



**Priscila Kelly Carvalho Sabino**

**Aplicando a Metodologia de Diebold e Li à Análise da  
Estrutura a Termo da Taxa de Juros Brasileira**

**Dissertação de Mestrado**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Atuariais do Instituto de Gestão de Riscos Financeiros e Atuariais da PUC-Rio.

Orientador: Luciano Vereda Oliveira

Rio de Janeiro

abril de 2007



**Priscila Kelly Carvalho Sabino**

## **Aplicando a Metodologia de Diebold e Li à Análise da Estrutura a Termo da Taxa de Juros Brasileira**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Atuariais do Instituto de Gestão de Riscos Financeiros e Atuariais da PUC-Rio.

**Prof. Luciano Vereda Oliveira**

Orientador

Instituto de Gestão de Riscos Financeiros e Atuariais - PUC-Rio

**Prof. Cristiano A.C. Fernandes**

Departamento de Engenharia Elétrica - PUC-Rio

**Prof. Hélio C. Vieira Lopes**

Departamento de Matemática - PUC-Rio

**Prof. João Pontes Nogueira**

Vice-Decano de Pós-Graduação do Centro de Ciências Sociais

Rio de Janeiro, 09 de abril de 2007

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, da autora e do orientador.

**Priscila Kelly Carvalho Sabino**

Graduou-se Bacharel em Ciências Atuariais pela Universidade Federal de Minas Gerais em 2005.

Ficha Catalográfica

Sabino, Priscila Kelly Carvalho

Aplicando a metodologia de Diebold e Li à análise da estrutura a termo da taxa de juros brasileira / Priscila Kelly Carvalho Sabino ; orientador: Luciano Vereda Oliveira. – 2007.

66 f. ; 30 cm

Dissertação (Mestrado em Gestão de Riscos Financeiros e Atuariais)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

Inclui bibliografia

1. Gestão de riscos financeiros e atuariais. 2. Estrutura a Termo da Taxa de Juros. 3. Análise de Componentes Principais. 4. Análise Fatorial. 5. Previsão. I. Oliveira, Luciano Vereda. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Instituto de Gestão de Riscos Financeiros e Atuariais. III. Título.

Ao meu amado pai.

## Agradecimentos

Agradeço a Deus pelo dom da vida e pela oportunidade de desenvolver este trabalho.

Aos meus pais agradeço pela dedicação. Sempre preocupados com o meu desenvolvimento e o meu futuro, eles me fizeram acreditar que eu podia vencer.

Ao amado Hebert, pelo incentivo e apoio em todos os meus projetos, e pelo amor que nos une agora e sempre.

Aos meus queridos amigos, em especial à Luciene, Raquel, Mariana, Viviane e ao Cristiano, por terem partilhado comigo cada momento de dificuldade e luta nesses dois anos.

Ao professor Renato Martins Assunção, por ser meu grande conselheiro nos assuntos relacionados a minha carreira acadêmica.

Ao Instituto de Gestão de Riscos Financeiros e Atuariais da PUC-Rio, em especial à Fernanda Chaves e ao meu orientador, Prof. Luciano Vereda, que demonstraram dedicação e paciência.

À CAPES e à PUC-Rio pelo apoio indispensável para a conclusão dessa dissertação.

Por fim, agradeço aos amigos e familiares que foram, com toda certeza, extremamente importantes durante esse trabalho.

## Resumo

Sabino, Priscila Kelly Carvalho; Oliveira, Luciano Vereda. **Aplicando a Metodologia de Diebold e Li à Análise da Estrutura a Termo da Taxa de Juros Brasileira**. Rio de Janeiro, 2007. 66p. Dissertação de Mestrado – Instituto de Gestão de Riscos Financeiros e Atuariais, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

O principal objetivo desse trabalho é aplicar o arcabouço proposto por Diebold e Li (2006) para modelar o comportamento da curva de juros brasileira e gerar previsões de curto, médio e longo prazos para a sua trajetória futura. O modelo é estimado e as previsões geradas a partir dele são comparadas com as previsões de outros modelos tradicionalmente utilizados como base de comparação. Os resultados alcançados nos levam a concluir que o modelo proposto por Diebold e Li não é adequado para o caso brasileiro, pois é superado por meros modelos univariados para quaisquer horizontes de previsão e para quaisquer prazos de vencimento ao longo da curva de juros. São feitas algumas conjecturas acerca das razões desse fracasso, e essas conjecturas inspiram o desenvolvimento de duas variantes do modelo original. Os resultados obtidos indicam que as modificações propostas são animadoras, pois uma das variantes consegue gerar previsões de longo prazo de qualidade superior àquelas geradas a partir dos modelos competidores.

## Palavras-chave

Estrutura a Termo da Taxa de Juros; Análise de Componentes Principais; Análise Fatorial; Previsão.

## Abstract

Sabino, Priscila Kelly Carvalho; Oliveira, Luciano Vereda. **Applying Diebold and Li Methodology to Brazilian Interest Rate Term Structure Analysis**. Rio de Janeiro, 2007. 66p. Dissertação de Mestrado – Instituto de Gestão de Riscos Financeiros e Atuariais, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The main objective of this dissertation is to model the Brazilian interest yield curve using Diebold and Li (2006) framework, in order to produce short, medium and long-term forecasts. We estimate the model and then compare its term-structure forecasts with forecasts based on standard benchmark models. Our results lead to the conclusion that the model proposed by Diebold and Li is not consistent with The Brazilian specific evidence, since it is outperformed by simple univariate models, for all forecast horizons, with any maturity choice. We make some theoretical conjectures to explain why the attempt has failed, which inspired the development of two new variants of the original model. The new results indicate that the model improvements proposed are promising, because one of the variants succeeds in producing long-term forecasts of greater accuracy than those based on competing models.

## Keywords

Interest Rates and Term Structure; Principal Components Analysis; Factor Analysis; Forecast.

## Sumário

1 Introdução	12
2 Noções básicas de Análise de Componentes Principais e Análise de Fatores	17
3 Principais aplicações para a análise da curva de juros	24
4 Descrição dos Dados	30
5 A Metodologia Diebold e Li	37
6 Aplicação da metodologia de Diebold e Li para a curva de juros brasileira	46
7 Conclusão	63
8 Referências Bibliográficas	65

## Lista de figuras

- Figura 1 - *Factor loadings* encontrados por Varga e Valli (2001). A observação da figura acima corrobora a interpretação dos autores de que os fatores comuns estão associados a mudanças no nível, na inclinação e na curvatura da estrutura a termo brasileira. 28
- Figura 2 - Comportamento recente das taxas de swap DI-pré de 1, 2, 3, 4, 6, 12 e 24 meses. 32
- Figura 3 - Curvas de juros médias observadas entre o final de 1997 e meados de 2006. Fonte: Bolsa de Mercadorias e Futuros (BM&F). 33
- Figura 4 - Perfis correspondentes a cada *factor loading*. Os fatores foram gerados com  $\lambda_t$  constante e igual a 0.448321. 39
- Figura 5 - Comparação entre os fatores comuns empíricos (linhas pontilhadas) e estimados com base no arcabouço de Nelson e Siegel (linhas cheias). 49
- Figura 6 - Comparação entre os fatores comuns estimados com base na análise de componentes principais (linhas pontilhadas) e com base no arcabouço de Nelson e Siegel (linhas cheias). 51
- Figura 7 - Perfis dos *loadings* recuperados por meio de análise de componentes principais. 52
- Figura 8 - Comparação entre os fatores comuns estimados com base no framework de Nelson e Siegel modificado (linhas cheias) e empíricos (linhas pontilhadas). 58
- Figura 9 - Curvas de juros observadas e previstas pela segunda variante do modelo de Diebold e Li (Diebold e Li 3) para junho de 2005 ( $h=1$ ), novembro de 2005 ( $h=6$ ) e maio de 2006 ( $h=12$ ). As previsões foram calculadas em maio de 2005. 61

## Lista de tabelas

Tabela 1 - Autovetores associados aos três autovalores de maior magnitude.	27
Tabela 2– Estatísticas Descritivas das taxas de swap DI-pré.	33
Tabela 3 - Matriz de correlação entre as taxas de swap DI-pré.	33
Tabela 4 - Resultados dos testes de raiz unitária realizados com a série temporal relativa à taxa de swap DI-pré de 1 mês.	34
Tabela 5 - Resultados dos testes de raiz unitária realizados com a série temporal relativa à taxa de swap DI-pré de 2 meses.	35
Tabela 6 - Resultados dos testes de raiz unitária realizados com a série temporal relativa à taxa de swap DI-pré de 3 meses.	35
Tabela 7 - Resultados dos testes de raiz unitária realizados com a série temporal relativa à taxa de swap DI-pré de 4 meses.	35
Tabela 8 - Resultados dos testes de raiz unitária realizados com a série temporal relativa à taxa de swap DI-pré de 6 meses.	36
Tabela 9 - Resultados dos testes de raiz unitária realizados com a série temporal relativa à taxa de swap DI-pré de 1 ano.	36
Tabela 10 - Resultados dos testes de raiz unitária realizados com a série temporal relativa à taxa de swap DI-pré de 2 anos.	36
Tabela 11 - Estatísticas dos fatores comuns para a curva de juros norte-americana.	41
Tabela 12 - Valores médios, medianas, desvios-padrão, autocorrelações de ordem 1, 3 e 6 e autocorrelações cruzadas dos fatores $\beta_{1,t}$ , $\beta_{2,t}$ e $\beta_{3,t}$ .	50
Tabela 13 - Erros médios quadráticos registrados pelo modelo de Diebold e Li e pelas alternativas RW, AR(1), VAR(1) quando $h=1$ .	54
Tabela 14 - Erros médios quadráticos registrados pelo modelo de Diebold e Li e pelas alternativas RW, AR(1), VAR(1) quando $h=6$ .	55
Tabela 15 - Erros médios quadráticos registrados pelo modelo de Diebold e Li e pelas alternativas RW, AR(1), VAR(1) quando $h=12$ .	55

Tabela 16 - Erros médios quadráticos registrados pelo modelo de Diebold e Li e pelas alternativas RW, AR(1), VAR(1), Diebold e Li 2 e Diebold e Li 3 quando $h=1$ .	59
Tabela 17 - Erros médios quadráticos registrados pelo modelo de Diebold e Li e pelas alternativas RW, AR(1), VAR(1), Diebold e Li 2 e Diebold e Li 3 quando $h=6$ .	60
Tabela 18 - Erros médios quadráticos registrados pelo modelo de Diebold e Li e pelas alternativas RW, AR(1), VAR(1), Diebold e Li 2 e Diebold e Li 3 quando $h=12$ .	60