

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS  
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA**

**MESTRADO EM GESTÃO ECONÔMICA DE NEGÓCIOS**

**VERIFICAÇÃO DO PODER PREDITIVO DO *SPREAD* ENTRE  
AS TAXAS DE JUROS DE LONGO E CURTO PRAZOS NA  
VARIAÇÃO DAS TAXAS DE CURTO PRAZO NO BRASIL**

**Arlete da Silva**

**Brasília, DF**

**2006**

Arlete da Silva

VERIFICAÇÃO DO PODER PREDITIVO DO SPREAD ENTRE  
AS TAXAS DE JUROS DE LONGO E CURTO PRAZOS NA  
VARIAÇÃO DAS TAXAS DE CURTO PRAZO NO BRASIL

Dissertação apresentada à Banca Examinadora,  
como exigência para a obtenção de título de  
Mestre Profissional em Gestão Econômica de  
Negócios, da Universidade de Brasília – UnB.

Orientador: Prof. Dr. Benjamin Miranda Tabak

Brasília

2006

CDU 336.781

S586 Silva, Arlete da, 1967-

Verificação do poder preditivo do *spread* entre as taxas de juros de longo e curto prazos na variação das taxas de curto prazo no Brasil [manuscrito] / Arlete da Silva. – 2006.

xii, 43 f. : il. ; 30 cm.

Datilografado (fotocópia).

Dissertação (mestrado) – Universidade de Brasília, 2006.

“Orientador: Prof. Dr. Benjamin Miranda Tabak”.

1. Gestão econômica – Brasil. 2. Taxas de juros – Brasil.  
3. Economia – *Spread*. I. Título. II. Tabak, Benjamin  
Miranda.

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS  
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA

Verificação do poder preditivo do spread entre as taxas de juros de longo e curto prazos na variação das taxas de curto prazo no Brasil

ARLETE DA SILVA  
Matrícula 05/25677

Dissertação defendida e aprovada pela Banca Examinadora, composta pelos seguintes professores:

---

Prof. Dr. Benjamin Miranda Tabak.  
Orientador

---

Prof. Dr. Daniel Oliveira Cajueiro  
Examinador

---

Prof. Dr. Eduardo José Araújo Lima  
Examinador

Dissertação aprovada em agosto/2006.

## **DEDICATÓRIA**

*Dedico este trabalho, de maneira muito especial, aos meus pais Mario e Nilva, pelo constante incentivo. Dedico, também, aos meus filhos Gabriel, David e Ana e ao meu esposo, Cesar, pelo carinho e compreensão.*

## **AGRADECIMENTOS**

*Agradeço a DEUS pela oportunidade, ao professor Benjamin Miranda Tabak pela orientação e a Aquiles Rocha de Farias e Carlos de Almeida Cardoso pela colaboração.*

## Resumo

A Hipótese das Expectativas (HE) é testada na Estrutura a Termo das Taxas de Juros brasileira (ETTJ) no sentido de se verificar se a inclinação da curva de juros, representada pelo spread entre as taxas de juros de longo e curto prazos, pode explicar as variações das taxas de juros de curto prazo no Brasil. Foram utilizadas séries com médias mensais das taxas de juros de um, três e seis meses, de janeiro de 1995 a janeiro de 2006, empregando metodologia baseada em regressões individuais. Os resultados apontam para a não rejeição da HE, principalmente no período posterior à adoção do Regime de Metas para a Inflação, no qual observou-se menor volatilidade das taxas de juros. Apurou-se, ainda, que as variações das taxas de juros de curtíssimo prazo apresentam maior poder de previsão.

Palavras-chave: projeção, estrutura a termo, curva de juros.

## **Abstract**

The Expectation Hypothesis is tested on the Brazilian term-structure of interest rates, in order to verify whether the slope of the yield curve, which is represented by the spread between short and long terms interest rates, can explain short term interest rates variations. A monthly average time series of one, three and six months interest rates were used in a single equation regression model. The results suggest that the EH can not be rejected, mostly after the Inflation Target Regime adoption, when interest rates showed lower volatility. Yet, it can be observed that strictly short term rates proved to have greater predictive ability.

Keywords: forecasting, term structure, yield curve.



## SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	x
LISTA DE FIGURAS .....	xi
LISTA DE TABELAS.....	xii
1. INTRODUÇÃO.....	13
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	15
3. O MODELO DE PREVISÃO.....	24
4. OS DADOS.....	27
5. RESULTADOS EMPÍRICOS.....	33
6. CONCLUSÕES.....	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BM&F: Bolsa de Mercadorias e Futuros

CETIP: Central de Títulos Privados

DI: Taxa do Depósito Interbancário

EDE: Equação Diferencial Estocástica

ER: Expectativas Racionais

ETTJ: Estrutura a Termo das Taxas de Juros

GARCH: Modelo Auto-Regressivo de Heterocedasticidade Condicional Generalizado (Generalized Autoregressive Conditional Heterocedasticity)

GMM: Método Generalizado dos Momentos (Generalized Moments Method)

HE: Hipótese das Expectativas

Selic: Sistema Especial de Liquidação e Custódia; taxa básica da economia, utilizada para remunerar Títulos pós fixados do Tesouro Nacional

TE: Teoria das Expectativas

TEP: Teoria das Expectativas Puras

VAR: Vetores Auto-Regressivos

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Principais modelos de projeção da ETTJ.....	17
Figura 2: Taxa básica da economia (Selic) acumulada no mês anualizada.....	27
Figura 3: Taxas de juros dos contratos de swap para o prazo de um mês .....	31
Figura 4 Diferença entre taxas de juros a termo e à vista de três meses.....	32
Figura 5: Aderência da variação das taxas de juros reais às projetadas pelo modelo.....	36
Figura 6: Evolução do prêmio por maturidade em função do tempo.....	38

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Sumário das estatísticas para as taxas de juros (swap) brasileiras .....	29
Tabela 2: Coeficientes de Correlação das variações das taxas de juros em 3 meses.....	30
Tabela 3: Coeficientes de Correlação das variações das taxas de juros em 6 meses.....	30
Tabela 4: Regressões referentes ao Período Completo (janeiro/1995 a janeiro/2006).....	34
Tabela 5: Regressões referentes ao período anterior ao Regime de Metas (janeiro/1995 a junho/1999).....	34
Tabela 6: Regressões referentes ao período posterior ao Regime de Metas (julho/1999 a janeiro/2006).....	35
Tabela 7: Regressões referentes ao período posterior ao Regime de Metas, com expurgo transição (janeiro/2000 a janeiro/2006).....	35
Tabela 8: Regressões referentes ao período de consolidação do Regime de Metas (janeiro/2003 a janeiro/2006).....	36
Tabela 9: Prêmio por maturidade (janeiro/2003 a janeiro/2006) .....	37

## 1. INTRODUÇÃO

Os modelos de determinação da taxa de juros constituem um dos principais objetos da pesquisa em finanças, assim como essa é uma das áreas que mais tem se desenvolvido dentro das instituições financeiras.

A Estrutura a Termo de Taxas de Juros (ETTJ), também conhecida como Curva de Rendimentos ou Curva de Juros<sup>1</sup>, é a relação entre as taxas de rendimentos de instrumentos de renda fixa (similares quanto ao risco) e o seu prazo de vencimento, descrevendo uma curva de juros em função do prazo em um dado momento no tempo. Os instrumentos considerados neste cálculo são títulos que não fazem pagamento de cupons intermediários, portanto, as taxas esperadas até o vencimento desses títulos são equivalentes às taxas à vista<sup>2</sup> para os mesmos prazos. No caso da utilização de títulos com pagamento de cupons, este é tratado como uma carteira de títulos sem cupom.

A mais antiga das teorias explicativas da ETTJ é a Teoria das Expectativas, a qual postula que uma taxa de juros de longo prazo é uma média das taxas de juros esperadas para o futuro, por esta razão, a relevância da curva de rendimentos é grande, pois esta traduz as expectativas dos agentes com respeito à evolução futura das taxas de juros.

A inclinação da ETTJ, medida como a diferença entre taxas de juro em dois prazos diferentes, pode ser positiva ou negativa, indicando, quando é positiva, que a expectativa é de elevação das taxas de juros futuras, ou indicando arrefecimento das taxas de juros futuras, no caso de inclinação negativa, ou seja, guarda correlação positiva com a expectativa de variação das taxas de juros, ou seja, um

---

<sup>1</sup> Estrutura a Termo de Taxas de Juros (ETTJ), Curva de Rendimentos e Curva de Juros serão, neste trabalho, utilizadas como sinônimos.

<sup>2</sup> Diferença entre as taxas de juros à vista e a termo: A taxa de juro de  $n$  anos é a taxa de um investimento para um período de tempo iniciado hoje e durando  $n$  anos, sem pagamentos intermediários, o que significa que todo o juro e o principal são pagos ao final do período. As taxas de juro a termo são as implícitas nas taxas à vista para determinados períodos de tempo no futuro, por exemplo: a taxa a termo de um ano daqui a um ano pode ser calculada descontando-se a taxa à vista de um ano da taxa à vista de dois anos.

aumento do spread<sup>3</sup> entre as taxas de longo e curto prazo reflete a expectativa de aumento nas taxas de juros de curto prazo.

A Teoria das Expectativas, a qual será utilizada como base deste trabalho, foi largamente testada em diversas épocas e em diversos países, inclusive no Brasil, mas não é unânime a sua aceitação ou rejeição, pois os diversos trabalhos divulgados neste sentido têm apresentado resultados bastante contraditórios.

O objetivo deste trabalho é testar empiricamente se o spread entre as taxas de juros de longo e curto prazos é significativo para a previsão das variações da taxa de juros de curto prazo no Brasil e se a qualidade das previsões é constante ao longo do tempo ou se melhora ou piora em períodos de relativa estabilidade político-econômica, a exemplo do trabalho que Gonzalez (1999) desenvolveu para investigar a informação contida na ETTJ do México.

A justificativa para a pesquisa é a necessidade de interpretação de deslocamentos da curva de juros, sabendo-se que esta se constitui em variável-chave para o planejamento financeiro, assumindo o princípio do valor temporal do dinheiro.

A metodologia a ser utilizada baseia-se em regressões, utilizando o software econométrico E-views.

A base de dados será dividida em dois períodos: antes e depois da adoção do Regime de Metas Inflacionárias pela autoridade monetária no Brasil, pois, é significativa a diferença apurada na volatilidade das taxas de juros nos dois períodos.

Este trabalho está assim dividido: a seção 2 apresenta a Revisão de Literatura sobre o assunto; a seção 3 apresenta o Modelo, enquanto que os Dados são detalhados na seção 4. A seção 5 traz os Resultados Empíricos e, na seção 6, são apresentadas as Conclusões.

---

<sup>3</sup> Diferença entre as taxas de juros.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

De acordo com Hull (1995), a curva de rendimento de títulos sem cupons demonstra a relação entre sua taxa de retorno e o tempo e, por equivalência, ela é a curva que mostra a relação entre as taxas à vista e o vencimento. Corrobora esta idéia a teoria da estrutura temporal das taxas de juros que, segundo Elton *et al.* (2002), pode ser descrita como uma teoria da determinação de taxas à vista e, assim como o primeiro autor, apresenta as principais teorias da estrutura temporal para justificar que a curva resultante da ETTJ e o prazo de vencimento podem ter inclinação crescente, que é a mais comum, ou decrescente.

Apresentaremos, primeiramente, as teorias mais conhecidas que podem explicar o comportamento da curva de juros: a das Expectativas Puras, a da Segmentação de Mercado, a da Preferência pela Liquidez e a do Habitat Preferido.

A Teoria das Expectativas Puras (TEP) foi postulada por Irving Fisher em 1896 e estabelece que as taxas a termo refletem, exclusivamente, as taxas à vista esperadas no futuro. A hipótese fundamenta-se na idéia de que, dado o horizonte de investimento de um indivíduo, ele pode optar entre i) uma aplicação direta pelo período desejado, ii) aplicações por períodos mais curtos, renovadas sucessivamente ou iii) uma aplicação em um instrumento a ser carregado apenas até a data definida como final do horizonte de aplicação.

A Teoria das Expectativas (TE) pressupõe que taxas de juros de longo prazo devem refletir uma média das taxas de juros de curto prazo esperadas mais um prêmio de risco invariante no tempo, ainda que exista variação do prêmio dependendo do horizonte temporal. Isso significa que duas aplicações em renda fixa feitas pelo mesmo horizonte de tempo devem ter a mesma expectativa de retorno, considerando que o mercado seja eficiente.

A TE da ETTJ é uma relação entre a taxa de juros para o período  $n$  e a taxa de juros para o período  $m$ , onde  $\frac{n}{m}$  é um número inteiro.

A equação (1) mostra que a taxa de juros para o período  $n$  é composta de uma constante  $c$  mais uma média simples entre a taxa corrente e expectativas futuras das taxas para o período  $m$  até  $n-m = (k-1)m$  períodos no futuro:

$$R_t^n = \frac{1}{k} \sum_{i=0}^{k-1} E_t R_{t+mi}^m + c \quad (1)$$

onde:  $R_t^n$  é a taxa de juros para o período  $n$

$R_t^m$  é a taxa de juros para o período  $m$

$c$  é um termo de prêmio, que é um excesso de retorno previsível entre os períodos  $m$  e  $n$ .

$$k = \frac{n}{m} \text{ (inteiro)}$$

Segundo Campbell e Shiller (1991), há muitas versões da TE, que são similares nos mais importantes aspectos e se aproximam de uma TE linear simples. Os autores incluem a hipótese das expectativas racionais em sua definição de TE.

A Teoria da Segmentação de Mercado postula que as taxas de juros de curto, médio e longo prazos são determinadas pela oferta e procura do mercado em cada prazo, afirmando que os investidores têm aversão suficiente a risco para optarem por atuar somente em sua faixa desejada de prazos de vencimento.

Já a Teoria da Preferência pela Liquidez parte da premissa que os investidores preferem preservar a liquidez, enquanto os tomadores preferem fazê-lo a taxas fixas por longos períodos de tempo. Na prática, a situação é compatibilizada com a elevação das taxas de juros de longo prazo, relativamente às taxas de curto prazo esperadas para o futuro, uma espécie de prêmio pelo alongamento do prazo, resultando em situação em que as taxas a termo são maiores que as taxas à vista esperadas para o futuro, o que é consistente com a tendência à inclinação positiva das curvas de ETTJ.

A Teoria do Habitat Preferido afirma a preferência dos investidores pelo casamento dos prazos de ativos e passivos, levando à oferta de prêmios em títulos com prazos de vencimento para os quais a demanda é insuficiente.



Apresentaremos, agora, um leque dos principais modelos de projeção de ETTJ, seguindo o esquema:

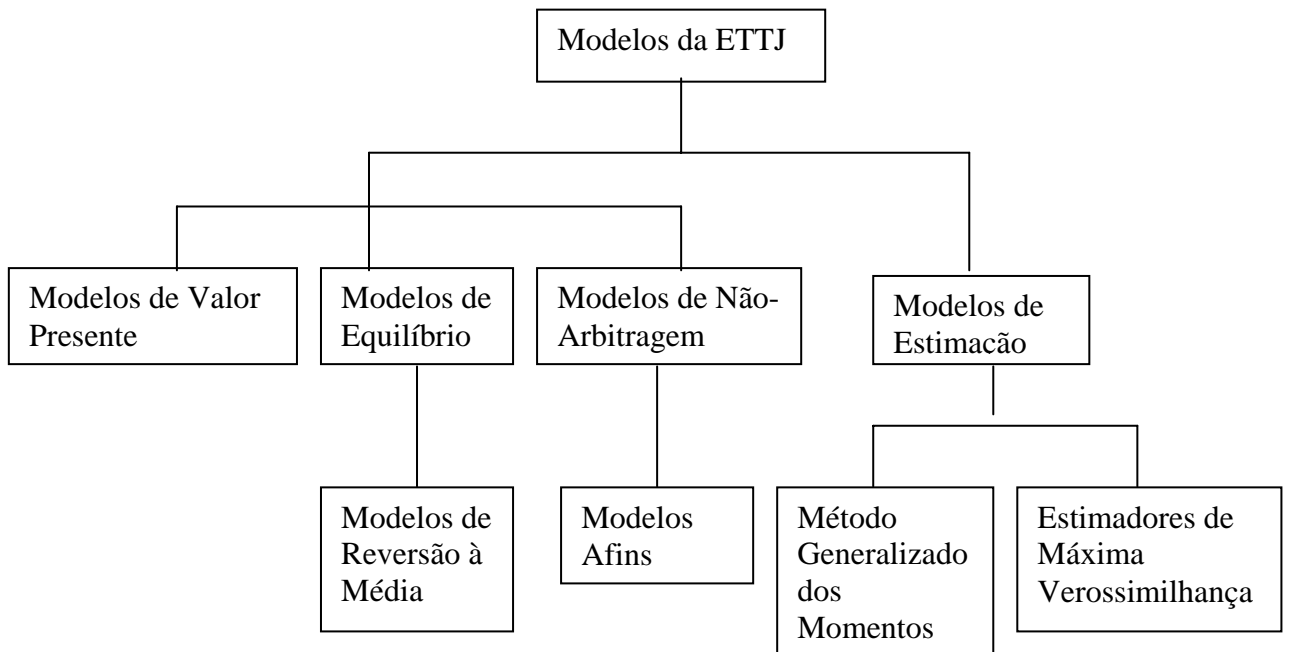


Fig. 1 Principais modelos de projeção da ETTJ

Cabral (2004) faz um resumo bastante didático sobre os modelos de projeção.

O autor explica, também, que a diferença básica entre os Modelos de Equilíbrio e de Não-Arbitragem consiste na ETTJ corrente. Nos modelos de Equilíbrio, também chamados modelos endógenos, a curva de juros atual é tratada como resultado, ao tempo em que, nos Modelos de Não-Arbitragem, conhecidos como modelos exógenos, a ETTJ presente é tratada como um insumo. O autor afirma que, de modo geral, modelos de juros especificam: variáveis de estado e os processos dessas variáveis. Às primeiras cabe explicar o estado do sistema, enquanto que os processos estabelecem a evolução temporal. A composição básica do modelo é uma componente determinística (tendência) e outra aleatória (volatilidade).

Os Modelos de Equilíbrio assumem pressupostos sobre as variáveis macroeconômicas e derivam um processo para a taxa de juros de curto prazo. Os mais famosos dessa classe são: Vasicek (1977), Rendleman e Bartter (1980) e Cox, Ingleson e Ross – CIR (1985). A sub-classe de modelos unifatoriais considera apenas uma fonte de incerteza, a taxa de juros de curto prazo.

Dentre os Modelos de Equilíbrio, estão os Modelos de reversão à Média, propostos por CIR (1985), Vasicek (1977) e Hull-White (1990), que partem do princípio de equilíbrio de mercado em que as relações de arbitragem para as ações e títulos não restringem a tendência de reversão à média. Ora, se o preço de um título (ou ação) está acima de seu valor médio, haverá um movimento vendedor, que pressionará para baixo o preço. A mesma lógica pode ser observada se o preço estiver abaixo de sua média: haverá uma pressão de compra que fará o preço do título (ou ação) subir. Portanto, a ETTJ segue uma tendência de reversão à média histórica (tendência estocástica), cuja volatilidade é o único risco.

A equação a seguir descreve, no primeiro termo, a “tendência” e, no segundo, a “perturbação” que explicam a variação da taxa de juros:

$$dr = k(\theta - r)dt + \sigma\sqrt{r}dz \quad (2)$$

onde:

- dr é a variação da taxa
- K é a força de reversão à média
- ( $\theta-r$ ) é o desvio da média
- $\sigma$  é a volatilidade
- dz é o processo de Wiener

A falha mais freqüentemente apontada nos Modelos de Equilíbrio é o fato de não refletir a ETTJ corrente. Os Modelos de Não-Arbitragem superam este problema, pois tomam a ETTJ presente como um insumo (dado).

Modelos Afins multi-variados para a estrutura a termo da taxa de juros têm sido utilizados com grande freqüência no apreçamento de derivativos de renda fixa. Nestes modelos, a incerteza é gerada por um vetor de espaço de estados, sendo a

taxa de juros de curto prazo uma função afim de tal vetor. O modelo é caracterizado por uma forma específica de Equação Diferencial Estocástica (EDE) para a evolução do vetor de estados, que impõe restrições de não-arbitragem sobre tal modelo. A estrutura a termo da taxa de juros é modelada por uma combinação linear de Polinômios de Legendre com coeficientes estocásticos.

Uma boa referência dos Modelos de Não-Arbitragem é Heath, Jarrow e Morton (1992), que propuseram um modelo lognormal de dois fatores para as taxas a termo. Primeiro, os modelos HJM reproduzem, por construção, exatamente a estrutura a termo no instante inicial e esses modelos não assumem nenhuma hipótese com relação às preferências do investidor. Como resultado, os preços calculados por esses modelos são completamente determinados pela descrição da estrutura da variância das mudanças da taxa de juros.

Como extensão desse tipo de modelo, surgiram os modelos que consideram o desvio como uma função do tempo, como Ho e Lee (1986) e Hull e White (1990). O primeiro toma a estrutura a termo da taxa de juros como dada e deriva os possíveis movimentos para essa estrutura, não possibilitando oportunidades de arbitragem. As suposições do modelo são de que o mercado não tem custos de transação, o mercado se equilibra em pontos no tempo, o mercado é completo e em qualquer tempo há um número finito de estados. Já no segundo o parâmetro de volatilidade segue um processo estocástico a tempo contínuo.

Várias técnicas foram utilizadas ao longo dos últimos anos na estimação de modelos da ETTJ, com a utilização de momentos amostrais incondicionais dentro do arcabouço do Método Generalizado dos Momentos – GMM – para estimar os parâmetros do modelo de CIR. Outro método com bastante tradição em estudos empíricos da ETTJ é a estimação por máxima verossimilhança.

Na expressão abaixo é possível perceber que o vetor de coeficientes  $a=[a_0, a_1, \dots, a_n]$  possui uma interpretação econômica importante:  $a_0$  representa o nível da ETTJ,  $a_1$  a inclinação,  $a_2$  a curvatura,  $a_3$  a dupla curvatura, e assim por diante.

$$R(t, \tau) = \sum_{j=0}^n a_j(t) b_j \tau^j + \varepsilon(t, \tau) \quad (3)$$

Neste trabalho, nos concentraremos nos modelos de valor presente, baseados na TEP.

Muito esforço tem sido empreendido na tentativa de provar a validade da TEP. Os numerosos trabalhos neste sentido foram efetuados em diferentes épocas e países, utilizando diferentes dados, porém, os resultados não foram conclusivos.

Fama e Bliss (1987) trabalharam com a habilidade do spread dos rendimentos para prever variações das taxas de curto prazo para horizontes longos de tempo. Eles utilizaram o conceito de “prêmio a termo”, que é uma combinação linear de spread de duas diferentes taxas. Segundo os autores, o prêmio a termo prediz uma média não ponderada de variações nas taxas de curto prazo, enquanto que o spread das taxas projeta uma média ponderada da variação nas taxas de curto prazo. Na regressão das variações das taxas de curto prazo em prêmio a termo, concluíram que o poder preditivo da ETTJ melhora conforme o horizonte de projeção aumenta. Isso foi atribuído ao vagaroso processo de reversão à média.

Froot (1989), utilizando dados dos EUA, ponderou que a correlação negativa entre as mudanças nas taxas de juros de longo prazo e o spread anterior devia-se a uma violação das Expectativas Racionais: uma reação exagerada do spread, ou seja, agentes de mercado preferem atribuir maior peso à atual taxa (de curto prazo) e menor peso à expectativa futura da taxa (de curto prazo).

Bernanke (1990) mostrou que o spread entre títulos corporativos e do governo dos EUA foram bons indicadores antecedentes da economia durante o período entre as guerras mundiais.

Um dos principais trabalhos nesta linha de pesquisa é Campbell e Shiller (1991), no qual foi estimado um Vetor Auto-regressivo (VAR) bi-variado para a variação, em primeira diferença, nas taxas de juros de curto prazo e o spread entre as taxas de longo e curto prazos. Segundo os autores, a TE aplicada com a hipótese das Expectativas Racionais (ER) da ETTJ implica que o spread entre as taxas de longo e curto prazos é um prêmio de risco constante mais uma previsão ótima das mudanças nas taxas de juros futuras. Eles concluíram que existe um enigma no comportamento das taxas de longo prazo, pois o comportamento destas não seguiu a previsão. Este desvio das expectativas poderia ter sido uma overreaction (reação

exagerada) da taxa de longo prazo causada pela elevação do prêmio de risco na taxa de juros de curto prazo ou, alternativamente, como sugeriram Fama e Bliss (1987), é possível inferir que, no período da amostra estudada, as taxas de juros de longo prazo reagiram muito lentamente aos movimentos repentinos no spread entre as taxas.

Hardouvelis (1994), utilizando a metodologia VAR, confirma que com exceção dos EUA, os países do G7 mostraram aderência entre o spread teórico da TE e o spread observado. O trabalho mostrou, ainda, que as variações das taxas de juros de curto prazo correspondiam às antecipadas pela TE. Para os dados norte-americanos, o enigma nas taxas de longo prazo não poderia ser explicado por erro tipo ruído-branco.

Engsted (1996), utilizou a metodologia de Campbell e Shiller (1991) para analisar dados semanais do mercado financeiro dinamarquês e concluiu que os spreads entre as taxas de juros têm maior poder de previsão de taxas futuras de juros em períodos com relativa volatilidade do que em períodos “calmos”, no entanto, mesmo neste último caso, os spreads são significantes preditores das mudanças da taxa curta de juros futura. O enigma consiste em que para as taxas de juros de longo prazo a conclusão rejeita a HE no subperíodo de maior estabilidade, talvez devido à overreaction, ou seja, uma reação exagerada das taxas de longo prazo, conforme já descrita em Campbell e Shiller (1991). Este fenômeno, entretanto, não é observado no segundo subperíodo. O autor esclarece, ainda, a necessidade de que as séries de variações nas taxas de juros e de spreads entre taxas de juros devem ser estacionárias e cointegradas de ordem um.

Gonzalez *et al.* (1999), desenvolveram um estudo utilizando dados semanais do rendimento de títulos mexicanos de um, três, e seis meses, para testar a aplicabilidade do poder de previsão da TEP nas taxas de juros do México. A amostra foi dividida em dois subperíodos: de janeiro/1991 até dezembro/1994 e de janeiro/1995 até dezembro/1996, de forma a deixar os dados referentes à crise mexicana no segundo período. Foram utilizadas duas metodologias, uma baseada no trabalho de Shiller *et al.* (1983), que testou se a diferença corrente entre a taxa a termo e a taxa à vista poderia predizer a subsequente variação na taxa à vista e outra, baseada em Campbell e Shiller (1991) e Engsted (1996), que apurou se a

variação da taxa de juros poderia ser antecipada pelo spread entre as taxas de juros longa e curta. Para corrigir o problema de correlação dos erros se o período da amostra for menor que o menor período dos títulos examinados, neste caso, o processo de médias móveis segue a ordem de  $m-1$ , onde  $m$  é o vencimento do título em termos do período da amostra. A heterocedasticidade foi corrigida, nesse trabalho, pelo software SHAZAM. Os resultados não foram intuitivos, apontando que a taxa a termo de três meses tem significativo poder de previsão em ambos os subperíodos, contudo, ele mostra-se mais robusto no período de crise econômica (1995-1996), quando foi observada alta volatilidade das taxas de juros, talvez a hipótese que explique esse resultado consista na idéia de que haja maiores oportunidades de arbitragem em períodos de elevada volatilidade dos mercados. Os resultados da aplicação da segunda metodologia mostram que os diferenciais de taxas à vista, quando considerado o primeiro período, não explicam a variação das taxas, contudo, apresentaram significativa habilidade preditiva para o segundo período e para o horizonte temporal total considerado.

Longstaff (2000) testou, posteriormente, a TE utilizando a taxa de recompra de títulos de curto prazo (“repo”), de um dia a três meses, nos níveis condicional e incondicional. Ele verificou que o termo de prêmio nas taxas semanal e mensal é estatisticamente insignificante. O texto sugere ainda que, quando se trabalha com as taxas dos títulos do Tesouro, outros fatores, como liquidez, podem interferir nos prêmios e que as taxas “repo” representam o custo dinheiro para ativos livres de risco. Também foram estudadas as propriedades de amostras pequenas, assumindo que as taxas de juros seguem o processo VAR/GARCH (Bekaert, Hodrick e Masshall). Conclui que para todos os vencimentos entre uma semana e três meses, os resultados suportam a TEP com termo de prêmio zero, ou seja, a TEP pode descrever o comportamento das taxas de juros de curtíssimo prazo. Longstaff define a Hipótese das Expectativas da ETTJ como:

$$E[r_{t+n}|H_t] = R_{t(n)} + a_n \quad (4)$$

onde  $r_{t+n}$  é a taxa de juros de curto prazo média do período  $t$  até  $t+n$ ,

$H_t$  é o conjunto de informações disponíveis para a formação das expectativas em  $t$ ,

$R_t(n)$  é a taxa esperada em  $t$  para o período  $n$  e

$\alpha$  é um prêmio de risco invariante no tempo.

O estudo do caso no Brasil mereceu a atenção dos pesquisadores Tabak e Andrade (2003) e Lima e Issler (2002).

Tabak e Andrade (2003) realizaram um estudo pioneiro no Brasil com o objetivo de testar a Hipótese das Expectativas (HE) e Expectativas Racionais, (ER) na ETTJ brasileira. Eles utilizaram, primeiramente, uma regressão (de equação única) de uma média ponderada das mudanças nas taxas de curto prazo contra o spread entre as taxas de longo e curto prazos mais uma constante, seguindo a metodologia utilizada em trabalhos anteriores, como Campbell e Shiller (1991), entre outros. O segundo teste considerou a inclusão de um prêmio de risco, representado por um retorno extra para compensar os investidores pelas condições de risco da economia. Os resultados do primeiro teste sugeriram a aceitação da HE e ER para as taxas de juros de dois, três e seis meses, mas não doze meses. Contudo, a regressão utilizando a segunda metodologia (error-orthogonality) rejeitou a HE e ER, indicando que os prêmios de risco na curva de rendimentos de fato variavam com o tempo.

Lima e Issler (2003) testaram a validade dos Modelos de Valor Presente utilizando uma análise multivariada de séries temporais e a técnica do VAR, baseado na equivalência desses modelos com restrições de parâmetros para o VAR. Os resultados empíricos aceitaram parcialmente a HE para a ETTJ brasileira.

### 3. O MODELO DE PREVISÃO

De acordo com a HEP, variações futuras de taxas de juros podem ser antecipadas pela inclinação da ETTJ, que pode ser obtida a partir do spread (diferença) entre taxas de juros. Sendo este poder de previsão motivo de controvérsia na literatura financeira, nosso modelo testará a capacidade preditiva dos spreads entre as taxas de juros de curto e longo prazos nas mudanças nas taxas de juros spot nos períodos à frente.

Com base no princípio da HEP, assumimos que taxas de longo prazo são compostas pela média das expectativas futuras das taxas à vista (de curto prazo). Se os mercados são eficientes, uma taxa de juros de longo prazo deve equivaler à taxa à vista de curto prazo mais a expectativa futura da taxa seguinte de curto prazo. Exemplificando: Uma taxa de juros (à vista) de seis meses deve corresponder à composição da taxa (à vista) de três meses mais a expectativa (taxa forward ou a termo) da taxa à vista para três meses depois de decorridos três meses.

Recordemos que equação (1) mostra que a taxa de juros para o período  $n$  é composta de uma constante  $c$  mais uma média entre a taxa corrente e as expectativas futuras de taxas para o prazo  $m$  até  $n-m = (k-1)m$  períodos futuros.

$$R_t^n = \left(\frac{1}{k}\right) \sum_{i=0}^{k-1} E_t R_{t+mi}^m + c \quad (1)$$

onde:  $R_t^n$  é a taxa de juros para o prazo  $n$  (prazo mais longo)

$R_t^m$  é a taxa de juros para o prazo  $m$

$E_t$  é a expectativa condicional à informação em  $t$

$c$  é um termo de prêmio constante

$$k = \frac{n}{m} \text{ (inteiro)}$$

Lembremos que a inclinação da ETTJ, medida como a diferença entre taxas de juro em dois prazos diferentes guarda correlação positiva com a expectativa de



variação das taxas de juros, podendo ser positiva ou negativa, indicando expectativa de elevação ou queda das taxas de juros futuras, respectivamente. Essa idéia pode ser representada pela equação a seguir, utilizada em Engsted (1996):

$$R_{t+i}^m - R_t^m = \alpha + \beta(R_t^n - R_t^m) + e_t \quad (5)$$

A simplificação abaixo pode ser assumida para o caso em que a variação é de um período a frente:

$$\Delta R_t = \alpha + \beta(\text{Spread}_{t-1}) + e_t \quad (6)$$

onde:  $\Delta R_t$  é a variação da taxa à vista de curto prazo em  $t$   
 $\text{Spread}_{t-1}$  é a diferença entre as taxas de juros de curto e longo prazos em  $t-1$   
 $e$  é um termo de erro

A equação (5) pode ser obtida diretamente se forem assumidas as taxas de juros compostas continuamente, seguindo o que foi proposto em Fama (1984).

Para a transformação das taxas de swap divulgadas pela BM&F em taxas compostas continuamente, consideramos a aproximação:

$$R_t = LN\left(1 + \frac{R_{\text{swap}}}{100}\right) \times 100 \quad (7)$$

onde:  $R_t$  é aproximação para a taxa de juros composta continuamente

Esta aproximação facilita o cálculo do spread entre as taxas. Por exemplo, para calcular a diferença entre a taxa de juros de doze e seis meses, representadas por 15% e 14%, respectivamente, devemos fazer a divisão entre os fatores das taxas:

$$\text{Spread}^{(n,m)} = \left( \frac{1 + \frac{R^{12}}{100}}{1 + \frac{R^6}{100}} \right) - 1 \times 100 = \left( \frac{1,15}{1,14} - 1 \right) \times 100 = 0,877\% \quad (\text{Ex. 1})$$

Enquanto que se fossem utilizadas as taxas compostas continuamente, ou seja, aproximação pelo Logaritmo Neperiano (LN), as taxas seriam:

$$\text{LN}(15\%) = 13,976\% \text{ e } \text{LN}(14\%) = 13,103\%$$

(cujo *spread* seria obtido diretamente pela subtração entre as taxas: 0,873%)

Existe um enigma apontado na literatura financeira acerca da previsibilidade da variação das taxas de juros pelos spreads entre taxas de longo e curto prazos: a variação das taxas curtas segue na direção apontada pela HE, mas, a de longo prazo não. Uma das explicações aceitas é a de Hardouvelis (1994), de que as taxas longas reagem exageradamente (*overreaction*) às notícias sobre taxas futuras. Um exemplo disso seria o mercado entender que a autoridade monetária pretende elevar as taxas de juros futuras e, segundo a explicação do *overreaction*, as taxas de longo prazo seriam elevadas além do que deveriam ser, elevando o spread entre as taxas longa e curta. No futuro, as taxas de longo prazo devem cair, corrigindo o exagero da expectativa, reduzindo o spread entre as taxas, porém, gerando correlação negativa entre o spread e a variação da taxa de longo prazo (que registrou elevação em relação ao período anterior).

## 4. OS DADOS

Os principais dados utilizados são as taxas de *swaps* de 1, 2, 3, 6 e 12 meses. Estas taxas são divulgadas pela BM&F (Bolsa de Mercadorias e Futuros) e refletem as taxas utilizadas em contratos onde uma das partes paga uma taxa prefixada e recebe uma taxa pós-fixada. Esses contratos são negociados na BM&F ou na Central de Títulos Privados (CETIP).

Neste trabalho será utilizado o swap pré x DI (taxa prefixada versus taxa do depósito interbancário) sobre o principal, ocorrendo o inverso com a contra-parte.

As taxas dos contratos de swap são divulgadas diariamente e a base de dados original utilizada neste trabalho tem 2758 observações, iniciando em 02/janeiro/1995 e encerrando em 06/fevereiro/2006. A base de dados foi convertida para dados mensais, utilizando a média mensal das taxas diárias, o que levou ao número de 133 observações, de janeiro/1995 a janeiro/2006.

O período escolhido para a base de dados merece uma explicação baseada na análise conjuntural brasileira. Pretendemos dividir a base de dados em dois períodos: antes e depois do regime de metas inflacionárias adotado pela autoridade monetária brasileira. Graficamente, podemos perceber a diferença de volatilidade das taxas de juros comparando a taxa de juros Selic acumulada mensalmente em cada um dos períodos.

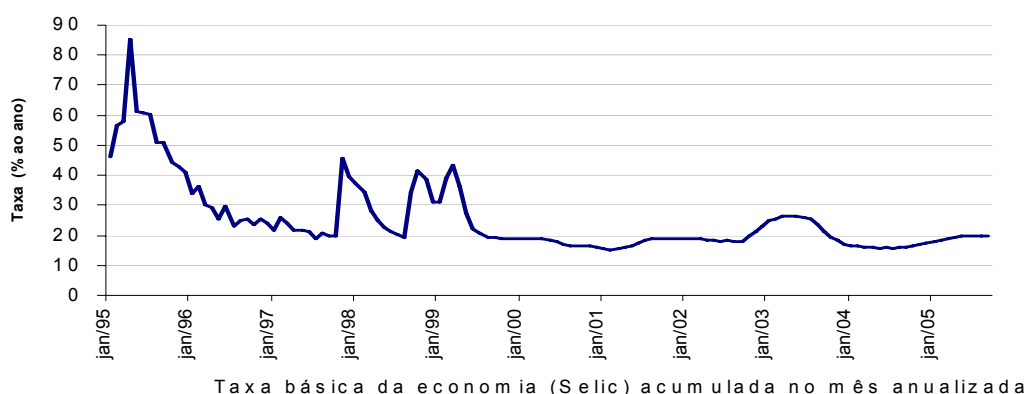


Fig. 2 Taxa básica da economia (Selic) acumulada no mês anualizada

Seguindo a recomendação de Campbell e Shiller (1991), e Tabak e Andrade (2003) foram utilizadas taxas de juros compostas continuamente, para facilitar o cálculo dos spreads. As taxas de swap compostas continuamente foram calculadas utilizando a equação (7).

O primeiro período, anterior à adoção do Regime de Metas para a Inflação, teve início em janeiro/1995, após o Plano Real, e encerrou-se em junho/99.

Esse período foi marcado por crises financeiras, que elevaram as taxas de juros formando picos, sendo que os principais deles ocorreram em março/1995 (conseqüência da crise do México), em setembro/1997 (crise da Ásia), em agosto/1998 (crise da Rússia) e em janeiro/1999 (adoção, pelo Brasil, do Sistema de Flutuação Cambial).

Após a adoção do regime de livre flutuação cambial, adotado em janeiro/99 houve uma acentuada desvalorização do real frente ao dólar, que muito preocupou a autoridade monetária brasileira em relação à volta da inflação vivenciada no país no período anterior ao Plano Real. Assim, em julho/1999<sup>4</sup> foi adotado o Regime de Metas de Inflação, que utiliza como instrumento de política monetária a taxa básica de juros Selic<sup>5</sup>.

O segundo período teve início em agosto/1999 e, com o arrefecimento das taxas de juros promovido pela autoridade monetária desde então, a ETTJ passou a apresentar uma volatilidade relativamente baixa em relação ao período anterior.

Ainda assim, cabe-nos destacar fatos do cenário político-econômico que imprimiram, em algum nível, estresse aos mercados, como a crise energética, na qual os agentes atentaram para o fato de que o risco de falta de energia era um limitador ao crescimento doméstico; o efeito da obrigatoriedade de marcação a mercado dos preços dos títulos que compõem as carteiras dos fundos de investimento; a desconfiança dos agentes em relação às medidas de política monetária caso um presidente de esquerda fosse eleito (a volatilidade dos mercados se acentuava a cada divulgação de pesquisa de intenção de votos); o início da

---

<sup>4</sup> Alguns autores adotam como implantação do Regime de Metas para Inflação o mês de março, em cuja primeira reunião do Comitê de Política Monetária foi fixada a taxa básica de 45% ao ano.

<sup>5</sup> Sistema Especial de Liquidação e Custódia; taxa básica da economia utilizada para remunerar os títulos do Tesouro Nacional.

Guerra do Iraque; e, mais recentemente, a crise política que envolveu o partido do governo.

Para que se possa fazer uma avaliação mais justa do período posterior à implantação do Regime de Metas de Inflação, tornou-se necessário expurgar a volatilidade observada no período de transição, assim, decidimos avaliar o período iniciado a partir do ano seguinte à implantação do Regime.

Durante as regressões, foi verificado que, com o amadurecimento desta implantação, as taxas alcançaram ainda maior estabilidade, o que justificou uma avaliação do período de janeiro/2003 a janeiro/2006, escolhido arbitrariamente e contemplando um número ainda razoável de observações (37) para as regressões.

As análises exigem que tanto as séries de variações nas taxas de juros quanto as de spread entre as taxas sejam estacionárias e esta verificação será efetuada através do método Augmented Dickey-Fuller, com nível de confiança mínimo de 90%.

As estatísticas descritivas das séries das taxas de juros compostas continuamente, obtidas a partir das utilizadas nos contratos da BM&F são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Sumário das estatísticas para as taxas de juros (*swap*) brasileiras

Período	Prazo	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo	Nº Obs
01/1995 a 01/2006	1 mês	21,93813	8,504805	14,11668	56,56513	133
	3 meses	21,98685	8,230927	14,17503	58,1124	133
	6 meses	22,25439	8,157443	14,33988	58,8329	133
01/1995 a 06/1999	1 mês	28,5905	9,82335	17,9902	56,56513	54
	3 meses	28,22958	9,657242	18,71038	58,1124	54
	6 meses	28,23363	9,669074	18,9602	58,8329	54
07/1999 a 01/2006	1 mês	17,39094	2,293186	14,11668	23,61159	79
	3 meses	17,71966	2,420223	14,17503	24,20868	79
	6 meses	18,16731	2,723506	14,33988	24,8685	79
01/2000 a 01/2006	1 mês	17,3376	2,373079	14,11668	23,61159	73
	3 meses	17,61381	2,478423	14,17503	24,20868	73
	6 meses	17,96043	2,714635	14,33988	24,8685	73
01/2003 a 01/2006	1 mês	17,67595	2,919241	14,61144	23,61159	37
	3 meses	17,59104	2,872794	14,47105	24,20868	37
	6 meses	17,47037	2,781211	14,33988	24,8685	37

Observando a Tabela 1, pode-se perceber claramente que o período de janeiro/1995 a junho de 1999, anterior à adoção do Regime de Metas Inflacionárias, apresenta maior volatilidade e maiores taxas de juros.

Já os períodos iniciados após a adoção do Regime registraram menores intervalos entre as taxas mínimas e máximas e desvios-padrão inferior à ordem de um terço do período anterior à adoção do Regime, além, é claro de taxas de juros inferiores.

A Tabela 2 apresenta os coeficientes de correlação entre as variações, em três meses, das taxas de um, três e seis meses. Podemos verificar que as mesmas são mais fortemente correlacionadas quando é considerado o período anterior à adoção do Regime de Metas Inflacionárias e no que contempla toda a amostra. Na observação dos períodos posteriores à adoção do Regime, contudo, os coeficientes são menores, mas, voltam a apresentar elevação nos três últimos anos considerados.

**Tabela 2: Coeficientes de Correlação das variações das taxas de juros em 3 meses**

Período	Prazo	1 mês	3 meses
01/1995 a 01/2006	3 meses	0,97813	
	6 meses	0,92856	0,97211
01/1995 a 06/1999	3 meses	0,98249	
	6 meses	0,95164	0,97911
07/1999 a 01/2006	3 meses	0,93070	
	6 meses	0,70533	0,90542
01/2000 a 01/2006	3 meses	0,94901	
	6 meses	0,77805	0,92796
01/2003 a 01/2006	3 meses	0,97461	
	6 meses	0,84375	0,93671

Os coeficientes de correlação das variações das taxas de juros em seis meses, apresentados na Tabela 3, seguem os mesmos padrões da tabela anterior.

**Tabela 3: Coeficientes de Correlação das variações das taxas de juros em 6 meses**

Período	Prazo	1 mês	3 meses
01/1995 a 01/2006	3 meses	0,98727	
	6 meses	0,94039	0,97768
01/1995 a 06/1999	3 meses	0,99130	
	6 meses	0,96548	0,98652
07/1999 a 01/2006	3 meses	0,97580	
	6 meses	0,86814	0,95265
01/2000 a 01/2006	3 meses	0,95490	
	6 meses	0,80795	0,94236
01/2003 a 01/2006	3 meses	0,97878	
	6 meses	0,87507	0,95316

Na seqüência são apresentados dois gráficos, o primeiro traz as taxas de juros dos contratos de swap para o prazo de um mês e o segundo, a diferença entre taxas de juros a termo e à vista de três meses. Em ambos, pode-se perceber, visualmente, a evolução da volatilidade das taxas de juros através do tempo.

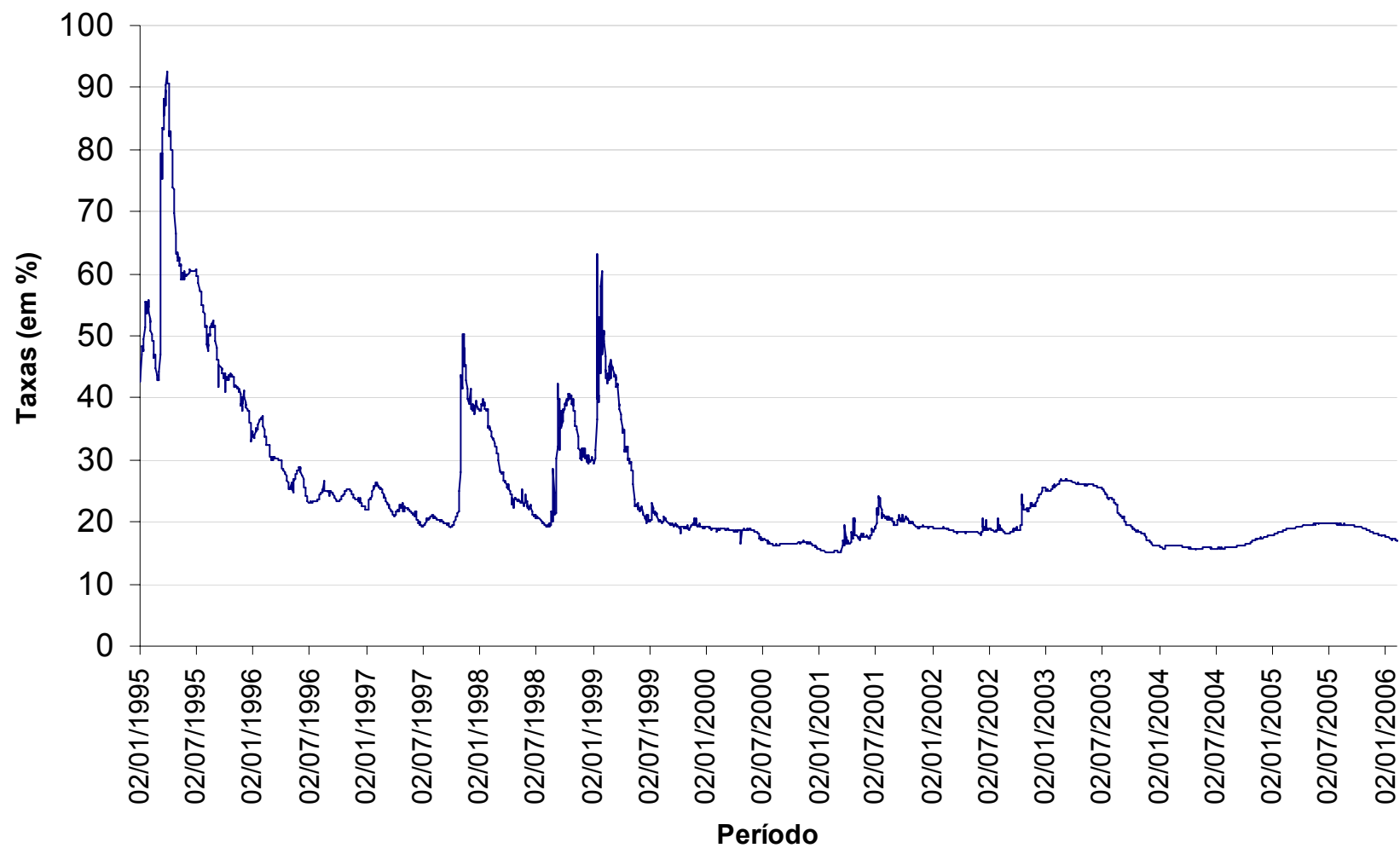


Fig. 3 Taxas de juros dos contratos de swap para o prazo de um mês (janeiro/1995 a fevereiro/2006).  
(Fonte: BM&F)

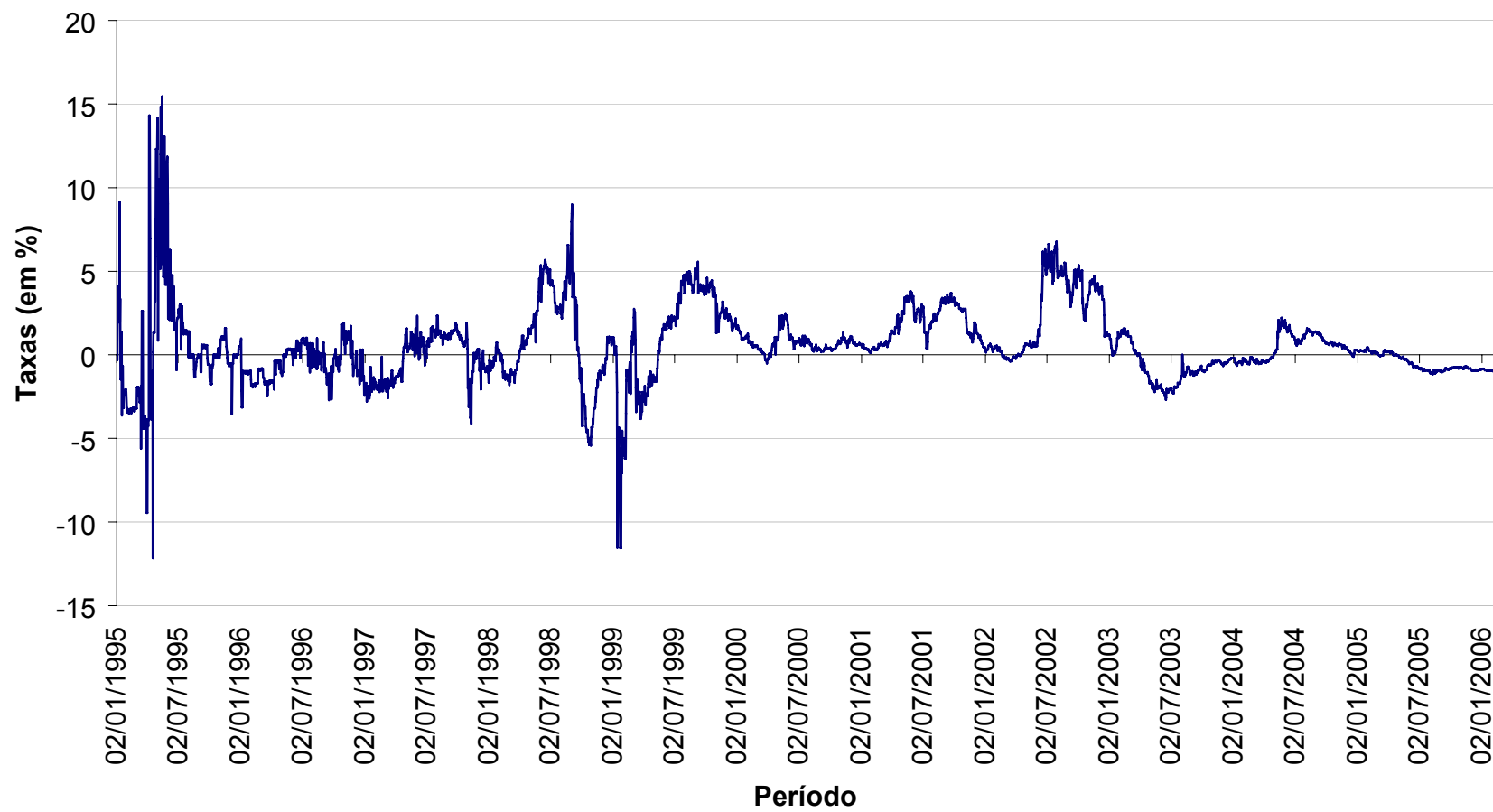


Fig. 4 Diferença entre taxas de juros a termo e à vista de três meses (janeiro/1995 a fevereiro/2006).  
(Fonte: BM&F)



## 5. RESULTADOS EMPÍRICOS

Para as regressões, foram utilizadas séries de taxas de juros compostas continuamente e de *spreads* entre as taxas de longo e curto prazos.

As regressões foram efetuadas com a utilização do software econométrico E-views. Os problemas de autocorrelação serial, identificados pelo teste de Breusch-Godfrey, e os de heterocedasticidade, isto é, quando a volatilidade dos juros varia com o tempo, foram corrigidos pela metodologia de Newey-West, disponível no software econométrico E-views.

Foram efetuados testes de raiz unitária apenas com intercepto, por considerarmos que não havia razão para testes com tendência em variações de taxas de juros. O método utilizado foi o Augmented Dickey-Fuller, com nível de confiança igual ou maior que 95%.

Os erros-padrão apresentados nas tabelas a seguir estão corrigidos pela matriz de Newey-West.

A Tabela 4 apresenta, para o período completo da amostra, os resultados das regressões em que foram empregadas como variáveis independentes as variações da taxa  $R_t$ ,  $n$  períodos a frente, e, como variáveis explicativas, os *spreads* entre as taxas de longo e curto prazos, obedecendo à equação (5).

Ao nível de confiança mínimo de 90%, não se pode rejeitar a Hipótese Nula ( $H_0$ ) de que os *spreads* expliquem as variações da taxa de juros de um mês em um, três e seis meses à frente e também as variações da taxa de juros de três meses em três e seis meses à frente.

**Tabela 4: Regressões referentes ao Período Completo (janeiro/1995 a janeiro/2006)**

Varição da Taxa	n (períodos à frente)	Spread	$\alpha$	$\beta$	$H_0: \beta = 1$	$H_0: \alpha = 0, \beta = 1$	R2 ajustado
1 mês	1	$R_{t-1}^2 - R_{t-1}^1$	-0,141301 (0,242423)	2,112283*** (0,490412)	5,144095** [0,0250]	3,636982** [0,0290]	0,136244
	3	$R_{t-3}^3 - R_{t-3}^1$	-0,779479 (0,605938)	1,86199 ** (0,824498)	1,093014 [0,2978]	1,108998 [0,3330]	0,096443
	6	$R_{t-6}^6 - R_{t-6}^1$	-2,160317** (0,957159)	1,912662 *** (0,382057)	5,706402** [0,0184]	6,131045*** [0,0029]	0,203314
3 meses	3	$R_{t-3}^6 - R_{t-3}^3$	-1,007587 (0,633439)	1,147218 * (0,671306)	0,048093 [0,8268]	1,269259 [0,2846]	0,041115
	6	$R_{t-6}^6 - R_{t-6}^3$	-2,126602** (0,936592)	2,198181** (1,05068)	1,30048 [0,2563]	3,638065** [0,0291]	0,096286
6 meses	3	$R_{t-3}^{12} - R_{t-3}^6$	-0,888295 (0,6341)	0,442786 (0,57667)	0,933633 [0,3357]	1,972393 [0,1433]	0,000454
	6	$R_{t-6}^{12} - R_{t-6}^6$	-2,12449** (0,62502)	1,177646 (0,545169)	0,106181 [0,7451]	6,720489*** [0,0017]	0,028274

Erros-padrão corrigidos pela matriz de Newey-West são dados entre parênteses e p-valores das estatísticas de Wald entre colchetes.  
\*, \*\* e \*\*\* sinalizam não rejeição de  $H_0$  aos níveis de 10%, 5% e 1%, respectivamente.

Já a Tabela 5, que apresenta os dados referentes ao período anterior ao Regime adotado, indica a rejeição da hipótese das variações de todas as taxas explicadas pelos spreads, exceto para as variações da taxa de um mês em um e seis meses à frente, ao nível de 99% e 95% de confiança, respectivamente.

**Tabela 5: Regressões referentes ao período anterior ao Regime de Metas (janeiro/1995 a junho/1999)**

Varição Taxa	n (períodos à frente)	Spread	$\alpha$	$\beta$	$H_0: \beta = 1$	$H_0: \alpha = 0, \beta = 1$	R2 ajustado
1 mês	1	$R_{t-1}^2 - R_{t-1}^1$	0,477082 (0,746719)	2,982232*** (1,012802)	3,830541* [0,0558]	2,619438* [0,0826]	0,15808
	3	$R_{t-3}^3 - R_{t-3}^1$	-0,711563 (1,61974)	1,870278 (1,616051)	0,290006 [0,5927]	0,454529 [0,6374]	0,039119
	6	$R_{t-6}^6 - R_{t-6}^1$	-1,706268 (2,351755)	2,345319** (1,062895)	1,602025 [0,2120]	3,636049** [0,0342]	0,15129
3 meses	3	$R_{t-3}^6 - R_{t-3}^3$	-1,391121 (1,494147)	1,191742 (1,398479)	0,018798 [0,8915]	0,528237 [0,5930]	0,009031
	6	$R_{t-6}^6 - R_{t-6}^3$	-2,500346 (2,114762)	1,788012 (2,305726)	0,116802 [0,7341]	1,930402 [0,1567]	0,021261
6 meses	3	$R_{t-3}^{12} - R_{t-3}^6$	-1,484677 (1,360061)	0,480074 (1,226369)	0,179738 [0,6735]	0,644855 [0,5291]	-0,015356
	6	$R_{t-6}^{12} - R_{t-6}^6$	-3,109956* (1,666131)	1,876053 (2,283738)	0,147153 [0,7030]	2,701797* [0,0777]	0,037142

Erros-padrão corrigidos pela matriz de Newey-West são dados entre parênteses e p-valores das estatísticas de Wald entre colchetes.  
\*, \*\* e \*\*\* sinalizam não rejeição de  $H_0$  aos níveis de 10%, 5% e 1%, respectivamente.

Ao considerarmos as regressões com dados coletados posteriormente à adoção do Regime de Metas Inflacionárias, relacionados na Tabela 6, com nível de confiança mínimo de 95%, não podemos rejeitar a hipótese de que os *spreads* explicam as variações das taxas de juros de um mês para um, três e seis meses à frente e de três meses em três e seis meses à frente. Já a variação da taxa de juros de seis meses em três e seis meses posteriores não apresenta a mesma consistência de regressão pelos *spreads*.

**Tabela 6: Regressões referentes ao período posterior ao Regime de Metas (julho/1999 a janeiro/2006)**

Varição Taxa	n (períodos à frente)	Spread	$\alpha$	$\beta$	$H_0 : \beta = 1$	$H_0 : \alpha = 0, \beta = 1$	R2 ajustado
1 mês	1	$R_{t-1}^2 - R_{t-1}^1$	-0,187688** (0,099055)	0,916463** (0,410614)	0,041389 [0,8393]	2,614071* [0,0797]	0,162127
	3	$R_{t-3}^3 - R_{t-3}^1$	-0,835321*** (0,288198)	1,906725*** (0,50147)	3,269354* [0,0745]	4,446692** [0,0149]	0,445493
	6	$R_{t-6}^6 - R_{t-6}^1$	-2,193184** (0,938237)	1,676163*** (0,485145)	1,942495 [0,1674]	2,834058* [0,0649]	0,315615
3 meses	3	$R_{t-3}^6 - R_{t-3}^3$	-0,661219* (0,358758)	0,934179** (0,417988)	0,024797 [0,8753]	2,334483 [0,1037]	0,163282
	6	$R_{t-6}^6 - R_{t-6}^3$	-1,981513** (0,97837)	2,440771** (0,97815)	2,169598** [0,0448]	2,051783 [0,1355]	0,244065
6 meses	3	$R_{t-3}^{12} - R_{t-3}^6$	-0,425247 (0,434048)	0,300009 (0,337816)	4,293630** [0,0416]	4,728695** [0,0116]	0,006933
	6	$R_{t-6}^{12} - R_{t-6}^6$	-1,167754 (0,928378)	0,396773 (0,596391)	1,023054 [0,3150]	2,532848* [0,0860]	-0,004626

Erros-padrão corrigidos pela matriz de Newey-West são dados entre parênteses e p-valores das estatísticas de Wald  
\*, \*\* e \*\*\* sinalizam não rejeição de  $H_0$  aos níveis de 10%, 5% e 1%, respectivamente.

A Tabela 7, por sua vez, ao considerar os resultados das regressões no período posterior à adoção do Regime de Metas de Inflação, expurgando os dados da transição dos regimes, registra resultados semelhantes aos da tabela anterior, sendo mais significativos os betas das regressões que explicam as variações da taxa de um mês em um, três e seis períodos à frente, e da taxa de três meses em três períodos a frente, com nível de confiança mínimo de 95%. Para as demais variações de taxas, a hipótese de explicação pela regressão dos *spreads* é rejeitada.

**Tabela 7: Regressões referentes ao período posterior ao Regime de Metas, com expurgo transição (janeiro/2000 a janeiro/2006)**

Varição Taxa	n (períodos à frente)	Spread	$\alpha$	$\beta$	$H_0 : \beta = 1$	$H_0 : \alpha = 0, \beta = 1$	R2 ajustado
1 mês	1	$R_{t-1}^2 - R_{t-1}^1$	-0,17391** (0,095376)	1,060139** (0,429737)	0,019584 [0,8891]	1,953767 [0,1493]	0,209916
	3	$R_{t-3}^3 - R_{t-3}^1$	-0,609078** (0,278187)	1,757612*** (0,554676)	1,865585 [0,1763]	2,479810* [0,0910]	0,40107
	6	$R_{t-6}^6 - R_{t-6}^1$	-1,025422 (0,65883)	1,052015** (0,411874)	0,015949 [0,8999]	1,676670 [0,1943]	0,258504
3 meses	3	$R_{t-3}^6 - R_{t-3}^3$	-0,542576 (0,354721)	1,071309** (0,407327)	0,030648 [0,8615]	1,381581 [0,2579]	0,205697
	6	$R_{t-6}^6 - R_{t-6}^3$	-0,806117 (0,776968)	1,199004 (0,775085)	0,065921 [0,7981]	0,646277 [0,5270]	0,092947
6 meses	3	$R_{t-3}^{12} - R_{t-3}^6$	-0,390533 (0,441324)	0,412309 (0,317168)	3,433353* [0,0680]	3,575275** [0,0332]	0,022403
	6	$R_{t-6}^{12} - R_{t-6}^6$	-0,553551 (0,845885)	0,307973 (0,626212)	1,221246 [0,2728]	1,653175 [0,1987]	-0,006163

Erros-padrão corrigidos pela matriz de Newey-West são dados entre parênteses e p-valores das estatísticas de Wald entre colchetes.  
\*, \*\* e \*\*\* sinalizam não rejeição de  $H_0$  aos níveis de 10%, 5% e 1%, respectivamente.

Ao considerar os resultados obtidos com dados do último período considerado, qual seja, os últimos três anos, findos em janeiro de 2006, que representam um período de consolidação relação ao Regime de Metas Inflacionárias, A Tabela 8 registra os melhores índices de  $R^2$  ajustados e as melhores estimações para os betas. Ao nível de confiança de 99%, não rejeitamos a

$H_0$  de que os spreads explicam as variações das taxas de juros de um mês em um, três e seis meses à frente, e de três meses em três e seis meses posteriores. A  $H_0$  de que a variação da taxa de juros de seis meses, três meses a frente, pode ser explicada pelo *spread* entre as taxas de juros não pode ser rejeitada ao nível de 5%, embora o índice de  $R^2$  ajustado possa ser classificado como desapontador.

**Tabela 8: Regressões referentes ao período de consolidação do Regime de Metas (janeiro/2003 a janeiro/2006)**

Varição Taxa	n (períodos à frente)	Spread	$\alpha$	$\beta$	$H_0 : \beta = 1$	$H_0 : \alpha = 0, \beta = 1$	R2 ajustado
1 mês	1	$R_{t-1}^2 - R_{t-1}^1$	-0,123403** (0,069483)	2,110483*** (0,529835)	4,392807** [0,0434]	4,125345** [0,0246]	0,660492
	3	$R_{t-3}^3 - R_{t-3}^1$	-0,483118* (0,25558)	2,992432*** (0,544403)	13,39447*** [0,0008]	7,510134*** [0,0019]	0,769345
	6	$R_{t-6}^6 - R_{t-6}^1$	-1,159838* (0,704316)	1,843432*** (0,297162)	8,055888*** [0,0075]	4,081011** [0,0255]	0,648892
3 meses	3	$R_{t-3}^6 - R_{t-3}^3$	-0,555573* (0,318724)	2,012269*** (0,457365)	4,898532** [0,0335]	3,119388* [0,0567]	0,604391
	6	$R_{t-6}^6 - R_{t-6}^3$	-1,281766 (0,782384)	2,589654*** (0,546477)	8,461771*** [0,0063]	4,266194** [0,0220]	0,493371
6 meses	3	$R_{t-3}^{12} - R_{t-3}^6$	-0,711601 (0,468214)	0,630751** (0,276586)	1,782289 [0,1905]	3,947717** [0,0284]	0,125999
	6	$R_{t-6}^{12} - R_{t-6}^6$	-1,269415 (0,928832)	0,855272 (0,565315)	0,065543 [0,7994]	1,233344 [0,3037]	0,078886

Erros-padrão corrigidos pela matriz de Newey-West são dados entre parênteses e p-valores das estatísticas de Wald entre colchetes. \*, \*\* e \*\*\* sinalizam não rejeição de  $H_0$  aos níveis de 10%, 5% e 1%, respectivamente.

Em nenhum dos períodos selecionados, as regressões dos dados amostrais sugeriu a não rejeição da  $H_0$  de que a variação da taxa de juros de seis meses, seis meses à frente, pode ser explicada pela diferença entre as taxas de juros de doze e seis meses.

Os melhores resultados foram obtidos para a variação da taxa de juros de um mês, três meses à frente, explicado pelo spread corrente entre as taxas de três e um mês. Podemos comparar os resultados reais da variação da taxa de juros em questão e as variações resultantes do modelo utilizado, qual seja:

$$R_t^1 - R_{t-3}^1 = -0,483118 + 2,992432 * (R_{t-3}^3 - R_{t-3}^1)$$

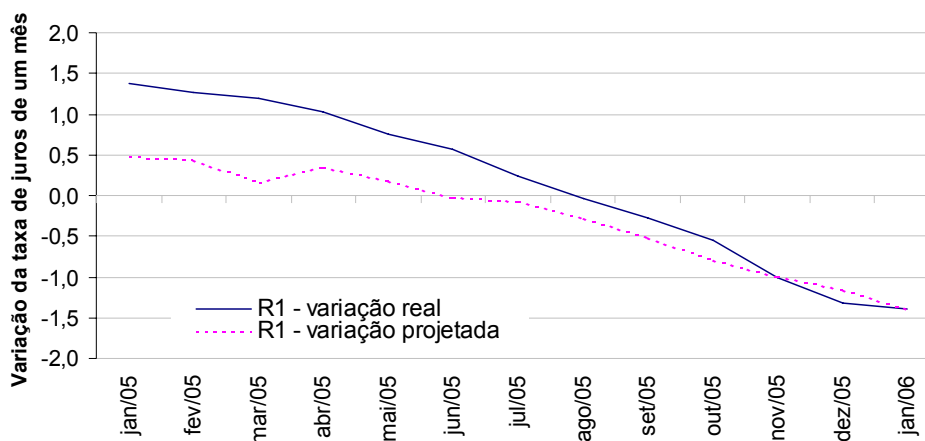


Fig. 5: Aderência da variação das taxas de juros reais às projetadas pelo modelo

Pode-se perceber que o modelo ficou bem ajustado, significando forte poder preditivo do spread entre as taxas de um e três meses na explicação das variações da taxa de juros de um mês, três meses à frente.

Faz-se necessário registrar, ainda, que o prêmio por maturidade, ou prêmio por “alongamento” do prazo de investimento, indicado por  $\exp(-\alpha)-1$ , apresentado na Tabela 9 é crescente em função do prazo, em linha com os resultados obtidos por Tabak e Andrade (2003) <sup>6</sup>.

**Tabela 9: Prêmio por maturidade (janeiro/2003 a janeiro/2006)**

Varição Taxa	$n$ (períodos à frente)	$\alpha$	Prêmio ( $\exp(-\alpha)-1$ )
1 mês	1	-0,12340	0,13134
	3	-0,48312	0,62112
	6	-1,15984	2,18942
3 meses	3	-0,55557	0,74294
	6	-1,28177	2,60300
6 meses	3	-0,71160	1,03725
	6	-1,26942	2,55877

O prêmio por maturidade representa um retorno extra necessário para compensar os investidores por assumirem um risco extra associado a investimentos de prazos mais longos. Conforme Tabak e Andrade (2003), podemos intuir que a magnitude deste prêmio depende das condições de risco da economia, como o grau de incerteza quanto às taxas futuras de juros ou a probabilidade de não pagamento da dívida pública.

Pela Figura 5, percebemos claramente a correlação positiva entre os prêmios por maturidade e os prazos de investimento.

<sup>6</sup> Segundo Tabak e Andrade (2003),  $\lambda^n$  é o excesso de retorno esperado, para cada  $n$ , entre a estratégia de se investir diretamente em um determinado horizonte de tempo ( $n$ ) e a de renovar o investimento  $n$  vezes por períodos unitários, ou seja, um prêmio por maturidade, dado pela fórmula:

$$\lambda^n = R_t^n - (1/n) \sum_{i=0}^{n-1} E_t[r_{t+i}] \quad (\text{A})$$

Subtraindo  $r_t$  de ambos os lados, da equação (A) e considerando que a Expectativa de Racionalidade (ER) implica que  $E_t[r_{t+i}] = r_{t+i} + v_{t+i}$ , onde  $v_t$  é um ruído branco com média zero e iid, a equação (A) é rearranjada e parametrizada:

$$\sum_{i=1}^{n-1} \left(1 - \frac{i}{n}\right) (r_{t+i} - r_{t+i-1}) = \alpha + \beta(R_t^n - r_t) + \xi_t \quad (\text{B}),$$

onde  $\alpha = -\lambda^n$ ,  $\beta = 1$  e  $\xi_t$  é um processo MA (médias móveis).

Os autores afirmam, ainda, a média do prêmio por maturidade é melhor representado por  $\exp(-\alpha) - 1$ .

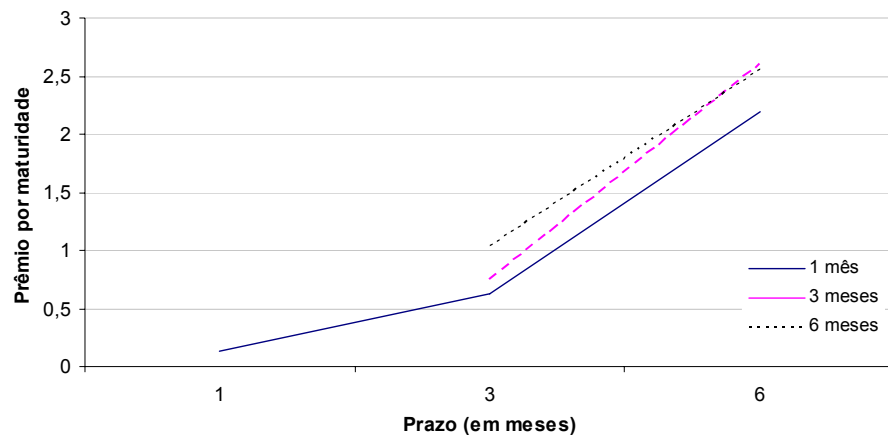


Fig. 6: Evolução do prêmio por maturidade em função do tempo

## 6. CONCLUSÕES

Os resultados empíricos encontrados neste trabalho sugerem a aceitação da Hipótese das Expectativas (HE) na previsão da variação das taxas de curto prazo explicada pelo *spread* entre as taxas de longo e curto prazos, no que se refere à variação das taxas de juros de um e três meses, para um<sup>7</sup>, três e seis períodos à frente, apresentando maior aderência ao modelo o período após a implantação do Regime de Metas para a Inflação e, principalmente, após a consolidação deste, em período de relativa estabilidade do mercado de juros, se comparado a períodos anteriores.

A HE não pode ser rejeitada no caso da variação da taxa de doze meses, contudo, o resultado não é satisfatório.

Os resultados obtidos também corroboram o trabalho de Tabak e Andrade (2003), que testaram a HE com Expectativas Racionais (ER) na Estrutura a Termo da Taxa de Juros (ETTJ) brasileira e chegaram a aceitação da mesma para as taxas de juros de dois, três e seis meses, mas não de doze.

No que tange ao sinal do coeficiente estimado  $\beta$ , os resultados eram esperados, pois sinal positivo indica correlação positiva entre os *spreads* e a expectativa de variação das taxas de juros.

Ao contrário do que se apurou em Engsted (1996), na Dinamarca, e Gonzalez *et al* (1999), no México, os resultados empíricos sugerem que, no Brasil, no período avaliado, os *spreads* entre as taxas de juros têm maior poder de previsão de variação das taxas futuras de juros em período de menor volatilidade, o que é mais intuitivo, e, neste trabalho, foi observado, no período pós-adoção do Regime de Metas para Inflação, especialmente, no considerado de consolidação do Regime, aqui considerado como janeiro/2003 a janeiro/2006.

Acreditamos que a adoção do Regime de Metas de Inflação, ao imprimir maior transparência às decisões da autoridade monetária brasileira, permitiu que os agentes tivessem um grau maior de acerto em suas expectativas de taxas de juros, levando os *spreads* entre as taxas a representarem uma ferramenta útil, embora não tão precisa, na reflexão das expectativas dos agentes financeiros sobre taxas de juros futuras.

---

<sup>7</sup> Testado apenas para a variação das taxas de um mês.

Em linha com que foi verificado por Longstaff (2000), os resultados parecem suportar a Teoria das Expectativas (TE) quando são verificados prêmios de alongamento próximos a zero, ou seja, neste caso, a TE pode descrever o comportamento das taxas de juros de curtíssimo prazo. Entretanto, verificamos que o prêmio por maturidade é crescente segundo o prazo, confirmando os resultados encontrados por Tabak e Andrade (2003).



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEKAERT, Geert; Hodrick, Robert J. **Expectations hypothesis tests**, National Bureau of Economic Research Working Paper 7609 (2000).

BERNANKE, Ben. **On the predictive power of interest rates and interest rate spreads**, National Bureau of Economic Research (1990).

BIDARKOTA, Prasad V. **The comparative forecast performance of univariate and multivariate models: an application to real interest rate forecasting**, International Journal of Forecasting 14 (1998) 457-468.

CAMPBELL, John Y.; Shiller, Robert J. **Yield spreads and interest rate movements: a bird's eye view**, Review of Economic Studies, vol 58 (1991) 495-514.

CABRAL, Rodrigo S. V. **Benchmark para a dívida pública: duas abordagens alternativas**, Tese de Doutorado em Economia, Universidade de Brasília (2004).

COX, John C.; Ingersoll, Jonathan E., Jr.; Ross, Stephen A. **A theory of the term structure of interest rates**, Econometrica, vol 53 nº 2 (1985) 385-408.

ELTON, EDWIN J.; GRUBER, MARTIN J.; BROWN, STEPHEN J.; GOETZMANN, WILLIAM N. **Modern Portfolio theory and investment analysis**, 6. edição IE-Wiley 2002.

ENGSTED, Tom **The predictive power of the money market term structure**, International Journal of Forecasting 12 (1996) 289-295.

FAMA, Eugene F.; BLISS, Robert R. **The information in long-maturity forward rates**, The American Economic Review 77 (1987) 680-692.

GONZALEZ, Jorge; SPENCER, Roger; WALZ, Daniel. **The information in the Mexican term structure of interest rates: capital market implications**, Journal of International Financial Markets, Institutions and Money 9 (1999) 149-161.

HARDOUVELIS, Gikas A. **The term structure spread and future changes in long and short rates in the G7 countries Is there a puzzle?**, Journal of Monetary Economics 33 (1994) 255-283.

HULL, John **Introdução aos mercados futuros e de opções**, 2<sup>a</sup>. Edição (1996)

LIMA, Alexandre M. C.; ISSLER, João V. **A hipótese das expectativas na estrutura a termo de juros no Brasil: uma aplicação de modelos de valor presente**, Revista Brasileira de Economia, vol. 57, no. 4, (2003) 873-898.

LONGSTAFF, Francis A. **The term structure of very short-term rates: New evidence for the expectations hypothesis**, Journal of Financial Economics, vol 58 (2000) 397-415.

LONGSTAFF, Francis A.; Schwartz, Eduardo S. **Interest rate volatility and the term structure: a two factor general equilibrium model**, Journal of Financial Economics, vol 47 4 (1992) 1259-1282.

MISHKIN, Frederic C. **The information in the term structure: some further results**, National Bureau of Economic Research (1988).

MORALEDA, Juan M.; PELSSER, Antoon **Forward vs spot interest-rate models of the term-structure: an empirical comparison**, Journal of Derivatives vol 7 (2000).

OLIVEIRA, Alberto A. S. de **Modelos de Estrutura a termo de taxas de juros: um teste empírico**, Dissertação de Mestrado, Fundação Getúlio Vargas Escola de Pós-Graduação em Economia (2003).

OLIVEIRA, Maria M. **Como fazer projetos, relatórios, monografias, dissertações e teses**. 3. ed Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

RUDEBUSCH, G. D. **Federal Reserve interest rate targeting, rational expectations, and the term structure**, Journal of Monetary Economics, Volume 35 nº 2 (1995) 245-274.

SUTTON, Gregory D. **A defence of the expectations theory as a model of us long-term interest rates**, BIS Working Papers nº 85 (2000).

TABAK, Benjamin M.; ANDRADE, Sandro C. **Testing the Expectations Hypothesis in the Brazilian Term Structure**, Revista Brasileira de Finanças, vol 1 nº 1 (junho de 2003) 19-43.

TZAVALLIS, Elias; WICKENS, Michael R. **Explaining the failures of the term spread models of the rational expectations hypothesis of the term structure**, Journal of Money Credit and Banking, vol 29 nº 3 (1997) 364-380.