novo.

À Fernanda Zulianello, minha namorada, melhor amiga e companheira, que me escuta, me apoia e me dá força. Com quem eu compartilho os melhores momentos da minha vida e com quem eu pude amadurecer e crescer muito com o passar dos anos.

Ao Maicon Luiz Brand, grande amigo que a UFSC me deu pra vida e que tem uma contribuição muito grande na minha formação.

A todos os professores que contribuíram para minha formação profissional e pessoal, em especial ao professor Sérgio, pela inspiração, e ao professor Ricardo, que sem seu auxílio parte essencial deste trabalho não aconteceria.

## Resumo

O modelo de expectativas racionais, amplamente utilizado na teoria econômica, parte do pressuposto de que os agentes são conhecedores perfeitos das variáveis econômicas e não desperdiçam informações, tornando as expectativas dos agentes homogêneas. Porém, o processo decisório para a formação de expectativas é repleto de heurísticas e vieses que contribuem para o contrário da homogeneidade, ou seja, para a heterogeneidade. O descolamento entre o que postula a teoria e dados empíricos corroboram a dificuldade de um modelo macroeconômico baseado em expectativas racionais em compreender a propagação de desvios persistentes de inflação e produto. Por meio de um experimento demonstramos a heterogeneidade da variável de expectativas de inflação e que, dentro do processo de formação dessa, existe também um processo de aprendizagem que pode conduzir, no limite, para um equilíbrio estável e de expectativas racionais a partir de um modelo de racionalidade limitada.

Palavras Chaves: expectativas racionais; heterogeneidade nas expectativas; aprendizagem; percepções restritas; racionalidade limitada; heurísticas.

## **Abstract**

The rational expectations model, widely used in economic theory, assumes that agents are perfect connoisseurs of economic variables and do not waste information, making the expectations of agents homogeneous. However, the decision-making process for the formation of expectations is replete with heuristics and biases that contribute to the opposite of homogeneity, that is, to heterogeneity. The detachment between what the theory postulates and empirical data corroborate the difficulty of a macroeconomic model based on rational expectations in understanding the propagation of persistent deviations of inflation and output. By means of an experiment we demonstrate the heterogeneity of the variable of inflation expectations and that, within the process of formation of inflation, there is also a learning process that can lead in the limit to a stable equilibrium and rational expectations from a model of bounded rationality.

Keywords: rational expectations; heterogeneity in expectations; learning; restricted perceptions; bounded rationality; heuristics

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Dois equilíbrios possíveis em um modelo sem preços rígidos.....	26
Figura 2 – Distribuição de frequência das previsões de inflação – Sessão 1 t+1 .....	50
Figura 3 - Distribuição de frequência das previsões de inflação – Sessão 1 t+2 .....	50
Figura 4 - Distribuição de frequência das previsões de inflação – Sessão 2 t+1 .....	51
Figura 5 - Distribuição de frequência das previsões de inflação – Sessão 2 t+2 .....	51
Figura 6 - Distribuição de frequência das previsões de inflação – Sessão 3 t+1 .....	52
Figura 7 - Distribuição de frequência das previsões de inflação – Sessão 3 t+2 .....	52
Figura 8 – QQ-plot Sessão 1 t+1 .....	53
Figura 9 - QQ-plot Sessão 1 t+2 .....	53
Figura 10 - QQ-plot Sessão 2 t+1 .....	54
Figura 11 - QQ-plot Sessão 2 t+2 .....	54
Figura 12 - QQ-plot Sessão 3 t+1 .....	55
Figura 13 - QQ-plot Sessão 1 t+2 .....	55
Figura 14 - Página do usuário para inserir as previsões de inflação .....	56
Figura 15 – Tabela de dados de inflação e produto para o usuário .....	56

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Sessões experimentais, elasticidade da oferta de trabalho e número de jogadores por sessão .....	30
Tabela 2 - Estatística descritiva: assimetria e curtose das expectativas de inflação .....	31
Tabela 3 - Teste Jarque-Bera para as expectativas de inflação .....	31
Tabela 4 - Autocorrelação prevista e observada .....	35
Tabela 5 - Médias de previsão de inflação .....	36
Tabela 6 – Estimativa do parâmetro $\beta$ para $t + 1$ , $t + 2$ e erro padrão das estimativas.....	41
Tabela 7 – Aprendizado: estimativa do parâmetro $\alpha$ .....	41
Tabela 8 – Estimativa do parâmetro $\delta$ para as sessões experimentais .....	44
Tabela 9 – Erro quadrático médio – (EER-previsto).....	44



## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Produto na sessão 1 .....	32
Gráfico 2 - Inflação na sessão 1 .....	33
Gráfico 3 - Produto na sessão 2.....	33
Gráfico 4 - Inflação na sessão 2 .....	33
Gráfico 5 - Produto na sessão 3.....	34
Gráfico 6 - Inflação na sessão 3 .....	34
Gráfico 7 - Taxa de inflação prevista (t+1) - Agente representativo e EER – Sessão 1 .....	36
Gráfico 8 - Taxa de inflação prevista (t+2) - Agente representativo e EER – Sessão 1 .....	37
Gráfico 9 - Taxa de inflação prevista (t+1) - Agente representativo e EER – Sessão 2 .....	37
Gráfico 10 - Taxa de inflação prevista (t+2) - Agente representativo e EER – Sessão 2 .....	37
Gráfico 11 - Taxa de inflação prevista (t+1) - Agente representativo e EER – Sessão 3 .....	38
Gráfico 12 - Taxa de inflação prevista (t+2) - Agente representativo e EER – Sessão 3 .....	38
Gráfico 13 - Taxa de inflação prevista (t+1) - Agente representativo e EPR – Sessão 1 .....	39
Gráfico 14 - Taxa de inflação prevista (t+2) - Agente representativo e EPR – Sessão 1 .....	39
Gráfico 15 - Taxa de inflação prevista (t+1) - Agente representativo e EPR – Sessão 2 .....	39
Gráfico 16 - Taxa de inflação prevista (t+2) - Agente representativo e EPR – Sessão 2 .....	40
Gráfico 17 - Taxa de inflação prevista (t+1) - Agente representativo e EPR – Sessão 3 .....	40
Gráfico 18 - Taxa de inflação prevista (t+2) - Agente representativo e EPR – Sessão 3 .....	40
Gráfico 19 - Taxa de inflação prevista (t+1) - Agente representativo e EER – Sessão 4 .....	43
Gráfico 20 - Taxa de inflação prevista (t+2) - Agente representativo e EER – Sessão 4 .....	43

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	3
1.1 TEMA E PROBLEMA DE PESQUISA .....	3
1.2 OBJETIVOS .....	6
1.2.1 Objetivo Geral .....	6
1.2.2 Objetivos Específicos .....	6
1.3 JUSTIFICATIVA .....	7
1.4 METODOLOGIA DA PESQUISA .....	7
1.5 LIMITAÇÃO DA PESQUISA .....	7
1.6 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO .....	7
2.1 EXPECTATIVAS NA MACROECONOMIA .....	9
2.2 MODELOS TRADICIONAIS DE FORMAÇÃO DE EXPECTATIVAS .....	10
2.2.1 Expectativas estáticas .....	11
2.2.2 Expectativas adaptativas .....	11
2.2.3 Expectativas racionais .....	12
3. ELEMENTOS COMPORTAMENTAIS NA FORMAÇÃO DE EXPECTATIVAS, HETEROGENEIDADE, APRENDIZAGEM E PERCEPÇÕES RESTRITAS .....	15
3.1 ELEMENTOS COMPORTAMENTAIS NA FORMAÇÃO DE EXPECTATIVAS .....	15
3.2 APRENDIZAGEM .....	19
3.3 ABORDAGEM ESTATÍSTICA DO APRENDIZADO .....	20
3.4 APRENDIZADO E-ESTABILIDADE .....	21
3.5 APRENDIZADO SOB ERROS DE ESPECIFICAÇÃO .....	22
3.6 PERCEPÇÕES RESTRITAS .....	22
4 ABORDAGEM EXPERIMENTAL .....	24
4.1 MODELAGEM EXPERIMENTAL .....	24
4.2 O PROBLEMA DE MÚLTIPLOS EQUILÍBRIOS E A JUSTIFICATIVA DOS PREÇOS RÍGIDOS .....	25
4.3 MODELAGEM DE EXPECTATIVAS RACIONAIS .....	27
4.4 MODELAGEM DE PERCEPÇÕES RESTRITAS .....	27
4.5 IMPLEMENTAÇÃO EXPERIMENTAL .....	29
5. ANÁLISE DOS RESULTADOS EXPERIMENTAIS .....	31
5.1 PRODUTO E INFLAÇÃO NOS EXPERIMENTOS .....	32
5.2 PREVISÕES INCONDICIONAIS DE INFLAÇÃO .....	35
5.3 PREVISÕES CONDICIONAIS DE INFLAÇÃO .....	36
5.4 RESULTADOS SOB BAIXA ELASTICIDADE DA OFERTA DE TRABALHO .....	42

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 TEMA E PROBLEMA DE PESQUISA

As expectativas individuais sobre futuros resultados agregados são a característica chave que distingue as ciências sociais e a economia das ciências naturais (HOMMES, 2011). As expectativas na ciência econômica desempenham um papel muito importante, tendo impactos sobre os acontecimentos posteriores.

No entanto, não é realista assumir conhecimento perfeito sobre a economia e, mesmo com esse tipo de conhecimento disponível a todos, as expectativas racionais requerem uma elevada capacidade computacional para que os agentes calculem o equilíbrio (HOMMES, 2011). Além disso, os modelos de expectativas racionais estão em desacordo com as observações empíricas e com o comportamento humano mensurado em laboratório via experimentos (HOMMES, 2011).

Apesar de ser uma hipótese muito importante para a ciência econômica, as expectativas racionais encontram um problema fundamental na macroeconomia. Os modelos do paradigma das expectativas racionais enfrentam dificuldades em propagar desvios de inflação e produto a partir do estado estacionário da economia. Tal incapacidade se deve, justamente, pela incompatibilidade de teorias expectacionais, como por exemplo, as expectativas racionais e adaptativas, com dados empíricos, conforme apresentado por Mankiw et al. (2004). Uma série de trabalhos levantam hipóteses e possíveis soluções acerca deste tipo de falha dos modelos econômicos.

Esforços como os de Chari et. al (2000) e Nelson (1998) tentaram, por meio de suas próprias metodologias e hipóteses, incorporar mecanismos de propagação frente a choques nominais. Contudo, ambos os estudos não chegaram a conclusões robustas de que os modelos seriam capazes de solucionar o problema da propagação.

Chari et. al (2000) utilizam-se de um modelo em equilíbrio com firmas definindo preços sob o conceito de justaposição de contratos, para verificar se choques monetários têm a capacidade de gerar flutuações de produto e volatilidade no investimento e no consumo. Chari et. al (2000) utilizam-se da exposição de Taylor (1980) para exemplificar o mecanismo de justaposição e justificar seu mecanismo de propagação. Segundo Taylor (1980), o fato de os contratos não serem negociados todos ao mesmo tempo faz com que esses sejam negociados de forma relativa, observando movimentos passados e posteriores à negociação de outros contratos da economia e, dessa forma, os choques econômicos são repassados de um

contrato para o outro, o que o autor chama de “multiplicador de contratos”. No entanto, a principal conclusão dos autores é que o mecanismo de justaposição, por si só, não é capaz de gerar flutuações no ciclo de negócios a partir de choques monetários.

Nelson (1998), por sua vez, foca sua análise na variável inflação nos ciclos de negócios. O autor simula quatro modelos econômicos, incluindo o de Chari et. al (2000), utilizando preços rígidos e avaliando seu sucesso em reproduzir dois dados da economia americana: a reação da inflação diante do crescimento da base monetária, e a persistência da inflação. Dos modelos, apenas um foi capaz de apresentar resultados mais próximos do observado, ou seja, com a variável inflação respondendo de maneira mais lenta e persistente a mudanças na taxa de crescimento da base monetária. Outros modelos analisados por Nelson apresentaram uma forte resposta da inflação a choques monetários, porém, a resposta da inflação se concentrou no período imediatamente posterior à injeção monetária, apresentando fracos mecanismos de propagação dos choques. Ainda que um dos modelos tenha se aproximado mais dos dados observados, os desvios entre os dados dos modelos e os observados mensurados por Nelson deixam a necessidade de maior desenvolvimento nesse tema de pesquisa.

Outras fontes da literatura, como por exemplo, Smets e Wouters (2003) e Christiano (2005), acreditam que o problema da persistência se deve a modelos econômicos extremamente simplistas.

Smets e Wouters (2003) utilizam-se de modelos mais complexos, estimando um modelo DSGE de preços e salários rígidos com técnicas bayesianas e utilizando sete variáveis macroeconômicas principais: produto, consumo, investimento, preços, salário real, emprego e taxa de juros nominal. A natureza dos choques aplicados sobre a economia varia em uma esfera de dez, sendo eles: choques de produtividade, oferta de trabalho, investimento, preferências, custos e choques de política monetária. Para a mensuração da robustez do modelo estimado, os autores utilizaram dados da economia europeia.

De maneira geral o modelo proposto por Smets e Wouters (2003) pode ser utilizado para a análise de política monetária em uma configuração empiricamente plausível. O número de variáveis e choques utilizados, no entanto, dificulta a empregabilidade do modelo proposto em modelos vigentes na teoria macroeconômica. Além disso, os autores consideram implicitamente que os agentes econômicos têm a sua disposição informações perfeitas quanto aos choques que atingem a economia, retornando a um dos problemas fundamentais das expectativas racionais.

Christiano (2005), por sua vez, volta a abordar aspectos de “contratos salariais escalonados” (justapostos) com duração média de três trimestres e utilização variável do capital em um modelo que incorpora quantidades moderadas de rigidez nominal para explicar persistentes desvios de produto e inflação. Dessa maneira, o modelo proposto impede um aumento de custo marginal acentuado após um choque expansionista da política monetária. No entanto, no modelo proposto é utilizado um grande número de variáveis, o que dificulta uma maior aplicabilidade. Além disso, a adoção de contratos com duração predefinida pode ser uma hipótese rígida para posteriores aderências do modelo a outros dados que não os do trabalho publicado.

Estudos levando em conta o aprendizado na formação de expectativas e a racionalidade limitada passaram a ser cada vez mais aplicados. As principais contribuições nesse campo sugerem que a hipótese de racionalidade deve ser a fonte do problema da persistência e que, por meio do relaxamento dessa hipótese, os modelos ganham maior robustez quanto aos mecanismos de propagação. As contribuições de Evans e Ramey (1992), Evans e Honkapohja (1993, 2001), Sargent (1999) (*apud* ADAM, 2007) e Adam (2005 e 2007) se destacam dentro dessa argumentação. Os modelos propostos, ao relaxar a hipótese de expectativas racionais, também se utilizam do pressuposto de que as expectativas são heterogêneas. Dessa maneira pode-se afirmar que os agentes empregam diferentes modelos de previsão, utilizam diferentes conjuntos informacionais na formulação da previsão e possuem diferentes capacidades cognitivas no processamento dessas informações (PJAFAR; ZAKELJ, 2011).

Adam (2007) verifica se os desvios de expectativas racionais são decisivos para fortalecer os mecanismos de propagação de um modelo econômico. No modelo proposto utiliza-se uma estratégia “*learning to forecast*”, no qual os agentes utilizam-se de dois modelos, sendo um deles consistente com o equilíbrio de expectativas racionais quando o aprendizado está completo. Quando o desempenho passado governa a escolha do modelo de previsão, os agentes podem preferir usar o modelo de previsão inconsistente, o que gera um equilíbrio onde as previsões são apenas menos do que racionais. Adam (2007) conclui que, de fato, os desvios de expectativas racionais são decisivos no fortalecimento dos mecanismos de propagação com um modelo com menor racionalidade. Por outro lado, o modelo racional de equilíbrio de expectativas racionais demonstrou elevada dificuldade em produzir o mesmo tipo de persistência a partir da comparação com dados reais. Tal persistência reside, portanto, no processo de formação de expectativa dos agentes e pela heterogeneidade das previsões de inflação, diferentemente da homogeneidade que a teoria das expectativas racionais postula.

O presente trabalho se propõe a investigar o processo de formação de expectativas bem como sua heterogeneidade e seus impactos econômicos baseando-se no estudo de Adam (2007), utilizando-se de sua configuração experimental.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Aplicar o experimento proposto por Adam (2007) com participantes brasileiros aplicando algumas diferenças na metodologia, como por exemplo, um maior número de participantes em cada sessão experimental, implicando em maior heterogeneidade na amostra, e aplicando o experimento por meio de um aplicativo *web* desenvolvido para a realização deste trabalho.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

(a) Realizar uma pesquisa experimental para avaliar o processo de formação de expectativas;

(b) Verificar se a teoria de percepção restrita é mais aderente ao processo de formação de expectativa dos agentes na explicação de oscilações persistentes de produto e inflação após um choque monetário;

(c) Verificar se o modelo experimental proposto por Adam (2007) se ajusta ao comportamento de estudantes universitários brasileiros, inseridos sob outra realidade e de inflação estrutural mais elevada do que a dos agentes do experimento-base;

(d) Verificar se há um processo de aprendizado dos agentes ao longo do experimento.

(e) Verificar o impacto de um maior conjunto de agentes em cada sessão experimental para verificar o comportamento do modelo com maior heterogeneidade de expectativas.

### 1.3 JUSTIFICATIVA

O desenvolvimento do trabalho se deve a importância do entendimento da formação de expectativas para a compreensão dos movimentos econômicos e para o desenvolvimento de previsões mais robustas quanto aos efeitos posteriores a choques na economia.

Os modelos de expectativas racionais, dominantes na macroeconomia, demonstram fracos mecanismos de propagação interna e, portanto, encontram dificuldades em inferir os desvios de produto e inflação frente a choques nominais (ADAM, 2007). O equilíbrio de expectativas racionais é um equilíbrio possível; porém, os agentes necessitam de tempo para convergir para ele, conduzidos pelo aprendizado ao longo do tempo. No entanto, não existem grandes evidências sobre se os agentes podem ou não se coordenar ao equilíbrio de expectativas racionais partindo do princípio de racionalidade limitada.

### 1.4 METODOLOGIA DA PESQUISA

A metodologia proposta inicia-se com a caracterização de teorias expectacionais utilizadas na economia para que, posteriormente, se chegue à modelagem proposta neste trabalho. Assim, existe a necessidade de buscar a formalização matemática e apresentação das teorias de expectativas utilizadas ao longo do tempo na economia para que se evolua a metodologia proposta neste trabalho. Posteriormente é realizada uma pesquisa experimental para verificar empiricamente o desempenho do modelo proposto.

### 1.5 LIMITAÇÃO DA PESQUISA

O presente trabalho se limitará a analisar os resultados obtidos a partir do nosso experimento. A aproximação com dados empíricos não será aqui abordada. Além disso, o horizonte de previsão utilizado de apenas dez períodos limita a interpretação do modelo para períodos mais longos de observação.

### 1.6 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO



Para desenvolver de forma adequada os objetivos propostos, o trabalho será organizado em seis capítulos, incluindo a introdução. No segundo capítulo apresenta-se a formalização matemática e breve apresentação das diversas teorias de formação de expectativas já utilizadas ou ainda em uso na economia.

O terceiro capítulo apresenta fatores comportamentais que influenciam a formação de expectativas para demonstrar como modelos que postulam plena racionalidade por parte dos agentes tendem a falhar, pois os agentes estão sempre sujeitos a heurísticas e vieses de julgamento, o que, portanto, corroboram a ideia de heterogeneidade das expectativas. Nesse capítulo também será abordada a ideia de aprendizado que colabora com a introdução da noção de percepções restritas, essencial para a compreensão do restante do trabalho.

No quarto capítulo é introduzida a modelagem experimental, ou seja, o modelo econômico que determinará os caminhos da economia experimental, bem como a modelagem do equilíbrio de expectativas racionais e equilíbrio de percepções restritas.

No quinto capítulo é feita a análise dos resultados experimentais, avaliando sua aderência com os modelos de expectativas racionais e de percepções restritas, bem como a verificação da hipótese de convergência e aprendizado.

Por fim, no último capítulo apresentam-se as considerações finais da monografia, bem como sugestões de trabalhos posteriores, para que sejam explorados desdobramentos que este trabalho não abordou.

## 2 TEORIAS EXPETACIONAIS

Em economia, as expectativas são definidas como projeções acerca de eventos futuros que influenciam a tomada de decisão (MIKOŁAJEK-GOCEJNA, 2014, c.2, p.35). Nesse capítulo serão apresentados importantes conceitos a respeito da formação de expectativas que são a base para a elaboração deste trabalho.

### 2.1 EXPECTATIVAS NA MACROECONOMIA

A macroeconomia contemporânea dá um importante peso ao papel das expectativas na dinâmica econômica (EVANS; HONKAPOHJA, 2001). A metodologia atual para modelar expectativas é supor a hipótese de racionalidade. No entanto, as expectativas estão condicionadas à disponibilidade de informação para os agentes.

A modelagem de expectativas racionais tem sido o último passo em uma linha muito longa de teorias dinâmicas que enfatizam o papel das expectativas, tendo seu primeiro passo sido dado por Henry Thornton, em 1802, e Emile Cheysson, em 1887, a partir de uma estrutura baseada em um modelo *cobweb* (EVANS; HONKAPOHJA, 2001). Em sua elaboração teórica, Cheysson argumentava que era possível captar a natureza cíclica dos preços, tornando simples, portanto, o processo decisório na formação de expectativas (MIKOŁAJEK-GOCEJNA, 2014, c.2, p.35).

A Alfred Marshall é creditada com a noção de "expectativas estáticas" de preços. Antes de Marshall os economistas clássicos estavam interessados em teorias que se referiam à acumulação de capital e ao crescimento econômico, acreditando que a economia permanecia em um estado estacionário que poderia ser facilmente descrito, tendo as expectativas um papel irrelevante na teoria (MIKOŁAJEK-GOCEJNA, 2014, c.2, p.35). Marshall deu maior importância ao assunto das expectativas introduzindo a noção de curto e longo prazo em conjunto com o conceito de expectativas estáticas.

O primeiro a analisar diretamente as expectativas e sua influência na estabilidade do equilíbrio foi Mordecai Ezekiel, em 1938, descrevendo a estabilidade no contexto de um modelo *cobweb* (MIKOŁAJEK-GOCEJNA, 2014, c.2, p.35). O modelo *cobweb* de um mercado com uma defasagem de produção foi um dos primeiros modelos formais com expectativas na década de 1930 (EVANS; HONKAPOHJA, 2001).

No contexto macroeconômico, a importância do estado das expectativas foi enfatizada primeiramente por Keynes em sua *Teoria Geral*. No entanto, ele muitas vezes enfatizou sua base subjetiva para o estado de confiança e não forneceu um modelo explícito de como as expectativas são formadas (EVANS E HONJAPOHJA, 2001). Nas décadas de 1950 e 1960 as expectativas foram introduzidas em quase todas as áreas da macroeconomia. Normalmente, as expectativas foram incorporadas na modelagem macroeconômica usando expectativas adaptativas ou em esquemas de defasagem (EVANS E HONJAPOHJA, 2001).

A modelagem de expectativas racionais, mais próxima do que é atualmente utilizada na teoria econômica, deu seus primeiros passos em 1961, com John Muth, creditado como o primeiro a ter formulado explicitamente a noção de expectativas racionais, tendo a modelado no contexto de um modelo *cobweb* (EVANS E HONJAPOHJA, 2001). Na macroeconomia, porém, a hipótese de expectativas racionais teve sua aparição decisiva na década de 1970 com os artigos de Lucas (1972) e Sargent (1973) (*apud* EVANS; HONKAPOHJA, 2001).

## 2.2 MODELOS TRADICIONAIS DE FORMAÇÃO DE EXPECTATIVAS

Como forma de apresentar a evolução das teorias expectacionais se faz necessária a introdução de um modelo básico de referência, seguindo a linha de pensamento apresentada por Evans e Honkapohja (2001). Um dos modelos utilizados é o amplamente conhecido modelo *cobweb*. O modelo utilizado se caracteriza pela competição pura, onde há uma defasagem na produção e não há a incorporação de variáveis exógenas.

No modelo *cobweb* a demanda é determinada por:

$$d_t = m_l - m_p p_t + v_{1t}, \quad (1)$$

enquanto a oferta é determinada por:

$$s_t = r_l + r_p p_t^e + v_{2t}, \quad (2)$$

onde  $m_p, r_p > 0$  e  $m_l$  e  $r_l$  denotam os interceptos;  $v_{1t}$ ,  $v_{2t}$  representam choques exógenos de demanda e oferta, respectivamente, aleatórios e de média zero. A interpretação da função de oferta, onde há uma defasagem em um período na produção, visto que  $p_t^e$  é definida como  $E_{t-1} p_t$ , deixa claro o importante papel das expectativas, pois as decisões de produção tomadas no período  $t$  devem ser baseadas na informação disponível no período  $t-1$ . Supõe-se que os agentes possuem a mesma expectativa, ou seja, nesse momento não se supõem expectativas heterogêneas.

Igualando oferta e demanda para obter o preço corrente:

$$p_t = \mu + \alpha p_t^e + \eta_t, \quad (3)$$

onde  $\mu = (m_I - r_I)/m_p$  e  $\alpha = -r_p/m_p < 0$ .  $\eta_t = (v_{1t} - v_{2t})/m_p$ .

A equação acima é um exemplo de equilíbrio temporário que demonstra o importante papel das expectativas, demonstrando que o preço corrente de mercado depende dos preços esperados para o próximo período.

### 2.2.1 Expectativas estáticas

Expectativas ingênuas ou estáticas foram amplamente utilizadas na literatura inicial acerca do tema no contexto de um modelo *cobweb*:

$$p_t^e = p_{t-1}. \quad (4)$$

Quando aplicada no equilíbrio do modelo *cobweb* descrito anteriormente, obtêm-se  $p_t = \mu + \alpha p_{t-1} + \eta_t$ , que é um processo estocástico autorregressivo de primeira ordem conhecido como AR(1).

Na literatura inicial não havia choques aleatórios, levantando-se a pergunta de se a série gerada por tal modelo seria capaz de convergir ao estado estacionário ao longo do tempo. A condição para isso é que  $\alpha < 1$ . No caso estocástico, essa condição determina se o preço converge para um processo estacionário estocástico.

### 2.2.2 Expectativas adaptativas

As expectativas adaptativas tiveram sua origem a partir de Irvin Fischer (1930). Foi formalmente introduzida na década de 1950 por Cagan (1956), Friedman (1957) e Nerlove (1958) (*apud* EVANS; HONKAPOHJA, 2001). O modelo proposto, no contexto de um modelo *cobweb*, adota a seguinte forma funcional:

$$p_t^e = p_{t-1}^e + \lambda(p_{t-1} - p_{t-1}^e). \quad (5)$$

As expectativas adaptativas ocuparam um papel importante na macroeconomia, sobretudo entre os anos de 1960 e 1970, onde elas eram modeladas no contexto de uma curva de Phillips aumentada (EVANS; HONKAPOHJA, 2001). Um ponto interessante desse tipo de modelagem é o termo  $\lambda(p_{t-1} - p_{t-1}^e)$ , pois, ao perceber o erro cometido, os agentes ajustam suas expectativas para o próximo período com a utilização dos erros de previsão.

### 2.2.3 Expectativas racionais

A hipótese ganhou mais força quando se observa que as expectativas adaptativas podem fornecer previsões precárias em certos contextos e que melhores regras de previsão podem estar prontamente disponíveis (EVANS E HONKAPOHJA, 2001).

Na contribuição de Muth (1961), o autor aponta que a hipótese de expectativas racionais, no caso do autor as expectativas da firma, está baseada principalmente nos seguintes pontos: a informação é escassa, o sistema econômico geralmente não a desperdiça; e a forma como as expectativas são formadas depende, especificamente, da estrutura do sistema relevante que descreve a economia. Lucas (1972), partindo do modelo de Muth, endossa a crítica ao sistema de expectativas adaptativas, afirmando que os agentes usam seu conhecimento econômico e toda a informação disponível no momento da formação de suas expectativas.

O método ideal de previsão dependerá, agora, do processo estocástico seguido pela variável que está sendo prevista, e isso implica uma interdependência entre o método de previsão e o modelo econômico que deve ser resolvido explicitamente (EVANS; HONKAPOHJA, 2001).

$$p^e = E_{t-1}p_t, \quad (6)$$

onde  $E_{t-1}p_t$  é a esperança matemática de  $p_t$  condicionada às variáveis observadas no tempo  $t-1$ , incluindo os dados passados e, similarmente,  $E_{t-1}p_t$  denota a expectativa de  $p_{t+1}$  condicionada às informações disponíveis no período  $t$ .

As expectativas racionais são um conceito de equilíbrio (EVANS E HONKAPOHJA, 2001), ou seja, há uma percepção homogênea por parte dos agentes econômicos. O processo estocástico real seguido pelos preços depende das regras de previsão usadas pelos agentes, de modo que a escolha ótima da regra de previsão por qualquer agente esteja condicionada à escolha de outros. Isso se deve ao fato de que o equilíbrio de expectativas racionais impõe a condição consistente de que a escolha de cada agente é a melhor resposta às escolhas dos outros (EVANS E HONKAPOHJA, 2001).

No entanto, se o modelo inclui variáveis exógenas observáveis ou variáveis endógenas defasadas, os agentes irão precisar rodar regressões da mesma maneira que econométricos o fariam (EVANS; HONKAPOHJA, 2001).

Aplicando a hipótese de expectativas racionais no modelo de equilíbrio temporário (3), em que as expectativas condicionais devem estar dos dois lados da equação para se obter

um equilíbrio de expectativas  $E_{t-1}p_t = \mu + \alpha E_{t-1}p_t$ , de modo que as expectativas sejam dadas por  $E_{t-1}p_t = (1 - \alpha)^{-1}\mu$ , temos, portanto  $p_t = (1 - \alpha)^{-1}\mu + \eta_t$ . Essa é a única maneira de formar expectativas racionais no modelo de equilíbrio parcial apresentado.

Cabe observar que, sob expectativas racionais, a maneira apropriada de formar expectativas depende do processo estocástico seguido pelas variáveis exógenas. Se estas não se caracterizam por um processo identicamente e independentemente distribuídos (iid), as expectativas racionais tomarão forma de variáveis aleatórias e formarão, portanto, processos estocásticos complexos (EVANS; HONKAPOHJA, 2001).

No entanto, no contexto de um modelo *cobweb*, as expectativas dizem respeito apenas aos preços correntes e, como é amplamente difundido na economia, a maioria dos modelos econômicos utiliza-se de elementos voltados para o futuro, elementos *foward-looking*, onde expectativas quanto ao futuro surgem. Para exemplificar, pode-se utilizar um modelo Cagan de inflação, no qual se postula que a demanda por moeda depende linearmente da inflação esperada:

$$m_t - p_t = -\psi(p_{t+1}^e - p_t) + \zeta_t, \quad (7)$$

onde  $\psi > 0$ ;  $m_t$  representa o logaritmo da oferta monetária no período  $t$ ;  $\zeta_t$  representa um choque monetário identicamente e independentemente distribuídos (iid) com média zero;  $p_t$  representa o logaritmo do nível de preços no período  $t$ ; e  $p_{t+1}^e$  representa a expectativas de  $p_{t+1}$  formadas no período  $t$ . Resolvendo para encontrar os preços correntes se obtém:

$$p_t = \alpha p_{t+1}^e + \beta m_t + v_t, \quad (8)$$

onde  $\alpha = \psi(1 + \psi)^{-1}$ ,  $\beta = (1 + \psi)^{-1}$  e  $v_t = -(1 + \psi)^{-1}\zeta_t$ .

Substituindo  $\alpha p_{t+1}^e$  por  $E_t p_{t+1}$  e supondo que  $m_t$  segue um processo estocástico exógeno geral, pode-se mostrar que  $p_t = v_t \sum_{i=0}^{\infty} \alpha^i E_t m_{t+i}$ .

Uma importante característica da função anterior está no seu caráter *foward-looking*. O preço atual de mercado é a soma dos valores esperados de futuros choques monetários.

O nível de preço atual é a soma dos valores esperados das ações monetárias futuras. Mudanças inesperadas na política afetarão os preços atuais  $p_t$  a partir do momento em que essas políticas forem conhecidas.

No entanto, o sistema de expectativas faz algumas suposições fortes, dentre elas a de que os agentes estimam modelos corretos, ou seja, os erros de previsão estão restritos a erros aleatórios. Portanto, na hipótese de expectativas racionais os agentes não podem cometer erros sistemáticos de previsão, pois se cometerem erros sistemáticos, eles irão aprender a partir de seus erros e mudarão, portanto, o modo de formação das expectativas para eliminar

os erros sistemáticos (GARBICZ, 2008 apud MIKOŁAJEK-GOCEJNA, 2014, c.2, p.38). Outro ponto importante é que a maioria dos modelos econômicos, inclusive o modelo de expectativas racionais, supõe que os agentes formam suas expectativas de forma homogênea, dado que todos os agentes se utilizam da mesma capacidade tecnológica e se expõem a um contexto informacional semelhante.

Conclui-se, portanto, que as expectativas futuras desempenham um papel central na definição da dinâmica de preços correntes da economia, bem como na atividade econômica corrente. Porém, o aprendizado e a heterogeneidade das expectativas são pontos importantes e não devem ser esquecidos pelas teorias expectacionais. Portanto, na próxima seção trataremos elementos que auxiliam na compreensão da heterogeneidade e na dinâmica do aprendizado em modelos econômicos, bem como na introdução de uma modelagem capaz de incorporar ambos os mecanismos.

### **3. ELEMENTOS COMPORTAMENTAIS NA FORMAÇÃO DE EXPECTATIVAS, HETEROGENEIDADE, APRENDIZAGEM E PERCEPÇÕES RESTRITAS**

#### **3.1 ELEMENTOS COMPORTAMENTAIS NA FORMAÇÃO DE EXPECTATIVAS**

Formar expectativas econômicas pode ser considerado um processo de tomada de decisão. Durante esse processo, os agentes tomam decisões e, portanto, preveem estados futuros da economia (MIKOŁAJEK-GOCEJNA, 2014, c.2, p.41).

Ao contrário do que afirma a teoria das expectativas racionais, não é verdade que todos os agentes econômicos baseiam suas decisões em conhecimento completo e perfeito. Na realidade, o conhecimento econômico dos tomadores de decisão é limitado; eles utilizam informações fragmentadas em que acreditam que lhes permitirão obter o melhor resultado ao menor custo possível (MIKOŁAJEK-GOCEJNA, 2014, c.2, p.41).

Muitos agentes que tomam decisões a respeito de uma mesma variável econômica cometem os mesmos erros, significando a ocorrência de erros sistemáticos de previsão, o que implica que os agentes podem estar utilizando uma heurística (MIKOŁAJEK-GOCEJNA, 2014, c.2, p.42). Ou seja, para tomar decisões os agentes não fazem uso de estratégias sofisticadas – por exemplo, com o uso de sistemas de equações, algoritmos ou realizar uma comparação de todas as opções disponíveis – mas sim utilizar regras práticas com base na sua experiência (MIKOŁAJEK-GOCEJNA, 2014, c.2, p.42). Kahneman (2014) define a heurística como uma maneira de tomar decisões complexas utilizando um procedimento simples, mas que produz frequentemente respostas imperfeitas. Segundo Kahneman (2003), as heurísticas utilizadas pelos agentes e os vieses a que estão sujeitos em várias tarefas de julgamento sob incerteza também se manifestam sob previsões e avaliações quanto a variáveis econômicas futuras, enquadrando-se na seara deste trabalho.

Num cenário de julgamento sob incerteza os agentes se baseiam, portanto, em três heurísticas principais. Dentre elas estão a de representatividade, disponibilidade e ancoragem (TVERSKY; KAHNEMAN, 1974).

A heurística da representatividade resgata a semelhança entre eventos supostamente correlacionados para que se chegue a conclusões acerca da questão ou variável de interesse. No entanto, tal comportamento pode conduzir a erros de julgamento, visto que nem sempre haverá uma real correlação dos eventos, fazendo com que os agentes deixem de fora importantes fatores ou variáveis que de fato impactam a questão ou variável de interesse.



Elementos comprovadamente importantes, no entanto, não exercem efeito sobre a probabilidade da variável estimada. Além da representatividade estritamente dita, as ocorrências estão expostas a outros fatores citados a seguir.

Um exemplo é a probabilidade da taxa base (TVERSKY; KAHNEMAN, 1974), que não exerce efeito sobre o processo de previsão na estimativa da variável estimada. Ou seja, informações estatísticas relevantes não são levadas em consideração e ainda podem levar um evento de informação espúria a se tornar representativo na tomada de decisão (TVERSKY; KAHNEMAN, 1974).

Outro ponto em que a heurística da representatividade impacta diretamente é sobre o tamanho da amostra disponível para os agentes. Em vez de utilizar um universo amostral disponível, os agentes se utilizam da heurística e, portanto, a probabilidade estatística na estimação dos parâmetros independe do tamanho da amostra (TVERSKY; KAHNEMAN, 1974).

A instabilidade à previsibilidade induz o agente a assumir uma causalidade entre variáveis com evidente correlação, no entanto sem que se verifique seu verdadeiro efeito sobre a variável prevista (TVERSKY; KAHNEMAN, 1974). Outros estudos de predição numérica demonstraram que predições intuitivas violam a regra de que previsões são controladas por considerações de previsibilidade, e os sujeitos mostram pouca ou nenhuma consideração da previsibilidade (TVERSKY; KAHNEMAN, 1974). Por exemplo, se for solicitado aos agentes que seja previsto o lucro futuro de uma determinada companhia, suas respostas serão afetadas pela maneira como a companhia foi descrita (TVERSKY; KAHNEMAN, 1974).

Como consequência de um processo de tomada de decisão baseado em heurísticas encontramos o que Tversky e Kahneman (1974) chamaram de “ilusão da validade”. A ilusão da validade decorre do bom ajuste entre o resultado previsto e a informação representativa utilizada, resultando em uma confiança de que seu modelo está relativamente bem especificado. Evidências apontam que esse tipo de ilusão persiste mesmo quando o agente está ciente dos fatores que limitam a precisão de suas previsões (TVERSKY; KAHNEMAN, 1974).

Por fim, descrevemos o fenômeno da regressão a média, que é a tendência à media de uma regressão de uma medida imperfeitamente correlacionada com outra. Existe uma infinidade de exemplos em que é possível observar casos de regressão à média, como por exemplo, a comparação de altura entre pais e filhos e a inteligência de maridos e mulheres apresentados por Tversky e Kahneman (1974). No entanto, nem sempre as pessoas utilizam

uma intuição correta acerca do tema (TVERSKY; KAHNEMAN, 1974). Por vezes as pessoas não esperam regressões à média onde deveriam esperar e, quando reconhecem um caso de regressão à média, fornecem explicações espúrias para isso (TVERSKY; KAHNEMAN, 1974). A falha do entendimento de tal fenômeno pode levar o agente econômico a superestimar ou subestimar os efeitos de variáveis econômicas, por exemplo.

Existem situações nas quais os agentes avaliam a frequência de uma classe ou a probabilidade de um evento pela facilidade com que exemplos ou ocorrências podem ser lembrados (TVERSKY; KAHNEMAN, 1974). Essa é a segunda heurística principal, a heurística da disponibilidade. No entanto, a disponibilidade também é afetada por fatores além das esferas da frequência e da probabilidade. Tais fatores são citados nos parágrafos a seguir.

Nos vieses devidos à capacidade de recuperação (TVERSKY; KAHNEMAN, 1974) existe uma tendência à superestimação de ocorrências que são facilmente lembradas, e subestimação daquelas dificilmente lembradas, não se levando em conta novamente as verdadeiras frequências de ocorrência. Além disso, existem outros fatores que afetam a capacidade de recuperação, como, por exemplo, presenciar o acontecimento de um evento traz maiores efeitos sobre a capacidade de recuperação do que ler sobre o evento (TVERSKY; KAHNEMAN, 1974).

Nos vieses devidos à eficácia de um conjunto de pesquisa (TVERSKY; KAHNEMAN, 1974) ocorre a facilidade de previsão mediante a um ajuste de busca, visto que cada tarefa elege conjuntos de pesquisa diferentes. No entanto, o sucesso desse conjunto também traz consigo vieses que podem levar o agente a chegar a conclusões equivocadas a respeito da variável de interesse.

Vieses de imaginabilidade (TVERSKY; KAHNEMAN, 1974) surgem quando se é preciso avaliar a frequência de uma classe cujos acontecimentos não estão armazenados na memória (TVERSKY; KAHNEMAN, 1974). Para contornar tal situação, os agentes podem gerar fatos imaginados e que são relevantes para o tema em questão. No entanto, obviamente, a facilidade de construir tais fatos nem sempre reflete sua frequência real, estando esse modo de avaliação, portanto, propenso a erros.

Por fim, no campo da heurística da disponibilidade, ainda existe a correlação ilusória, ou seja, um viés decorrente do acontecimento simultâneo de fatos sem correlação real, mas que os agentes, por sua vez, os utilizam para prever a variável de interesse (TVERSKY; KAHNEMAN, 1974).

A última heurística a ser aqui abordada se refere à heurística da ancoragem. A heurística da ancoragem é utilizada para balizar a estimativa dos agentes, que partem de um valor inicial (âncora) que é ajustado para se produzir uma resposta final (TVERSKY; KAHNEMAN, 1974). Nos casos em que a heurística de ancoragem é utilizada, o valor inicial pode ser sugerido pela formulação do problema ou pode ser resultado de um cálculo mental parcial. Em ambos os casos, no entanto, o ajustamento parece ser insuficiente (TVERSKY; KAHNEMAN, 1974).

Dentro da heurística da ancoragem os agentes ainda estão sujeitos a ação de vieses. Dentre eles existe o viés na avaliação de eventos conjuntivos e disjuntivos. Segundo Bar-Hillel (1973), os agentes tendem a superestimar a probabilidade de eventos conjuntivos e subestimar a probabilidade de eventos disjuntivos. Tal conclusão emergiu de um experimento onde os agentes tinham a oportunidade de apostar em um dentre dois eventos. No estudo, três tipos de evento foram utilizados: (1) eventos simples: sortear uma bolinha vermelha em uma urna com 50 bolinhas vermelhas e 50 bolinhas brancas; (2) eventos conjuntivos: sortear uma bolinha vermelha sete vezes consecutivas, com reposição da bola sorteada, de uma urna com 90% das bolas vermelhas e 10% brancas; e (3) eventos disjuntivos: sortear uma bolinha vermelha pelo menos uma vez em sete tentativas, com reposição da bolinha sorteada, de uma urna com 10% de bolas vermelhas e 90% de bolas brancas. No experimento, a maioria dos agentes preferiu apostar no evento conjuntivo, mesmo que esse ofereça uma probabilidade menor (0.48) do que o evento simples (0.50), e ainda apostar no evento simples ao invés do evento disjuntivo, que oferece uma probabilidade superior (0.52) (BAR-HILEL, 1973).

Outro viés é o de ancoragem na avaliação de distribuições subjetivas de probabilidade. Tal fenômeno se manifesta, como diz o nome, subjetivamente, baseado em uma distribuição de probabilidade própria de cada agente, que ajusta sua estimativa baseado em suas próprias âncoras mentais (TVERSKY; KAHNEMAN, 1974).

Atribuir, portanto, a má especificação de um modelo à racionalidade limitada é uma alternativa interessante, visto que os agentes econômicos não são bons estatísticos intuitivos e sua tomada de decisão é permeada por heurísticas e vieses que fazem com que a tomada de decisão racional seja algo distante do verdadeiro comportamento. No entanto, é possível supor um aprendizado ao longo do tempo e, portanto, conduzir o comportamento dos agentes para algo mais próximo do racional, mediante a pequenos ajustes que podem ocorrer pela experiência com a previsão.

Assenza et al. (2013) levantam justamente a evidência de que os agentes formam suas expectativas baseados em heurísticas de previsão simples e apoiados em observações

passadas, evidenciando a presença das heurísticas e vieses supracitados na formação de expectativas. Outro ponto levantado diz respeito ao caráter *backward-looking*, onde os agentes aprendem com os erros passados, caracterizando um processo de aprendizado que será abordado na próxima seção.

### 3.2 APRENDIZAGEM

O estudo dos processos de aprendizagem é principalmente tratado dentro da psicologia e muitos modelos utilizados na economia são baseados em descobertas psicológicas, tendo os psicólogos desenvolvido os primeiros modelos matemáticos de aprendizagem. Nos últimos anos, os psicólogos têm se concentrado nos processos de aprendizagem cognitiva. A aprendizagem cognitiva, em geral, significa o desenvolvimento de uma compreensão dos processos e inter-relações do mundo real, incluindo o desenvolvimento de noções e expressões (BRENNER, 2006).

Ainda que hoje o tema do aprendizado seja muito pertinente e estudado pelos economistas, durante muito tempo tal questão era marginal para o pensamento econômico. Quando introduzidos os primeiros passos dentro do campo do aprendizado na economia, estabeleceu-se um modelo de aprendizado normativo que descrevia o processo de aprendizado como um processo ótimo, intitulado “aprendizado bayesiano” (BRENNER, 2006). Tais modelos, posteriormente passaram a modelar a aprendizagem de forma que o comportamento converge para um equilíbrio ótimo. Por algum tempo, portanto, a maior preocupação dos economistas em estudar processos de aprendizagem estava principalmente em provar que o aprendizado converge para o comportamento ideal, que sugere uma ideia forte de racionalidade (BRENNER, 2006).

A abordagem de expectativas racionais pressupõe que os agentes econômicos tenham um grande conhecimento da economia. No entanto, nem mesmo economistas que realizam trabalhos empíricos que postulam expectativas racionais conhecem os valores dos parâmetros da economia e, portanto, devem estimá-los econometricamente (EVANS; HONKAPOHJA, 2001). Portanto, parece ser mais natural supor que os agentes enfrentam as mesmas limitações do conhecimento sobre a economia. Isso sugere que uma visão mais plausível da racionalidade é que os agentes agem como estatísticos ou econometristas quando fazem suas previsões de variáveis econômicas. Esta visão é o ponto de partida da abordagem de aprendizagem adaptativa na modelagem da formação de expectativas. Este ponto de vista

introduz uma forma específica de racionalidade limitada à macroeconomia (EVANS; HONKAPOHJA, 2001).

Em muitos casos, o aprendizado pode fornecer uma justificativa assintótica para a hipótese de expectativas racionais. Na abordagem de aprendizagem adaptativa supõe-se que os agentes comecem com estimativas iniciais dos parâmetros e revisam suas estimativas, seguindo procedimentos econométricos convencionais, à medida que novos pontos de dados são gerados, o que constitui um ponto inicial da hipótese de racionalidade limitada (EVANS; HONKAPOHJA, 2001).

O processo de aprendizado adiciona um dinamismo que não está presente em um modelo estritamente racional, e tal aprendizado é de estrita importância empírica. Existem várias situações em que se pode esperar que a dinâmica de aprendizagem permaneça importante ao longo do tempo. Por exemplo, se a economia sofrer mudanças estruturais, choques monetários e outros fenômenos econômicos, os agentes precisarão periodicamente reaprender o processo estocástico fundamental (EVANS; HONKAPOHJA, 2001).

Nesse sentido, os agentes formam suas expectativas a partir de um modelo econométrico que descreve a lei do movimento percebido (LMP), no qual suas estimativas são atualizadas ao longo do tempo à medida que mais informações forem coletadas. Essa atualização das estimativas é definida como a lei do movimento corrente (LMC), que descreve o processo estocástico seguido pela economia, que, uma vez que seja reestimado, determina uma nova LMP da variável em estudo (EVANS; HONKAPOHJA, 2001).

### 3.3 ABORDAGEM ESTATÍSTICA DO APRENDIZADO

No aprendizado adaptativo os agentes se comportam como estatísticos ou como econométricos quando projetam variáveis econômicas necessárias ao seu processo de decisão. A abordagem de aprendizagem para a formação de expectativas torna as funções de previsão e a estimativa de seus parâmetros totalmente explícitas (EVANS; HONKAPOHJA, 2001).

Supondo, portanto, que os agentes acreditam que o processo estocástico para a inflação assume a forma  $p_t = constante + ruído$ , isso é a mesma forma funcional da solução de expectativas racionais. Portanto, as expectativas dos agentes são dadas por  $p_t^e = \frac{1}{t} \sum_{i=0}^{t-1} p_i$ . Combinando tal modelagem com a equação  $p_t = \mu + \alpha p_t^e + \eta_t$  leva a um sistema dinâmico estocástico totalmente especificado. Pode-se demonstrar que o sistema sob

aprendizado converge para a solução de expectativas racionais se  $\alpha < 1$  (EVANS; HONKAPOHJA, 2001).

Se o modelo econômico incorporar variáveis endógenas, exógenas ou defasadas, é natural, portanto, que os agentes estimem os parâmetros do processo estocástico percebido para as variáveis relevantes por meio de regressões de mínimos quadrados (EVANS; HONKAPOHJA, 2001).

Suponha que os agentes acreditem que os preços seguem o seguinte processo:

$$p_t = a + b'p_{t-1} + \eta_t, \quad (9)$$

e que, no entanto, o coeficiente das variáveis  $a$  e  $b$  não são de conhecimento dos agentes. Estes, portanto, são incapazes de calcular o equilíbrio de expectativas racionais, pois os parâmetros estruturais da equação são desconhecidos. Alternativamente, a forma da estrutura pode ser desconhecida, mas os agentes podem supor que os preços correntes dependem linearmente do vetor de choques exógenos observáveis, sendo seu comportamento definido por  $p_t = p_{t-1} + \eta_t$ .

A equação (9) representa a lei do movimento percebido (LMP) dos agentes (EVANS; HONKAPOHJA, 2001, c. 2, p.28). Nesse contexto, os agentes tentam estimar os parâmetros  $a$  e  $b$ . Esta é a principal premissa de racionalidade limitada, afastando-se da ideia de expectativas racionais, supondo que, na previsão de preços, os agentes agem como econométristas.

Partindo desse pressuposto, a cada novo período os agentes se utilizam de maiores recursos informacionais, reduzindo o erro na estimativa dos parâmetros e, conseqüentemente, seus erros de previsão, teoricamente conduzindo para um aprendizado conjunto e para um equilíbrio de expectativas.

### 3.4 APRENDIZADO E-ESTABILIDADE

De maneira geral, quando as expectativas são modeladas por meio de mínimos quadrados existe uma convergência ao equilíbrio de expectativas racionais desde que uma condição de estabilidade seja atendida. A condição de que  $\alpha < 1$  apresentada anteriormente pode ser interpretada, em modelos de aprendizado adaptativo, em termos de um princípio geral de estabilidade conhecido como E-estabilidade (EVANS; HONKAPOHJA, 2001, c. 2, p.30).

A estabilidade de expectativa (E-estabilidade) analisa se o equilíbrio de expectativas racionais é o resultado estável de um processo em que os parâmetros da lei do movimento percebido (LMP) são ajustados lentamente em direção aos parâmetros da lei do movimento corrente (LMC). Mais especificamente, as condições de E-estabilidade obtidas desse ajuste fornecem as condições para estabilidade assintótica de um equilíbrio de expectativas racionais sob aprendizagem de mínimos quadrados ordinários (EVANS; HONKAPOHJA, 2001, c. 2, p.30).

Intuitivamente, a E-estabilidade determina a estabilidade do equilíbrio de expectativas racionais sob uma regra de aprendizado estilizada na qual os parâmetros da lei do movimento percebido (LMP) são ajustados lentamente na direção dos parâmetros da lei do movimento corrente (LMC).

### 3.5 APRENDIZADO SOB ERROS DE ESPECIFICAÇÃO

Os agentes econômicos, assim como econométricos profissionais, podem falhar na especificação de seus modelos de formação de expectativas.

A ideia básica de um equilíbrio a partir de erros de especificação é conhecida como um equilíbrio de percepções restritas. Nesse tipo de sistema permite-se que os agentes não tenham racionalidade específica, ao não reconhecer certos padrões ou correlações nos dados (EVANS; HONKAPOHJA, 2001, c.3, p.57).

### 3.6 PERCEPÇÕES RESTRITAS

Fazendo-se valer das especificidades supracitadas se encontra a modelagem de percepções restritas. Em modelos de percepções restritas formaliza-se a ideia de que os agentes estimam modelos de previsão mal especificados, mas que, contudo, não conseguem detectar a falta de especificação. Porém, não se deve interpretar má especificação como algo ruim para os agentes. Por má especificação deve-se entender um modelo simples de previsão que deixa de lado algumas variáveis importantes devido à sofisticação dos agentes e à dinâmica e velocidade das interações econômicas que necessitam de rápida resposta (ADAM, 2007).

Porém, como os agentes formam expectativas com modelos menos sofisticados, também se deve compreender que o modelo que cada agente forma suas expectativas é essencialmente diferente de um agente para o outro. E em um cenário heterogêneo de agentes econômicos, alguns irão acertar e outros errar em suas previsões, culminando em alterações dos modelos que se distanciam do resultado real observado e causando o alargamento no número de modelos de previsão considerados.

Contudo, mesmo com uma série de modelos de formação de expectativas, diferentemente da ideia de expectativas racionais, a literatura acerca do tema das percepções restritas, como por exemplo, Branch (2006). Este afirma que o modelo segue para um equilíbrio assim como os modelos de expectativas racionais, podendo ser aplicado a modelos de equilíbrio geral ou parcial vigentes no esquema conceitual pensamento econômico, não sendo necessária a aplicação de modelos mais sofisticados de equilíbrio dinâmico que ainda estão em estágio inicial de desenvolvimento e disseminação. Sendo assim, é possível, em teoria, se valer de modelos de percepções restritas.

Um equilíbrio de percepções restritas formaliza a noção de que as crenças dos agentes provêm de modelos de previsão mal especificados, no entanto os agentes não conseguem detectar essa falha na especificação (BRANCH, 2004). Ou seja, a ideia básica de um equilíbrio de percepções restritas é que se permite que os agentes fiquem aquém da racionalidade, especificamente ao não reconhecer certos padrões ou correlações nos dados (EVANS E HONKAPOHJA, 2001).

Uma das grandes vantagens de um modelo de percepções restritas é a sua consistência com a hipótese de expectativas racionais proposta por Muth, porque capta limitações cognitivas e computacionais razoáveis dos agentes, sendo uma alternativa ao Equilíbrio de Expectativas Racionais (EER) (BRANCH, 2006).



## 4 ABORDAGEM EXPERIMENTAL

Dentre as discussões acerca dos modelos de formação de expectativas e suas respectivas características destaca-se a abordagem experimental proposta por Adam (2007), na qual este trabalho se baseia para a aplicação experimental. No trabalho, o autor verifica os desvios de expectativas racionais e, conseqüentemente, a aderência do comportamento dos agentes sob a hipótese de percepções restritas desempenha um importante papel na intensificação dos mecanismos internos de propagação de modelos econômicos.

Portanto, esta seção tem o objetivo de apresentar a argumentação e metodologia desenvolvida por Adam (2007), para posterior aplicação dos experimentos em laboratório.

### 4.1 MODELAGEM EXPERIMENTAL

O setor produtivo da economia consiste em um ambiente de concorrência monopolística onde as firmas produzem bens diferenciados em uma economia com produtividade do trabalho e tecnologia lineares. Nesse ambiente, as firmas definem seus preços baseando-se num contexto informacional de um período a frente. No entanto, podem redefinir seus preços a cada período. As famílias, por sua vez, maximizam sua utilidade de toda a vida com desconto sobre consumo e lazer e estão sujeitas a restrições de adiantamento de caixa. Por fim, o governo gera desvios na demanda por meio de choques monetários aleatórios nos saldos monetários reais. Tal modelagem segue o proposto por Dixit e Stiglitz (1977).

O comportamento ótimo das firmas emprega, portanto, a curva de Phillips com a seguinte forma:

$$\Pi_t = \frac{1}{1-\sigma} E_{t-1} [\pi_t \omega(y_t, E_t \pi_{t+1})], \quad (10)$$

onde  $\Pi_t$  representa a taxa de inflação;  $y_t$ , a produção;  $\omega(y_t, E_t \pi_{t+1})$ , o custo marginal da produção; e  $\sigma \in (0,1)$ , o inverso da elasticidade de substituição entre os bens das diferentes firmas. O salário real  $\omega$  depende da demanda por trabalho, que é igual a  $y_t$ , e das expectativas de inflação dos trabalhadores  $E_t \pi_{t+1}$ .

Os saldos monetários reais e o produto evoluem de acordo com:

$$y_t = \frac{y_{t-1}}{\pi_t} + \tau_t, \quad (11)$$

onde  $\tau_t$  é uma variável independente e identicamente distribuída de média pequena e superior a zero ( $\tau \geq 0$ ) que representa uma injeção monetária real na economia.

Linearizando as equações (10) e (11) em torno do estado estacionário monetário, encontramos a equação expectacional de produto e inflação:

$$\begin{pmatrix} \Pi_t \\ y_t \end{pmatrix} = \alpha_0 + \alpha_1 y_{t-1} + A \begin{pmatrix} {}_{t-1}\Pi_t^e \\ {}_{t-1}\Pi_{t+1}^e \end{pmatrix} + b v_t, \quad (12)$$

onde  ${}_{t-1}\Pi_t^e$  e  ${}_{t-1}\Pi_{t+1}^e$  representam as expectativas de inflação em  $t-1$  para os períodos  $t$  e  $t+1$ . Os coeficientes da equação anteriormente apresentada são dados por:

$$\alpha_0 = \begin{bmatrix} -\Pi \\ \left(1 + \frac{1}{\Pi}\right)y \end{bmatrix} \quad b = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\alpha_1 = \begin{bmatrix} \frac{1}{y\varepsilon} \\ \frac{1}{\Pi} \left(1 - \frac{1}{\Pi\varepsilon}\right) \end{bmatrix} \quad A = \begin{bmatrix} 1 - \frac{1}{\Pi\varepsilon} & 1 \\ -\frac{y}{\Pi^2} \left(1 - \frac{1}{\Pi\varepsilon}\right) & -\frac{y}{\Pi^2} \end{bmatrix}$$

onde  $\Pi \geq 1$  e  $y \geq 0$  denotam a inflação e o produto de estado estacionário, respectivamente, e  $\varepsilon > 0$  denota a elasticidade salarial real da oferta de mão de obra.

A equação de equilíbrio temporário, apresentada anteriormente, será utilizada para a implementação dos experimentos e determinam o estado atual da produção e inflação em função de variáveis predeterminadas e das expectativas dos agentes sobre as futuras variáveis endógenas.

## 4.2 O PROBLEMA DE MÚLTIPLOS EQUILÍBRIOS E A JUSTIFICATIVA DOS PREÇOS RÍGIDOS

No modelo *cobweb* utilizado anteriormente para apresentar de maneira mais simples a dinâmica da formação de expectativas e do aprendizado existe um equilíbrio único de expectativas racionais (EVANS; HONKAPOHJA, 2001, c. 2, p.25). No entanto, modelos macroeconômicos monetários mais complexos, de maneira geral, apresentam a possibilidade de diversas soluções de equilíbrio com expectativas racionais, e o modelo empregado para a simulação da economia experimental não é uma exceção. As multiplicidades criam problemas para a construção da dinâmica de preços e de crenças sob a aprendizagem, uma vez que exigem a seleção entre diferentes preços de equilíbrio de mercado. Tal seleção não é trivial pois afeta as expectativas correntes e, por meio da regra de aprendizado, toda a dinâmica dos

preços futuros. No entanto, uma configuração consistente com as informações exige que os agentes com aprendizagem possam usar os preços atuais para atualizar suas expectativas de inflação (ADAM, 2003).

Os saldos monetários reais são dados por:

$$y_t^s = \frac{\lambda y_{t-1}}{\pi_t} + \tau_t, \quad (13)$$

onde  $\lambda > 0$  denota o crescimento do estoque monetário;  $\tau_t \geq 0$  é o montante de senhoriagem;  $y_{t-1}$  é o choque nos saldos monetários reais do período anterior; e  $\Pi_t$  é o fator de inflação.

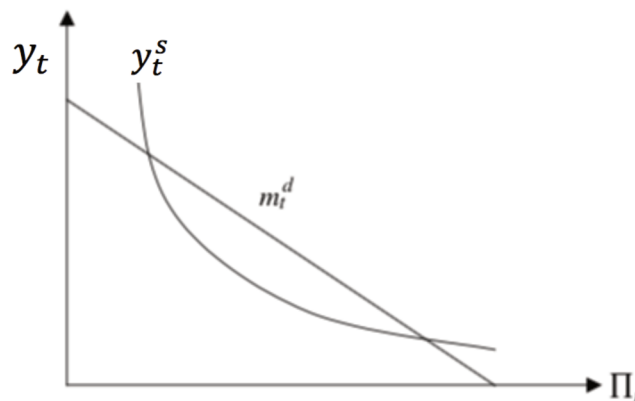
Já a demanda por moeda é definida por:

$$m_t^d = \alpha + \beta \cdot \Pi_{t+1}^e, \quad (14)$$

onde  $\alpha > \beta > 0$ .

Dessa maneira, é possível encontrar mais de um equilíbrio, conforme ilustra a Figura 1.

Figura 1 - Dois equilíbrios possíveis em um modelo sem preços rígidos



Fonte: Adaptado de Adam (2005)

Nos modelos com aprendizagem, as expectativas na função demanda são determinadas através de um mecanismo de atualização explícito. Considere a seguinte regra de aprendizado que tem sido amplamente usada na literatura e apresentada anteriormente:

$$p_{t+1}^e = p_t^e + \lambda(p_t - p_t^e).$$

O parâmetro  $\gamma > 0$  determina a rapidez com que as expectativas são atualizadas em resposta a erros de previsão anteriores. Pela equação é possível observar que os agentes usam a inflação corrente para atualizar, conforme necessário, para uma configuração consistente com as informações. Como resultado, a inflação atual afeta as expectativas atuais e a demanda por moeda. Nesse arranjo, em um modelo sem preços rígidos, portanto, o equilíbrio não seria único.

Devido a tal problema de múltiplos equilíbrios, opta-se pela introdução de preços rígidos e concorrência monopolística entre os produtores, que estabelecem seus preços com um período de antecedência. Se os empreendedores não conhecem o nível de preços atual no momento em que definem seus próprios preços, então suas expectativas são determinadas pelo histórico, e o problema de fixação de preços tem uma solução única. Uma vez que os preços são predeterminados, as expectativas que entram na função demanda podem depender dos preços atuais sem criar multiplicidade (ADAM, 2003).

#### 4.3 MODELAGEM DE EXPECTATIVAS RACIONAIS

Supondo que as expectativas de inflação dos agentes sejam racionais, estima-se o equilíbrio com base na função geral utilizada por Adam (2007):

$$y_t = y + v_t \quad (15)$$

$$\Pi_t = \frac{\pi}{y} y_{t-1} \quad (16)$$

Em tal modelagem, o produto só desvia do estado estacionário em resposta a choques monetários inesperados, ou seja, carrega consigo propriedades novo-clássicas (ADAM, 2007). De maneira geral, o comportamento de expectativas e produto sob o arcabouço de expectativas racionais é simples, pois não dependem da elasticidade da oferta de trabalho.

Segundo Adam (2007), esse modelo não pode gerar desvios persistentes de produto e inflação a partir do estado estacionário sob expectativas racionais, estando em desacordo com as respostas da economia frente a choques monetários, e ocasionando, portanto, a adição de fricções nos modelos. Segundo Adam (2003), o equilíbrio de expectativas racionais é E-estável, no conceito de Evans e Honkapohja (2001) apresentado anteriormente.

#### 4.4 MODELAGEM DE PERCEPÇÕES RESTRITAS

Ao invés de assumir agentes racionais, Adam (2007) supõe que “agentes menos sofisticados” utilizam funções de previsão baseadas em apenas uma variável explanatória ou, ainda, em apenas um intercepto, modelo que, por sua vez, não será avaliado neste trabalho.

Dessa maneira, o autor supõe que os agentes utilizam os seguintes modelos de previsão:

$$\text{Modelo Y: } \Pi_t = \alpha_y + \beta_y y_{t-1} \quad (17)$$

$$\text{Modelo } \Pi: \Pi_t = \alpha_\Pi + \beta_\Pi \Pi_{t-1} \quad (18)$$

Dessa maneira, os agentes formam suas projeções de inflação utilizando a produção defasada, utilizando o Modelo Y, ou a inflação defasada, utilizando o modelo  $\Pi$ .

É importante ressaltar que o Modelo Y pode gerar expectativas consistentes com o equilíbrio de expectativas racionais, desde que seja adequadamente parametrizado. O modelo, no entanto, nunca gera expectativas racionais, já que a inflação nunca depende da inflação defasada em um equilíbrio de expectativas racionais (ADAM, 2005). Idealmente, conforme afirma Adam (2007), os agentes deveriam utilizar ambas as variáveis para formar suas expectativas. No entanto, esses agentes não conseguiriam ser simples e, assim, tal tecnologia de previsão não estaria ao alcance de todos. Além disso, condicionar os agentes a utilizar modelos que utilizem o produto ou a inflação pode representar um ponto de partida natural para os participantes do experimento.

Portanto, o modelo Y refere-se a um modelo racional, enquanto o modelo  $\Pi$  representa as previsões menos que racionais, de percepções restritas. Os modelos de previsão de percepção restrita são, portanto, definidos por:

$${}_{t-1}\Pi_t^e = \alpha_\Pi + \beta_\Pi \Pi_{t-1} \quad (19)$$

$${}_{t-1}\Pi_{t+1}^e = \alpha_\Pi + \alpha_\Pi \beta_\Pi + \beta_\Pi^2 \Pi_{t-1} \quad (20)$$

Substituindo as equações de expectativas de percepções restritas (equações (19) e (20)) na equação de equilíbrio temporário (12), temos:

$$\begin{pmatrix} \Pi_t \\ y_t \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_\Pi \left( 2 + \beta_\Pi - \frac{1}{\Pi_\varepsilon} \right) - \Pi \\ y \left( 1 + \frac{1}{\Pi} \right) - \frac{y}{\Pi^2} \alpha_\Pi \left( 2 + \beta_\Pi - \frac{1}{\Pi_\varepsilon} \right) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \beta_\Pi \left( 1 - \frac{1}{\Pi_\varepsilon} + \beta_\varepsilon \right) & \frac{1}{y\varepsilon} \\ -\frac{y}{\Pi^2} \beta_\Pi \left( 1 - \frac{1}{\Pi_\varepsilon} + \beta_\Pi \right) & \frac{1}{\Pi} - \frac{1}{\Pi^2 \varepsilon} \end{bmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \Pi_{t-1} \\ y_{t-1} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ v_t \end{pmatrix} \quad (21)$$

A restrição aos modelos simplistas pode ser interpretada de diversas maneiras. Primeira, ela pode refletir a capacidade tecnológica preditiva disponível para os agentes. Segunda, a restrição a modelos simples pode ser interpretada como um fenômeno temporário na busca dos agentes por um modelo mais aderente aos dados.

Em cada período, os agentes estimam os dois modelos apresentados, Modelo Y e Modelo  $\Pi$ , por meio de mínimos quadrados ordinários e escolhem o modelo com melhor aderência, ou seja, com menor erro quadrático médio (ADAM, 2005). Desempenhos insatisfatórios de previsão, no entanto, podem conduzir a um crescimento no número de

modelos de previsão considerados (ADAM, 2007). Tal característica está em linha com os pressupostos de aprendizado supracitados.

É importante destacar, no entanto, assim como Adam (2007), que, sem a restrição para os modelos de previsões simples, os modelos de percepção restrita são, no limite, modelos racionais, pois uma função de previsão que supera todas as possíveis funções de previsão é uma função racional de previsão.

#### 4.5 IMPLEMENTAÇÃO EXPERIMENTAL

Os experimentos ocorreram na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Brasil. No total, 66 pessoas participaram do experimento, com nenhuma das pessoas participando em mais de uma sessão experimental. Os participantes eram, em sua maioria, graduandos do curso de economia.

Para a implementação do experimento desenvolvemos um aplicativo *web* onde foi possível aplicar os experimentos em sala de aula a partir dos celulares dos participantes. A interface do aplicativo pode ser observada no Apêndice 3. O aplicativo, que foi programado em linguagem Python, caracterizou-se por um jogo dinâmico, onde os participantes inseriam suas previsões para cada período experimental e um operador, que chamamos de “*master*”, era responsável por operar o experimento, rodando o modelo com base nas expectativas dos agentes e, como resultado, entregando os novos dados de inflação e produto para que se inicie a próxima rodada.

No início do experimento, os participantes receberam instruções, informando que eles deveriam projetar repetidamente as taxas futuras de inflação. Os participantes não tinham conhecimento dos valores de inflação e produto para o estado estacionário ou de qualquer outra característica subjacente da economia. Os participantes eram então introduzidos ao programa construído para a implementação do experimento.

O experimento seguiu a seguinte sequência. Em um período  $t$  os participantes observavam o histórico de inflação e produto da economia até o período  $t-1$  e eram solicitados a prever a inflação do período  $t$  e  $t+1$ . É importante ressaltar que os participantes do experimento podiam inserir a previsão que desejassem e também que esses nada sabiam sobre os modelos de previsão racional, previsões do modelo Y ou previsões do modelo  $\Pi$ . Foram retiradas as médias das previsões dos períodos  $t$  e  $t+1$  e essas foram substituídas na equação de equilíbrio temporário (12). A média das previsões é justificada pelo fato de representar

uma aproximação de primeira ordem para a exata agregação não-linear de expectativas heterogêneas. Esses dados, em conjunto com um choque exógeno de demanda determinado pela variável aleatória  $v_t$ , determinavam a inflação e o produto para o período  $t$ . Os novos valores de produto e inflação eram anunciados aos participantes e o processo de previsão se repetia até a décima rodada.

Os valores de parametrização utilizados por Adam (2007) e utilizados também neste trabalho supõem que  $\varepsilon = 2$ , podendo variar para testar a robustez do modelo. As parametrizações do produto e da inflação foram  $Y = 100$  e  $\Pi = 1.04$ , respectivamente. Tais valores de  $Y$  e  $\Pi$  denotam o estado estacionário da economia. A economia simulada parte do estado estacionário, no entanto os agentes não sabem que tais valores são de estado estacionário

Quatro sessões experimentais com dois tratamentos diferentes foram implementadas.

A Tabela 1 detalha as sessões experimentais e seus respectivos tratamentos.

Tabela 1 – Sessões experimentais, elasticidade da oferta de trabalho e número de jogadores por sessão

<b>Sessão</b>	<b>Elasticidade da oferta de trabalho</b>	<b>Número de jogadores</b>
Sessão 1	$\varepsilon = 2$	14
Sessão 2	$\varepsilon = 2$	27
Sessão 3	$\varepsilon = 2$	10
Sessão 4	$\varepsilon = 1$	15

## 5. ANÁLISE DOS RESULTADOS EXPERIMENTAIS

Nesta seção analisa-se o desempenho do equilíbrio de expectativas racionais e do equilíbrio de percepção restritas em explicar os resultados obtidos nos experimentos de base (sessões experimentais 1, 2 e 3).

A performance dos modelos é estimada avaliando quão bem esses equilíbrios explicam as previsões de inflação dos agentes participantes dos experimentos. Isso se deve pelo fato de que qualquer desvio de produto e da inflação do comportamento de ruído branco deve ser impulsionado por desvios das expectativas reais das expectativas racionais.

Numa primeira observação podemos verificar que as previsões dos agentes fogem de uma distribuição normal, ou seja, há uma primeira evidência de que os agentes não agem racionalmente. Para isso utilizamos medidas de estatística descritiva, como por exemplo, medidas de assimetria e curtose. Outra evidência pode ser observada nos gráficos *QQ-plots*, que demonstra os desvios a partir de uma distribuição normal esperada, no Apêndice 2. As tabelas a seguir apresentam os dados de assimetria, curtose e os resultados do teste Jarque-Bera para as sessões experimentais. Ainda, no Apêndice 1 é possível observar as distribuições de frequência para as expectativas de t+1 e t+2 de cada sessão experimental.

Tabela 2 - Estatística descritiva: assimetria e curtose das expectativas de inflação

Sessão	t+1		t+2	
	Assimetria	Curtose	Assimetria	Curtose
Sessão 1	27,09	21,07	23,44	12,80
Sessão 2	60,89	52,22	60,61	54,16
Sessão 3	-0,26437	-0,21018	-0,14451	-0,26117

*Fonte:* elaborado pelo autor com base nos resultados experimentais

Tabela 3 - Teste Jarque-Bera para as expectativas de inflação

Sessão	t+1		t+2	
	Jarque-Bera	P-valor	Jarque-Bera	P-valor
Sessão 1	2801,09	0	1099,64	0
Sessão 2	28995,9	0	31059,4	0
Sessão 3	1,349	0,509442	0,632264	0,728963

*Fonte:* elaborado pelo autor com base nos resultados experimentais

Pelos resultados obtidos a partir do teste Jarque-Bera para a hipótese de normalidade, podemos concluir que somente as previsões de t+2 para a Sessão 3 podem satisfazer a hipótese de normalidade corroborando, em conjunto com os



valores de assimetria e curtose, portanto, com a hipótese de que os agentes não formam suas expectativas de forma racional.

As previsões de inflação são dadas por:

$${}_{t-1}\Pi_t^{EE} = 0.0104y_{t-1} \quad (22)$$

$${}_{t-1}\Pi_{t+1}^{EE} = 1.04 \quad (23)$$

Já em um equilíbrio de percepções restritas, as expectativas de inflação são dadas por:

$${}_{t-1}\Pi_t^{EPR} \approx 0.248842 + 0.760728\Pi_{t-1} \quad (24)$$

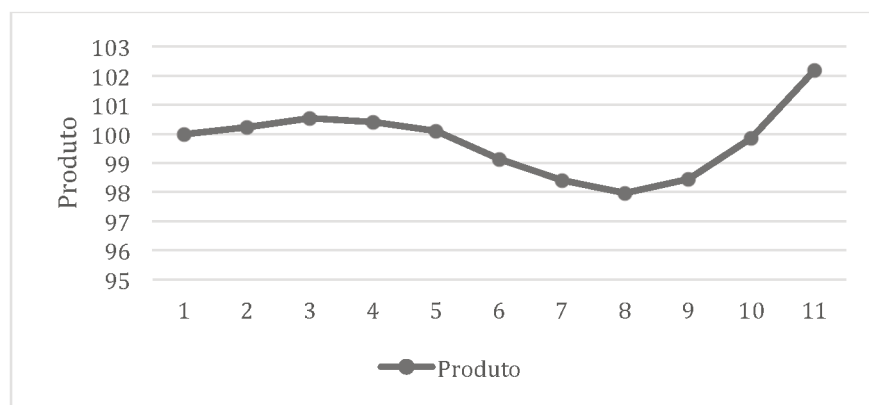
$${}_{t-1}\Pi_{t+1}^{EPR} \approx 0.438143 + 0.578708\Pi_{t-1} \quad (25)$$

Nas seções subsequentes comparam-se as previsões do equilíbrio de expectativas racionais (equações (22) e (23)) e do equilíbrio de percepções restritas (equações (24) e (25)) com as previsões reais de inflação.

## 5.1 PRODUTO E INFLAÇÃO NOS EXPERIMENTOS

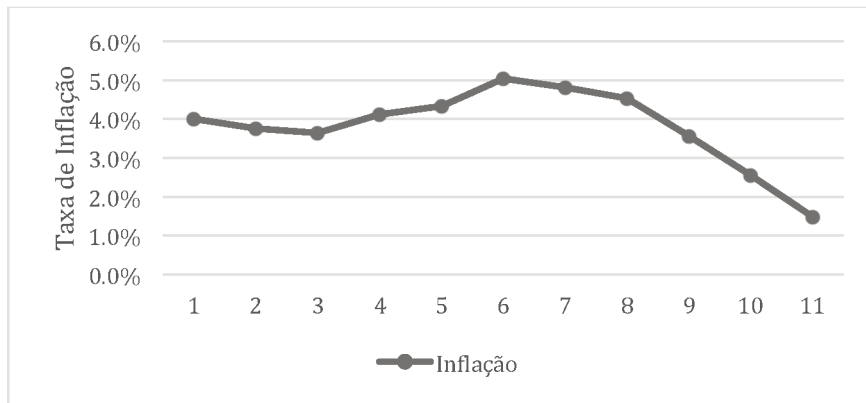
Os Gráficos 1 a 6 retratam o comportamento do produto e da inflação nos experimentos. Em todos os casos é possível perceber desvios da inflação e do produto de estado estacionário, replicando a evidência empírica acerca do tema.

Gráfico 1 - Produto na sessão 1



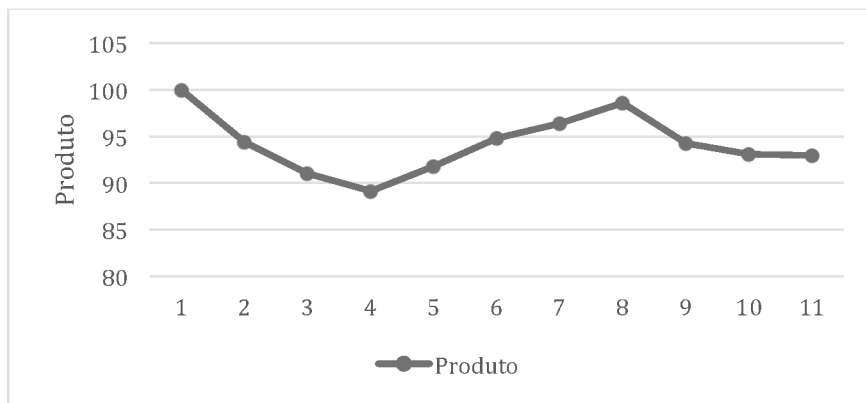
Fonte: elaborado pelo autor com base nos resultados experimentais

Gráfico 2 - Inflação na sessão 1



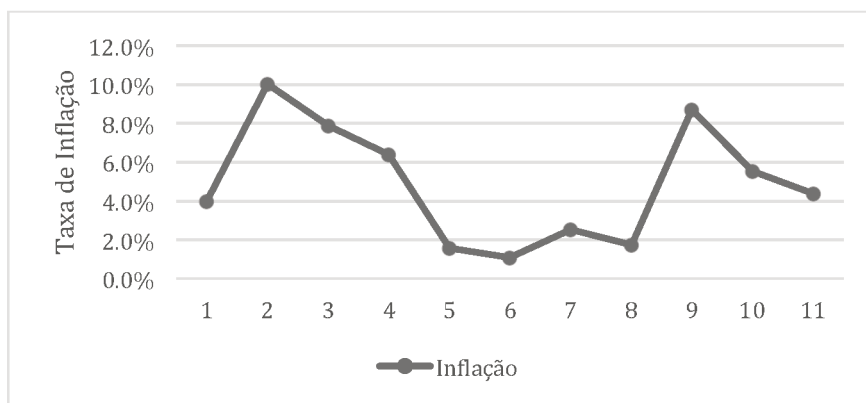
Fonte: elaborado pelo autor com base nos resultados experimentais

Gráfico 3 - Produto na sessão 2



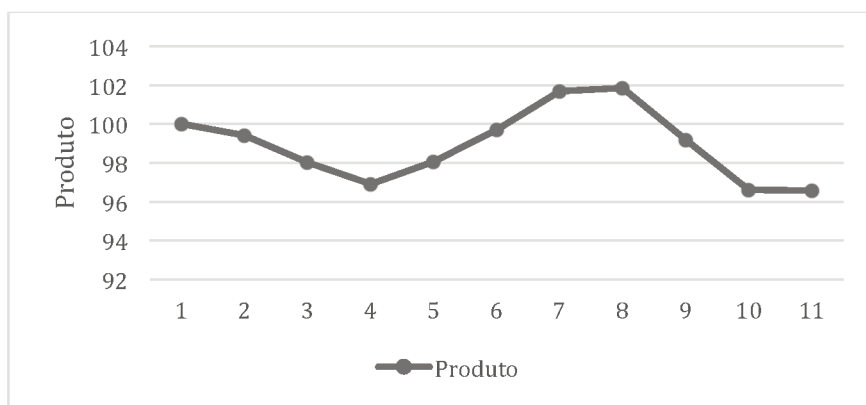
Fonte: elaborado pelo autor com base nos resultados experimentais

Gráfico 4 - Inflação na sessão 2



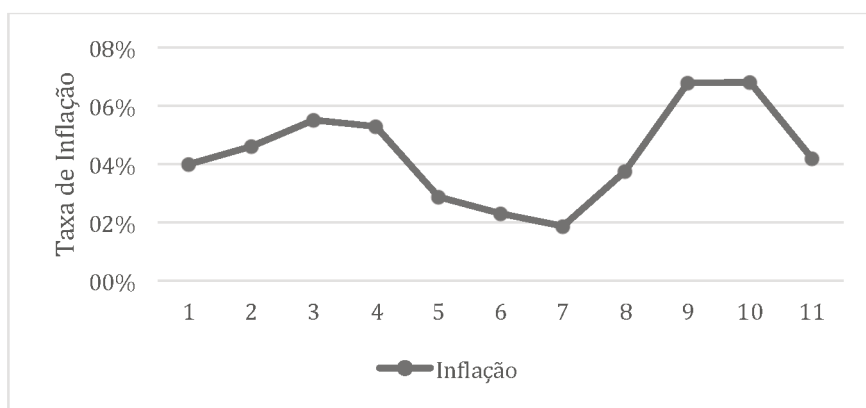
Fonte: elaborado pelo autor com base nos resultados experimentais

Gráfico 5 - Produto na sessão 3



Fonte: elaborado pelo autor com base nos resultados experimentais

Gráfico 6 - Inflação na sessão 3



Fonte: elaborado pelo autor com base nos resultados experimentais

De acordo com a simulação do comportamento de produto e inflação para o equilíbrio de percepções restritas (EPR) no Modelo  $\Pi$  aplicada por Adam (2007), a partir da parametrização apresentada na seção 4.5, produto e inflação são dados por:

$$y_t \approx 143.699 + 0.499260y_{t-1} - 90.0242\Pi_{t-1} + v_t \quad (27)$$

$$\Pi_t \approx -0.472649 + 0.005y_{t-1} + 0.973701\Pi_{t-1} \quad (28)$$

Seguindo Adam (2007), os valores de equilíbrio dos parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$  da equação (21) são dados por:

$$\alpha_{\Pi}^* \approx 0.248842$$

$$\beta_{\Pi}^* \approx 0.760728$$

As equações (27) e (28) implicam uma correlação de  $(y_t, y_{t-1}) \approx 0.70$  e  $(\Pi_t, \Pi_{t-1}) \approx 0.76$ , segundo Adam (2007). Na Tabela 4 é possível observar a autocorrelação do produto e inflação para os experimentos, e verificar, portanto, se seu comportamento é consistente com o EER ou o EPR.

Tabela 4 - Autocorrelação prevista e observada

<b>Autocorrelação</b>	<b>Produto</b>	<b>Inflação</b>
Equilíbrio de Expectativas Racionais (EER)	0,00	0,00
Equilíbrio de Percepções Restritas (EPR)	0,70	0,76
Sessão 1	0,60	0,52
Sessão 2	0,40	0,31
Sessão 3	0,66	0,49
Sessão 4	0,56	0,36

O comportamento observado segundo a Tabela 4 é, portanto, inconsistente com o Equilíbrio de Expectativas Racionais (EER) e é, no entanto, consistente com a previsão de percepções restritas, mantendo correlações mais próximas. No entanto, devido ao horizonte de previsão utilizado de 10 períodos, os  $p$ -valores para a estatística Ljung-Box foram elevados, mas que não descartam os valores de autocorrelação encontrados.

Ainda que esses resultados sejam interessantes e possam conduzir para algumas conclusões, eles ainda precisam ser melhor explorados para que sejam definitivos. Na próxima seção apresenta-se uma análise de forma mais detalhada dos resultados experimentais.

## 5.2 PREVISÕES INCONDICIONAIS DE INFLAÇÃO

Consideremos a média das previsões dos agentes para cada período ( $t + 1$  e  $t + 2$ ). Essa média de previsão pode ser interpretada como uma estimativa das previsões de inflação incondicionais do agente representativo (ADAM, 2007).

Tanto o equilíbrio de expectativas racionais quanto o equilíbrio de percepções restritas devem conduzir para que as previsões incondicionais para  $t + 1$  e  $t + 2$  sejam iguais à inflação de estado estacionário (ADAM, 2007). As previsões incondicionais, portanto, não permitem a discriminação entre o equilíbrio de expectativas racionais e o equilíbrio de percepções restritas (ADAM, 2007). Portanto, desde que os agentes não saibam qual é a inflação de estado estacionário, previsões incondicionais permitem avaliar se o equilíbrio de expectativas racionais ou o equilíbrio de percepções restritas capturam o primeiro momento das expectativas de inflação dos agentes (ADAM, 2007).

A Tabela 5 apresenta as médias das previsões de inflação de  $t + 1$  e  $t + 2$  para todas as sessões experimentais. As médias das previsões de inflação, portanto, são consistentes com as previsões dos modelos de expectativas racionais e de percepções restritas.

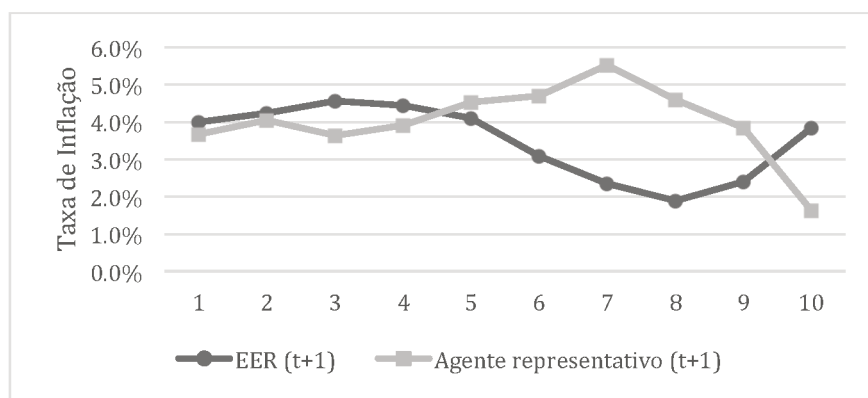
Tabela 5 - Médias de previsão de inflação

Sessão	$t+1$	$t+2$
Sessão 1	4,06	3,99
Sessão 2	6,12	6,60
Sessão 3	4,35	4,64
Sessão 4	4,13	4,38

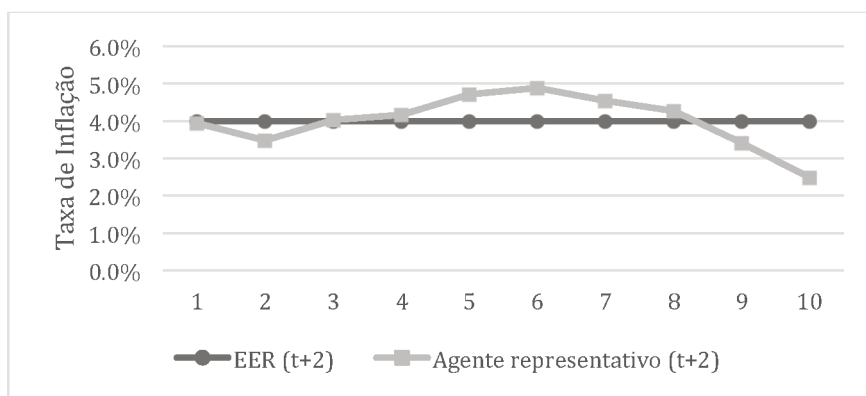
### 5.3 PREVISÕES CONDICIONAIS DE INFLAÇÃO

Pelos Gráficos de 7 a 12 fica visível que o Equilíbrio de Expectativas Racionais (EER) tem um fraco desempenho em explicar as previsões atuais de inflação dos agentes. As previsões de  $t + 1$  dos agentes estão claramente defasadas quando utilizado o modelo racional, e as previsões de  $t + 2$  apresentam comportamento errático, incompatível com a previsão constante postulada pelas expectativas racionais. Além disso, parece não haver tendência de as previsões convergirem ao longo do tempo, dentro do horizonte temporal experimentado, para o comportamento previsto pelas previsões de expectativas racionais.

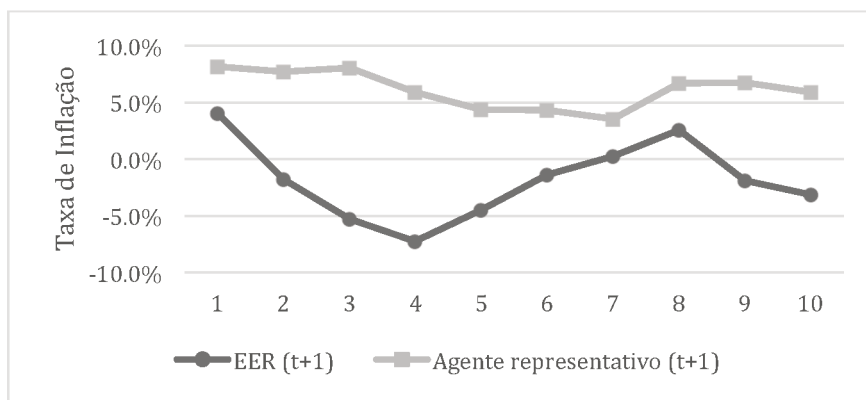
Gráfico 7 - Taxa de inflação prevista ( $t + 1$ ) - Agente representativo e EER – Sessão 1



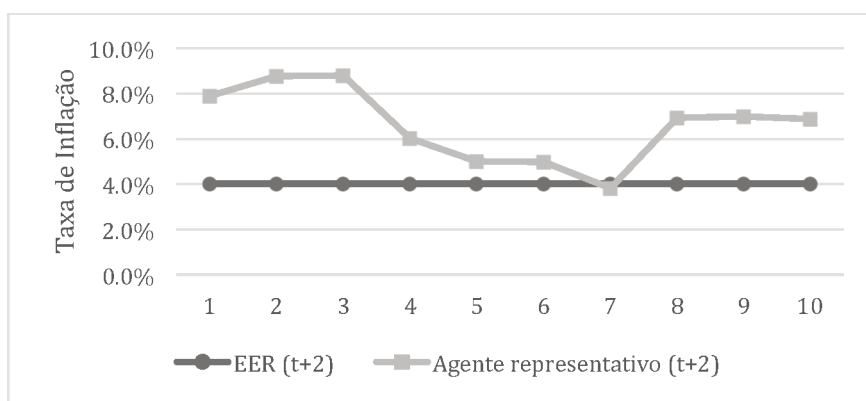
Fonte: elaborado pelo autor com base nos resultados experimentais

Gráfico 8 - Taxa de inflação prevista ( $t + 2$ ) - Agente representativo e EER – Sessão 1

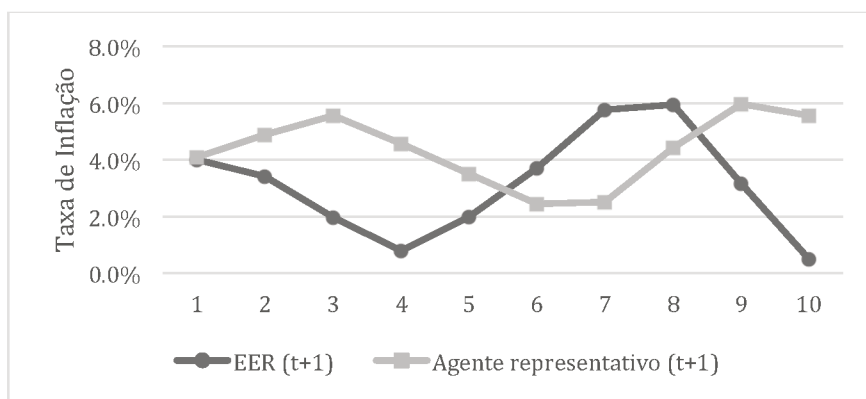
Fonte: elaborado pelo autor com base nos resultados experimentais

Gráfico 9 - Taxa de inflação prevista ( $t + 1$ ) - Agente representativo e EER – Sessão 2

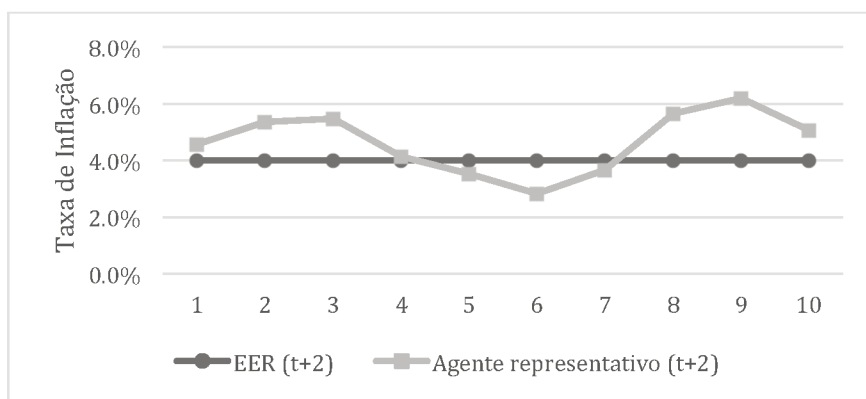
Fonte: elaborado pelo autor com base nos resultados experimentais

Gráfico 10 - Taxa de inflação prevista ( $t + 2$ ) - Agente representativo e EER – Sessão 2

Fonte: elaborado pelo autor com base nos resultados experimentais

Gráfico 11 - Taxa de inflação prevista ( $t + 1$ ) - Agente representativo e EER – Sessão 3

Fonte: elaborado pelo autor com base nos resultados experimentais

Gráfico 12 - Taxa de inflação prevista ( $t + 2$ ) - Agente representativo e EER – Sessão 3

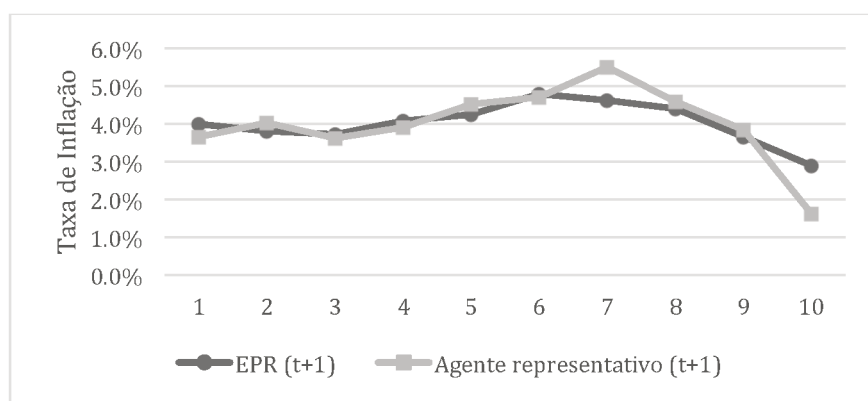
Fonte: elaborado pelo autor com base nos resultados experimentais.

É importante ressaltar que os resultados da sessão 2 foram causados por um efeito *priming* não intencional. Em uma primeira rodada falha, a inflação ocorrida para o período 1 alcançou os 23% e, com o reinício do experimento, os agentes participantes ancoraram-se no valor elevado para fazer suas novas expectativas para o período. No entanto, optou-se por não descartar a sessão e verificar como o modelo se comportaria frente a uma rápida aceleração e elevada taxa de inflação. O Gráfico 9 e o Gráfico 10 demonstram que o modelo racional tem uma aderência ainda menor frente a expectativas mais extremas, inerentes a períodos de hiperinflação ou inflação inercial, por exemplo.

Os Gráficos de 13 a 18 apresentam as previsões de inflação dos agentes e as previsões do modelo de percepções restritas. O modelo de percepções restritas demonstra uma boa aderência principalmente quando confrontado com as previsões de  $t + 1$ . O mesmo pode ser verificado com as previsões de  $t + 2$ .

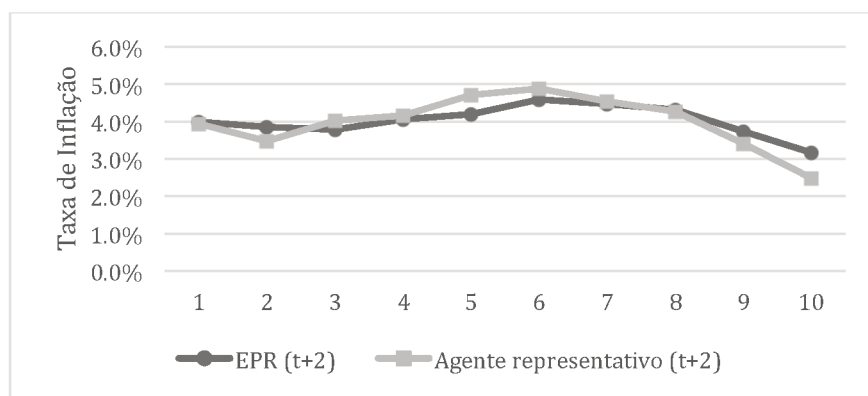
Os resultados apresentados fornecem um importante suporte ao Equilíbrio de Percepções Restritas (EPR). De maneira geral, o ajuste entre as previsões do EPR e as previsões reais é notável, pois as previsões do EPR são calculadas sem levar em conta as previsões dos agentes: as previsões do EPR dependem apenas das informações disponíveis para os agentes no momento da previsão.

Gráfico 13 - Taxa de inflação prevista ( $t + 1$ ) - Agente representativo e EPR – Sessão 1



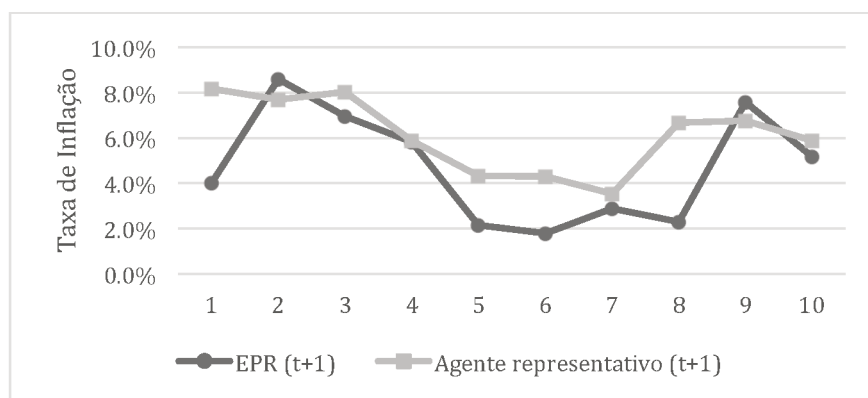
Fonte: elaborado pelo autor com base nos resultados experimentais.

Gráfico 14 - Taxa de inflação prevista ( $t + 2$ ) - Agente representativo e EPR – Sessão 1



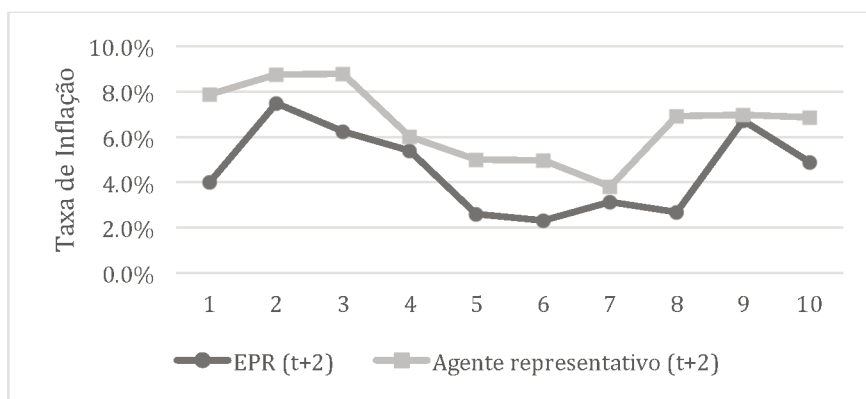
Fonte: elaborado pelo autor com base nos resultados experimentais.

Gráfico 15 - Taxa de inflação prevista ( $t + 1$ ) - Agente representativo e EPR – Sessão 2

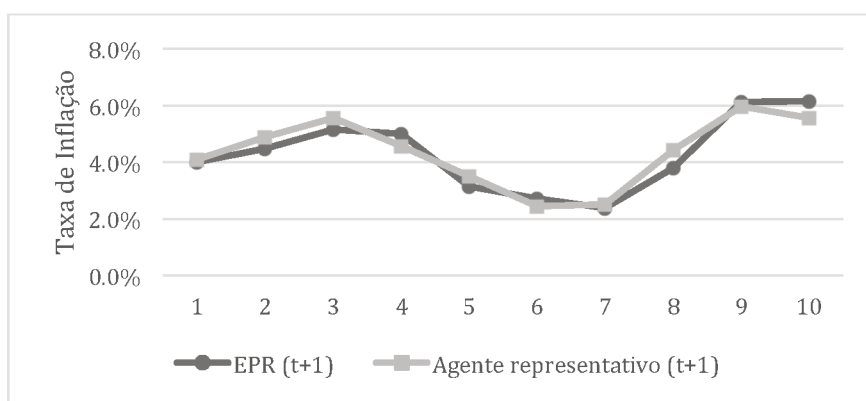


Fonte: elaborado pelo autor com base nos resultados experimentais.

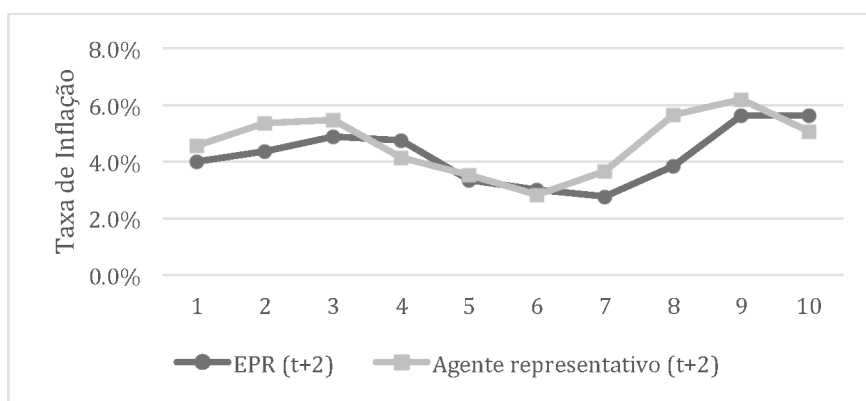


Gráfico 16 - Taxa de inflação prevista ( $t + 2$ ) - Agente representativo e EPR – Sessão 2

Fonte: elaborado pelo autor com base nos resultados experimentais.

Gráfico 17 - Taxa de inflação prevista ( $t + 1$ ) - Agente representativo e EPR – Sessão 3

Fonte: elaborado pelo autor com base nos resultados experimentais.

Gráfico 18 - Taxa de inflação prevista ( $t + 2$ ) - Agente representativo e EPR – Sessão 3

Fonte: elaborado pelo autor com base nos resultados experimentais.

No horizonte temporal analisado, a previsão de percepções restritas se manteve aderente às previsões do agente representativo. No entanto, os resultados obtidos por Adam (2007) indicam uma deterioração do modelo ao longo do tempo.

A evidência visual de maior aderência do modelo de percepções restritas pode ser confirmada de maneira mais formal. Para demonstrar o quão bem os

modelos racionais e de percepções restritas explicam as previsões de inflação dos experimentos, foi estimado um modelo OLS para encontrar o valor do parâmetro  $\beta$  para a seguinte regressão:

$${}_{t-1}\Pi_{t+i}^{Previsto} = \alpha + \beta {}_{t-1}\Pi_{t+i}^{EPR} + (1 - \beta) {}_{t-1}\Pi_{t+i}^{EER} \quad , \quad (29)$$

onde  ${}_{t-1}\Pi_{t+i}^{Previsto}$  denota a previsão feita no tempo  $t - 1$  para a inflação do período  $t + i$ ; e  ${}_{t-1}\Pi_{t+i}^{EPR}$  e  ${}_{t-1}\Pi_{t+i}^{EER}$  são as previsões de equilíbrio em um EPR e EER, respectivamente, como dado pelas equações (22) a (24). A estimativa de  $\beta$  deve ser interpretada como a parcela de agentes utilizando o modelo de percepções restritas. Um valor de  $\beta$  próximo de 1 indica que o modelo de percepções restritas explica as funções de previsão de maneira mais robusta, enquanto um valor mais próximo de zero indica que o modelo racional oferece uma melhor descrição do modelo de previsão utilizado pelos agentes.

Tabela 6 – Estimativa do parâmetro  $\beta$  para  $t + 1$ ,  $t + 2$  e erro padrão das estimativas

Sessão	t+1	t+2	Erro padrão (t+1)	Erro padrão (t+2)
Sessão 1	1,016	0,999	0,033	0,028
Sessão 2	0,434	0,627	0,179	0,220
Sessão 3	0,892	0,732	0,098	0,259

As estimativas da Tabela 6 estão mais próximas de 1 tanto para as previsões de  $t + 1$  e  $t + 2$  em todas as sessões experimentais, em conformidade com o resultado visual apresentado nos Gráficos de 13 a 18. O valor menor observado para a sessão 2 se deve ao descolamento inicial comentado anteriormente. No entanto, graficamente se percebe que, nos demais períodos, o modelo de percepções restritas teve boa aderência, sendo a primeira observação, portanto, um *outlier*.

Para verificar a hipótese de aprendizado, a Tabela 7 a seguir apresenta os valores do parâmetro  $\alpha$  calculados de acordo com a equação  $p_t = \mu + \alpha p_t^e + \eta_t$  apresentada na seção 3.3.

Tabela 7 – Aprendizado: estimativa do parâmetro  $\alpha$

Sessão	$\alpha$	p-valor
Sessão 1	0,9510	0,0092
Sessão 2	1,6740	0,0017
Sessão 3	0,9487	0,0320

Com exceção da sessão experimental 2, as demais sessões, em que se cabe avaliar o aprendizado, registraram uma estimativa para o parâmetro alfa menor do que um. Portanto, as sessões 1 e 3 satisfazem a hipótese de aprendizado e tenderiam a

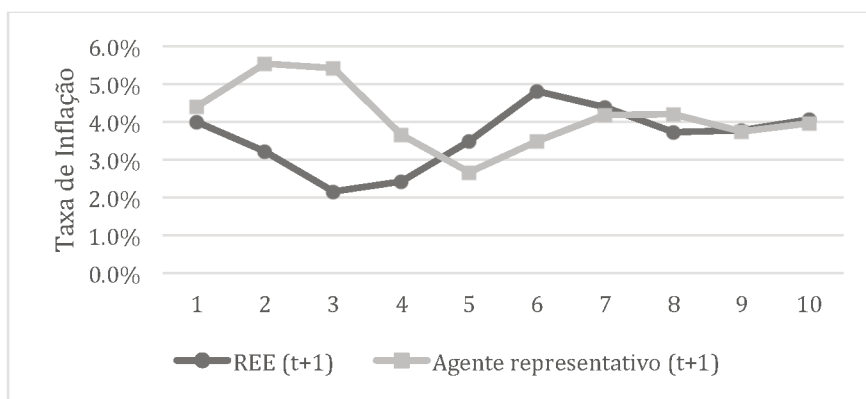
conduzir as expectativas para um equilíbrio de expectativas racionais. Porém, cabe ressaltar que a sessão 2 passou por um forte desvio de inflação nos primeiros períodos, que pode implicar um processo de aprendizado mais demorado, ou seja, talvez mais períodos de projeções por parte dos agentes poderiam conduzir a um aprendizado. Além disso, a sessão 2 foi a com maior número de agentes, ocasionando maior heterogeneidade nas expectativas.

#### 5.4 RESULTADOS SOB BAIXA ELASTICIDADE DA OFERTA DE TRABALHO

Esta seção tem como objetivo apresentar e discutir os resultados obtidos na quarta sessão experimental, onde se utilizou uma elasticidade da oferta de trabalho  $\varepsilon = 1$ . Na economia de baixa elasticidade, o equilíbrio de percepções restritas (EPR) não existe, pois, segundo Adam (2005), a performance do modelo de percepções restritas é inferior ao modelo racional quando a elasticidade da oferta de trabalho ( $\varepsilon$ ) é inferior ao valor crítico de 1,75.

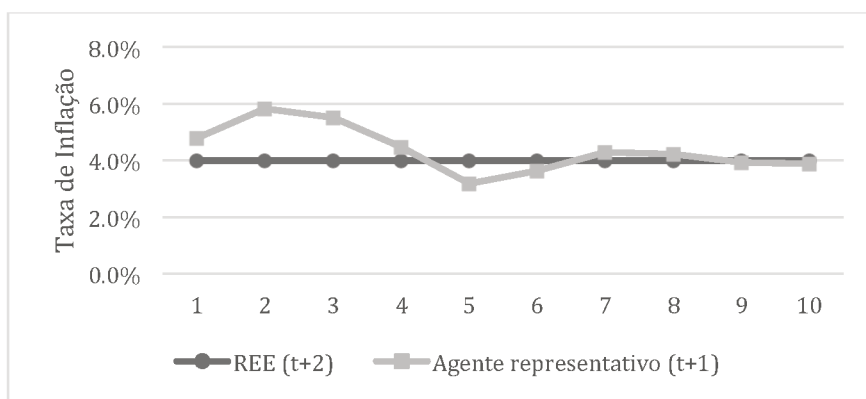
O caso  $\varepsilon = 1$  é especial, pois um choque de 1% na demanda gera um aumento de 1% nos custos esperados. O *mark-up* das firmas causa um aumento de 1% na inflação. Isso faz com que o excesso de moeda retorne para zero. Como resultado, não há persistência dos efeitos inflacionários. Porém, quando a oferta de trabalho se torna mais elástica, um choque de 1% na demanda causa um impacto menos que proporcional nos custos de mão de obra, causando o aumento da inflação. O excesso monetário não é descontado em apenas um período e persiste, causando custos acima da média e inflação. Para valores de  $\varepsilon$  próximos de 1, portanto, espera-se que o modelo de percepções restritas tenha uma performance pior do que o modelo racional, pois a inflação passada, nesses casos, tende a ter pouco poder preditivo e, portanto, o modelo de percepções restritas é excluído.

O Gráfico 19 demonstra que, após um início com pouca aderência, o modelo de expectativas racionais começou a apresentar melhor desempenho a partir da quinta jogada para as previsões de  $t + 1$  do que o observado nas demais sessões, onde o comportamento do modelo racional foi, por muitas vezes, oposto ao mensurado pelo agente representativo.

Gráfico 19 - Taxa de inflação prevista ( $t + 1$ ) - Agente representativo e EER – Sessão 4

Fonte: elaborado pelo autor com base nos resultados experimentais.

No Gráfico 20 se encontram as previsões para  $t + 2$  e o valor de equilíbrio para expectativas racionais. Novamente, se comparado com o resultado de outras sessões experimentais, o resultado obtido para a sessão 4 é muito mais próximo de um equilíbrio racional. A oscilação da previsão do agente representativo em torno da previsão de equilíbrio é visivelmente menor.

Gráfico 20 - Taxa de inflação prevista ( $t + 2$ ) - Agente representativo e EER – Sessão 4

Fonte: elaborado pelo autor com base nos resultados experimentais.

O resultado visual pode ser verificado de maneira mais formal, assim como feito para os modelos anteriores. Visto que o EPR não existe quando aplicamos o tratamento de baixa elasticidade, devemos comparar a capacidade de explicação da inflação do agente representativo pelo modelo racional em todos os modelos, inclusive nos de alta elasticidade. A Tabela 8 apresenta os resultados do parâmetro  $\delta$  obtido a partir da equação (30).

$${}_{t-1}\Pi_t^{Previsto} = \gamma + \delta {}_{t-1}\Pi_t^{EER}. \quad (30)$$

No entanto, ao verificar os resultados na Tabela 8 percebe-se que o ajuste final não é captado pelo modelo com o número de rodadas aplicadas.

Tabela 8 – Estimativa do parâmetro  $\delta$  para as sessões experimentais

Sessão	t+1	Erro padrão
Sessão 1	-0,436864	0,276253
Sessão 2	0,071714	0,165448
Sessão 3	-0,314933	0,208294
Sessão 4	-0,400369	0,341072

*Fonte:* elaborado pelo autor com base nos resultados experimentais

No entanto, se a sessão experimental tivesse mais rodadas, o resultado poderia se assemelhar mais à hipótese de que o modelo racional apresenta um melhor ajuste aos dados coletados para a sessão com menor elasticidade. Outro ponto a ser levado em consideração é com relação a heterogeneidade da amostra, que produziria o resultado oposto. Um maior horizonte de projeção também poderia reduzir ainda mais a performance do modelo. Portanto, para uma economia com menor elasticidade da oferta de trabalho, o modelo racional é inconclusivo quando analisado para as projeções de  $t + 1$  e, portanto, não confirma os resultados observados por Adam (2007).

Utilizando a equação (30) e regredindo a previsão do agente em relação às previsões do agente representativo em função do EPR se obtém melhores resultados de previsão para o período  $t + 1$ . Nesse caso encontramos  $\delta = 1,03374$ , com elevada significância estatística. Tal resultado é o oposto ao postulado por Adam (2005), pois obtivemos melhor performance do modelo de percepções restritas.

Na Tabela 9 a seguir podemos observar os resultados quanto às previsões para  $t + 2$ . A tabela apresenta os resultados do desvio quadrático médio das previsões com relação à previsão de expectativas racionais (EER).

Tabela 9 – Erro quadrático médio – (EER-previsto)

Sessão	t+2
Sessão 1	0,4624
Sessão 2	2,7364
Sessão 3	0,9835
Sessão 4	0,6011

*Fonte:* elaborado pelo autor com base nos resultados experimentais

A mesma avaliação feita quanto à aderência do modelo de percepções restritas para as previsões de  $t + 1$  serão aplicadas para as previsões de  $t + 2$ . Nesse caso, a estimativa do parâmetro foi de  $\delta = 1,15183$ , com elevada significância estatística e com erro quadrático médio de 0,21878, menor do que o verificado para as previsões de EER para  $t + 2$ . Portanto, para as previsões de  $t + 2$ , o modelo de

percepções restritas também forneceu melhores resultados em detrimento do modelo racional, mesmo no caso em que a elasticidade da oferta de trabalho é inferior ao valor crítico.

Por fim, percebe-se que a sessão 1 também apresentou boa aderência à modelagem racional para as previsões de  $t + 2$ , inclusive superior ao observado no modelo de menor elasticidade da oferta de trabalho.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A performance do modelo racional e do modelo de percepções restritas foi avaliada de acordo com o grau de aderência desses modelos aos valores previstos pelos agentes participantes do experimento e às previsões do agente representativo. Essa abordagem decorre do motivo de que qualquer desvio do produto e da inflação de um comportamento de ruído branco deve ser compreendido como um desvio de expectativas racionais. Tal comportamento foi aqui verificado nas sessões experimentais, demonstrando que houve desvio de expectativas racionais em todas elas.

De maneira geral, os resultados experimentais sugerem que a tecnologia de previsão empregada por agentes de menor sofisticação pode ser bem capturada por modelos simples de previsão que utilizam apenas uma variável explanatória. Esse estudo, portanto, reforça os resultados obtidos por Adam (2007), ainda que utilizando um horizonte temporal mais curto, mas que, no entanto, agrupou um maior número de agentes, inserindo maior heterogeneidade nas expectativas.

Porém, os resultados para o caso de baixa elasticidade da oferta de trabalho não confirmaram a afirmação de Adam (2005) de que o modelo racional obtém melhor performance do que os modelos de percepções restritas. Tal fato pode indicar que a heterogeneidade nas expectativas pode desempenhar um papel ainda maior, impactando de maneira mais forte até mesmo em situações de baixa elasticidade.

Ainda podemos afirmar que o modelo de percepções restritas é bastante robusto no curto prazo, visto que neste trabalho não foi possível observar uma deterioração no grau de explicabilidade das expectativas do agente representativo ao longo do tempo. Além disso, o modelo se comportou bem e se adaptou rapidamente após erros de previsão, mesmo em sessões experimentais com elevada heterogeneidade, como por exemplo, na sessão 2.

Por fim, fica aberta a discussão quanto à introdução de outras metodologias para a aplicação experimental, como, por exemplo, o comportamento dos agentes em grupos. Outro ponto sugerido é introduzir sinalizações de política governamental e políticas monetárias, de forma a introduzir ruídos qualitativos que possam gerar alguns vieses na formação de expectativas dos agentes e, portanto, verificar se o modelo aqui validado mantém seu grau de aplicabilidade frente a essas características

inerentes de economias reais. Também pode-se verificar a evidência aqui apresentada moldando um experimento de forma que os agentes tenham um período maior para a estruturação de suas previsões.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAM, Klaus. Experimental evidence on the persistence of output and inflation. *Economic Journal*, [s. l.], v. 117, n. 520, p. 603–636, 2007.

ADAM, Klaus. Learning and Equilibrium Selection in a Monetary Overlapping Generations Model with Sticky Prices. *Review of Economic Studies*, v. 70, n. 4 p. 887–907, 2005

ASSENZA, Tiziana., HEEMEIJER, Peter., HOMMES, Cars, MASSARO, Domenico. (2013). Individual Expectations and Aggregate Macro Behavior. Tinbergen Institute Discussion Paper. Disponível em: <<http://www.nber.org/papers/w21803>%5Cn<http://pubs.aeaweb.org/doi/10.1257/aer.20131193>%5Cn<http://www.dnb.nl/en/publications/dnb-publications/dnb-working-papers-series/dnb-working-papers/working-papaers-2011/dnb254381.jsp>>.

BAR-HILLEL, Maya. On the subjective probability of compound events. *Organizational Behavior and Human Performance*, [s. l.], v. 9, n. 3, p. 396–406, 1973.

BRANCH, William A. Restricted perceptions equilibria and learning in macroeconomics. Cambridge University Press, Nova York, p.135-160, 2006.

BRENNER, Thomas. Agent learning representation: advice on modelling economic learning. In: TESFATSION, Leigh; JUDD, Kenneth L. *Handbook of Computational Economics*, Volume 2. Elsevier, 2006. Cap. 18. p. 896-922.

CHARI, V. V.; KEHOE, Patrick J.; MCGRATTAN, Ellen R. Sticky price models of the business cycle: Can the contract multiplier solve the persistence problem? *Econometrica*, [s. l.], v. 68, n. 5, p. 1151–1179, 2000.

CHRISTIANO, Lawrence J. et al. Nominal Rigidities and the Dynamic Effects of a Shock to Monetary Policy Nominal Rigidities and the Dynamic Effects of a Shock to Monetary Policy. *Journal of political Economy*, [s. l.], v. 113, n. 1, p. 1–45, 2005.

DIXIT, Avinash, K. and STIGLITZ, Joseph, E. (1977). 'Monopolistic competition and optimum product dive *American Economic Review*, vol. 67, pp. 2

EVANS, George. W.; HONKAPOHJA, Seppo. Economics of Expectations. *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*. 2001. Disponível em: <<http://pages.uoregon.edu/gevans/isb304053.pdf>>. Acesso em: 18 out. 2017.

EVANS, G.; HONKAPOHJA, S. Learning and Expectations in Macroeconomics. 1. ed. Princeton: Princeton University Press, 2001

HOMMES, Cars. The Heterogeneous Expectations Hypothesis: Some Evidence from the Lab. *Journal of Economic Dynamics & Control*. v. 35, n. 1, p. 1-24. 2011.

KAHNEMAN, Daniel. Thinking Fast and Slow. Nova York: Farrar, Straus e Giroux, 2011.

KAHNEMAN, Daniel. Maps of Bounded Rationality: Psychology for Behavioral Economics. *American Economic Review*. v. 93, n. 5, p. 1449-1475. 2003.

LUCAS, R., 1972. Expectations and the neutrality of money. *Journal of Economic Theory*, v.4, p.103-124, 1972

Mankiw, N. Gregory, Ricardo Reis and Justin Wolfers. 2004. Disagreement about inflation expectations. *NBER Macroeconomics Annual 2003* 18: 209-270.

MIKOŁAJEK-GOCEJNA, Magdalena. Investor expectations in value based management: Translated by Klementyna Dec and Weronika Mincer. Springer International Publishing Switzerland, 2014

MUTH, John F. Rational Expectations and the Theory of Price Movements. *Econometrica*, v. 29, n. 3, p. 315, 1961. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/1909635>>. Acesso em: 2 maio 2017.

NELSON, E. Sluggish inflation and optimizing models of the business cycle. *Journal of Monetary Economics*, [s. l.], v. 42, n. 2, p. 303–322, 1998.

PFAJFAR, Damjan; ZAKELJ, Blaz. Inflation Expectations and Monetary Policy Design: Evidence from the Laboratory. *CentER Working paper*, [s. l.], v. 2009-007, p. 1–62, 2011.

SARGENT, Thomas J. *Bounded Rationality in Macroeconomics*. Oxford University Press Inc., Nova York, 1993

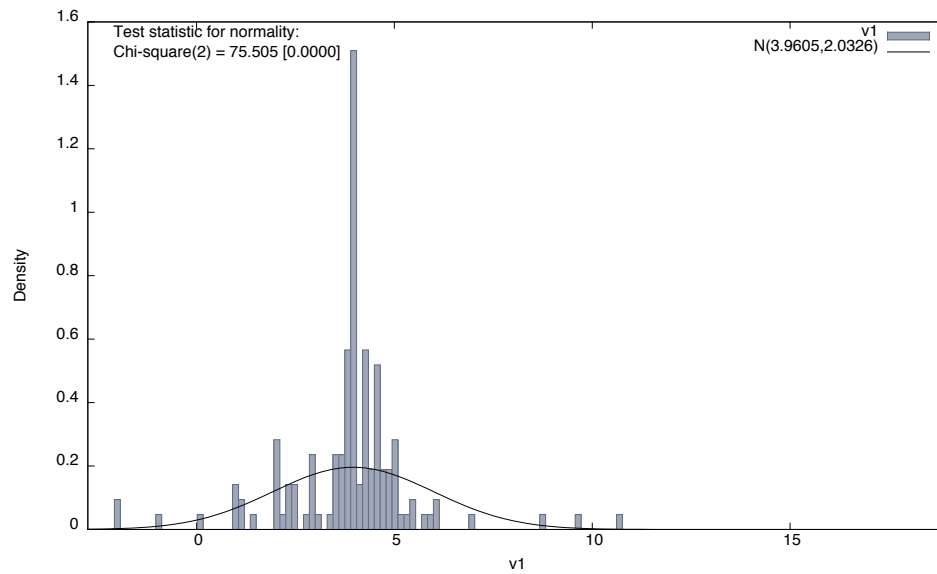
SMETS, Frank; WOUTERS, Raf. An Estimated Stochastic Dynamic General Equilibrium Model of The Euro Area. *Journal of the European Economic Association*, [s. l.], v. 1, n. 171, p. 1123–1175, 2003.

TAYLOR, John B. Aggregate Dynamics and Staggered Contracts. *Journal of Political Economy*, [s. l.], v. 88, n. 1, p. 1–23, 1980.

TVERSKY, Amos; KAHNEMAN, Daniel. Judgement under Uncertainty: Heuristics and Biases. *Science*, [s. l.], v. 185, n. 4157, p. 1124–1131, 1974.

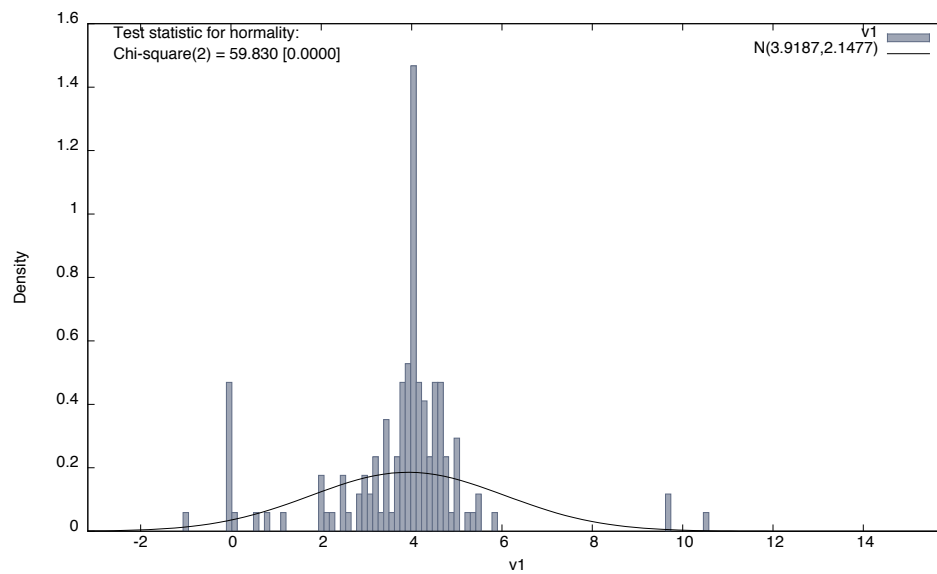
## APÊNDICE 1

Figura 2 – Distribuição de frequência das previsões de inflação – Sessão 1 t+1



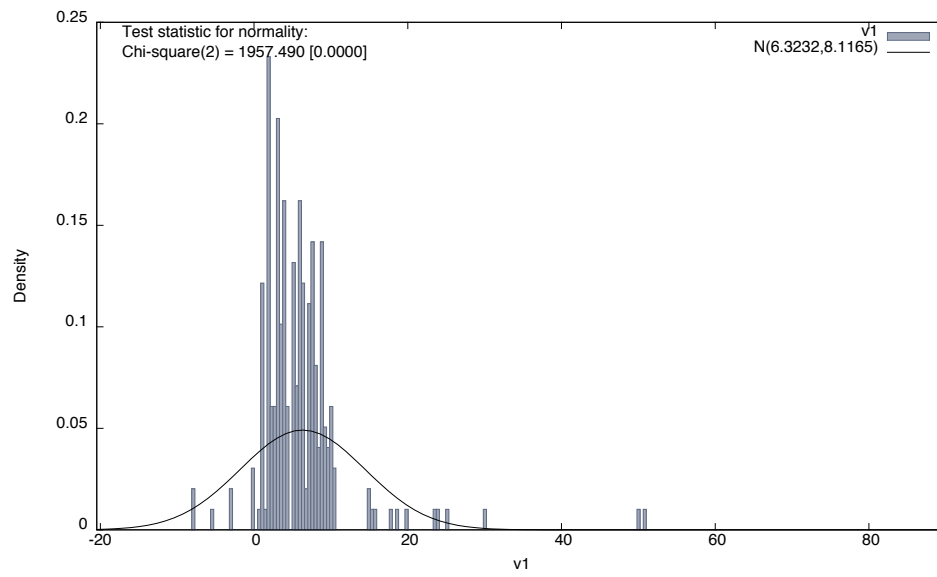
Fonte: elaborado pelo autor com base nos resultados experimentais

Figura 3 - Distribuição de frequência das previsões de inflação – Sessão 1 t+2



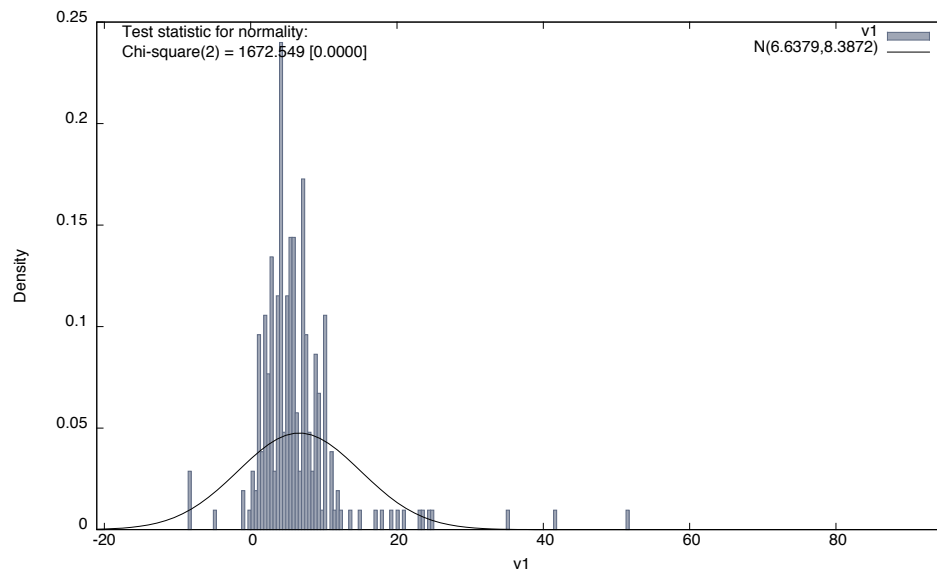
Fonte: elaborado pelo autor com base nos resultados experimentais

Figura 4 - Distribuição de frequência das previsões de inflação – Sessão 2 t+1



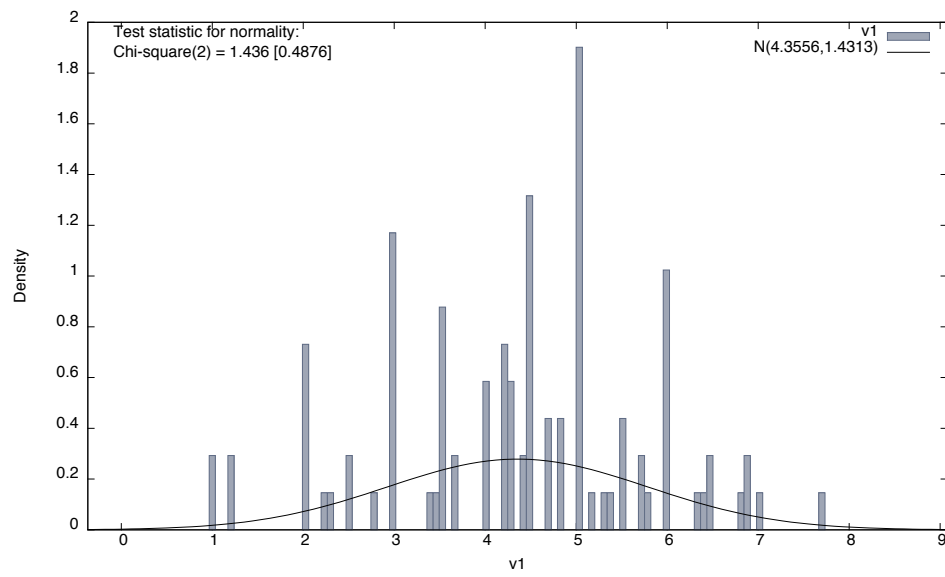
Fonte: elaborado pelo autor com base nos resultados experimentais

Figura 5 - Distribuição de frequência das previsões de inflação – Sessão 2 t+2



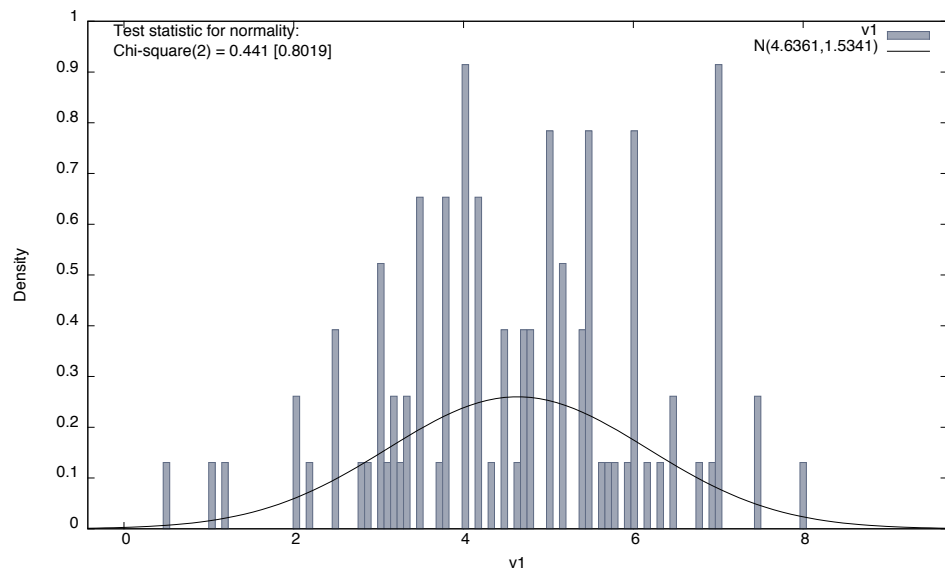
Fonte: elaborado pelo autor com base nos resultados experimentais

Figura 6 - Distribuição de frequência das previsões de inflação – Sessão 3 t+1



Fonte: elaborado pelo autor com base nos resultados experimentais

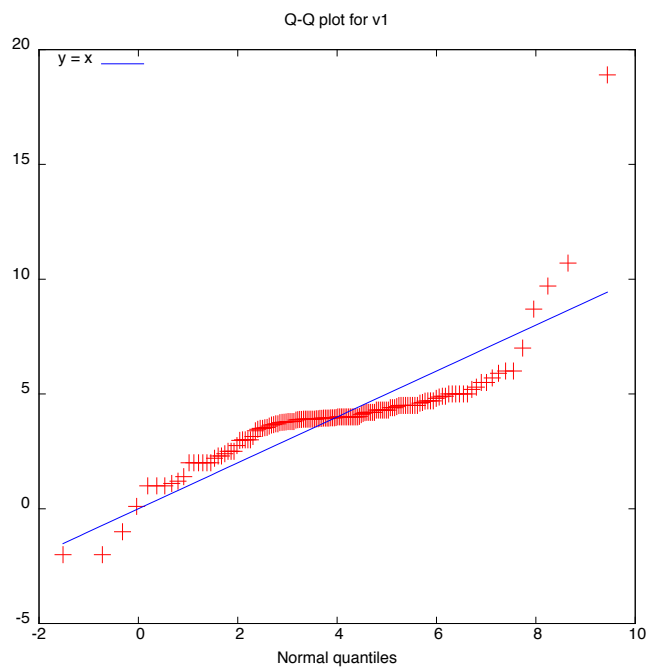
Figura 7 - Distribuição de frequência das previsões de inflação – Sessão 3 t+2



Fonte: elaborado pelo autor com base nos resultados experimentais

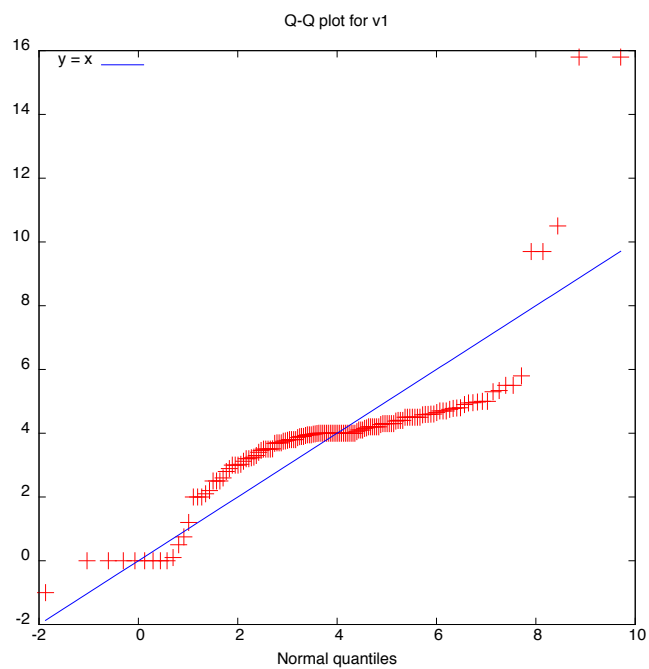
## APÊNDICE 2

Figura 8 – QQ-plot Sessão 1 t+1



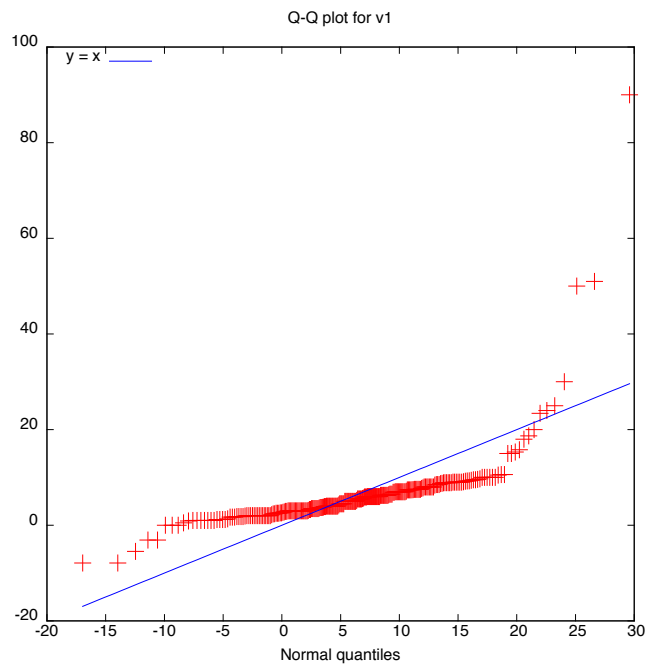
Fonte: elaborado pelo autor com base nos resultados experimentais

Figura 9 - QQ-plot Sessão 1 t+2



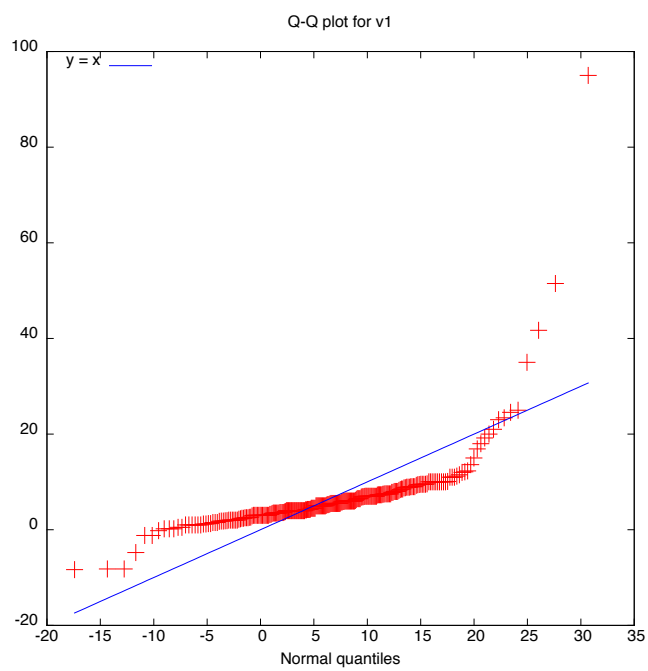
Fonte: elaborado pelo autor com base nos resultados experimentais

Figura 10 - QQ-plot Sessão 2 t+1



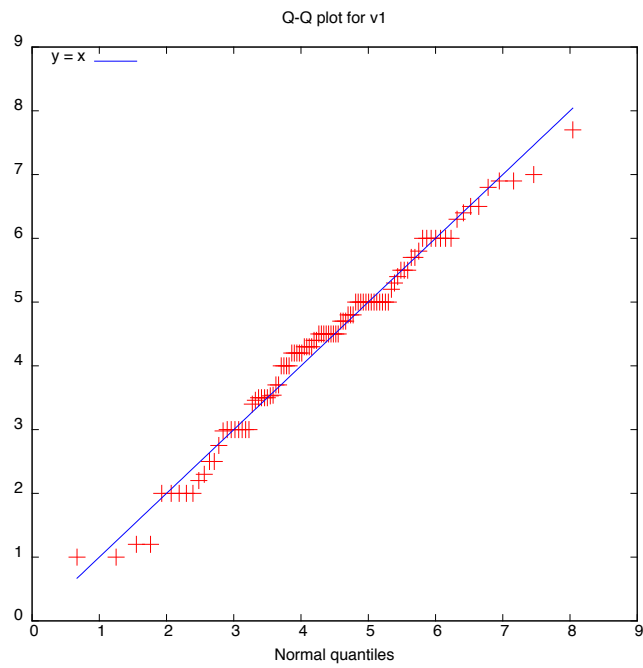
Fonte: elaborado pelo autor com base nos resultados experimentais

Figura 11 - QQ-plot Sessão 2 t+2



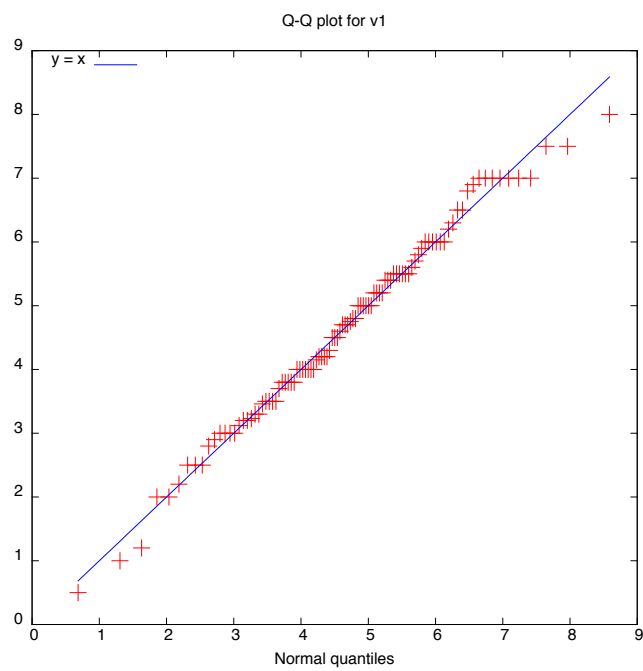
Fonte: elaborado pelo autor com base nos resultados experimentais

Figura 12 - QQ-plot Sessão 3 t+1



Fonte: elaborado pelo autor com base nos resultados experimentais

Figura 13 - QQ-plot Sessão 1 t+2



Fonte: elaborado pelo autor com base nos resultados experimentais



## APÊNDICE 3

Figura 14 - Página do usuário para inserir as previsões de inflação

**Game** user1 | Sign out

Home | User profile

---

Tables

## Round Page

Current round is: 1

Enter Input:

Inflation forecast for t+1:

Inflation forecast for t+2:

*Fonte:* aplicativo elaborado para aplicação do experimento

Figura 15 – Tabela de dados de inflação e produto para o usuário

**Game** user1 | Sign out

Home | User profile

---

Go back

## Data Page

This page ...

	inf	gdp
0	4.000	100.000

*Fonte:* aplicativo elaborado para aplicação do experimento