Ana Tereza Vasconcellos

**Relacionamento entre os fatores
comuns estimados para as curvas
de juros de diferentes mercados**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**INSTITUTO DE GESTÃO DE RISCOS FINANCEIROS E
ATUARIAIS (IAPUC)**

**Programa de Pós-graduação em Ciências
Atuariais da PUC-Rio**

Rio de Janeiro
Agosto de 2009

Ana Tereza Vasconcellos

**Relacionamento entre os fatores comuns
estimados para as curvas de juros de diferentes
mercados**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Ciências Atuariais da PUC-Rio do Instituto de Gestão de Riscos Financeiros e Atuariais (IAPUC) da PUC-Rio

Orientador: Prof. Luciano Vereda Oliveira

Rio de Janeiro
Agosto de 2009

Ana Tereza Vasconcellos

**Relacionamento entre os fatores comuns
estimados para as curvas de juros de diferentes
mercados**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Ciências Atuariais da PUC-Rio do Instituto de Gestão de Riscos Financeiros e Atuariais (IAPUC) do Centro de Ciências Sociais da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof. Luciano Vereda Oliveira

Orientador

Instituto de Gestão de Riscos Financeiros e Atuariais (IAPUC) –
PUC-Rio

Prof. Cristiano A. C. Fernandes

Departamento de Engenharia Elétrica – PUC-Rio

Prof. Eduarda Cunha de LaRoque

Secretaria Municipal da Fazenda

Prof. Nizar Messari

Coordenador Setorial do Centro de Ciências Sociais — PUC-Rio

Rio de Janeiro, 12 de Agosto de 2009

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

Ana Tereza Vasconcellos

Ana Tereza Vasconcellos graduou-se em Engenharia Elétrica com ênfase e Sistema de Apoio à Decisão e em Produção Elétrica pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro [2005].

Ficha Catalográfica

Vasconcellos, Ana Tereza

Relacionamento entre os fatores comuns estimados para as curvas de juros de diferentes mercados / Ana Tereza Vasconcellos; orientador: Luciano Vereda Oliveira. — Rio de Janeiro : PUC-Rio, Instituto de Gestão de Riscos Financeiros e Atuariais (IAPUC), 2009.

v., 134 f: il. ; 29,7 cm

1. Dissertação (mestrado) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Instituto de Gestão de Riscos Financeiros e Atuariais (IAPUC).

Inclui referências bibliográficas.

1. Gestão de Riscos Financeiros e Atuariais (IAPUC) – Tese. 2. Estrutura a Termo; Análise de Fatores; Títulos Governamentais; Títulos de Empresas. I. Oliveira, Luciano Vereda. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Instituto de Gestão de Riscos Financeiros e Atuariais (IAPUC). III. Título.

CDD: 368.01

Agradecimentos

Agradeço aos meus queridos avós, Arthur, Moab, José e Violeta pela inspiração e por acreditarem que eu sempre poderia avançar mais do que eu imaginaria conseguir.

Aos meus pais pelo apoio incondicional e ao meu querido irmão pelo exemplo de caráter e fé.

Aos meus tios e primos pela diversão.

Aos verdadeiros amigos que estavam comigo a cada passo.

À Equipe RiskControl (incluindo os que já passaram pela empresa...) por todos os ensinamentos profissionais e pelos bons momentos do dia-a-dia.

Aos meus professores da PUC-Rio por todo conhecimento e atenção nos últimos anos.

Ao meu orientador compreensivo e amigo.

Acima de tudo à Deus por me fortalecer e me amar sem pedir nada em troca. Sem Ele não teria chegado aqui.

Resumo

Vasconcellos, Ana Tereza; Oliveira, Luciano Vereda. **Relacionamento entre os fatores comuns estimados para as curvas de juros de diferentes mercados**. Rio de Janeiro, 2009. 134p. Dissertação de Mestrado — Instituto de Gestão de Riscos Financeiros e Atuariais (IAPUC), Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

O estudo da influência de fatores comuns na determinação dos preços de equilíbrio dos mais diversos ativos financeiros, em especial dos títulos de renda fixa, tem recebido bastante atenção nas literaturas de Finanças e Macroeconomia. Mais recentemente, **Diebold, Li e Yue (2008)** mostraram que os fatores que governam a dinâmica da curva de juros dos treasuries emitidos pelos governos dos EUA, Alemanha, Japão e Reino Unido são parcialmente determinados por influências globais, ou seja, que afetam os fatores nesses países simultaneamente. O objetivo desse trabalho é mostrar que esse fenômeno ainda é observado quando adicionamos países emergentes à amostra (mais especificamente, Brasil, México e Colômbia), quando analisamos o mercado de *corporate bonds* negociados nos EUA e emitidos por empresas privadas atuando em três setores da economia e com diversos níveis de risco e quando trabalhamos com dados “misturados”, ou seja, de países e empresas. As principais contribuições desse trabalho são estender o resultado de **Diebold, Li e Yue (2008)** para uma coleção mais ampla de ativos e identificar novos fatores comuns que não puderam ser revelados na análise efetuada por esses autores.

Palavras-chave

Estrutura a Termo; Análise de Fatores; Títulos Governamentais; Títulos de Empresas.

Abstract

Vasconcellos, Ana Tereza; Oliveira, Luciano Vereda (Advisor) .
The Relationship between estimated common factors from yield curves of different markets.. Rio de Janeiro, 2009. 134p.
MSc Dissertation — Departamento de Gestão de Riscos Financeiros e Atuariais (IAPUC), Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The study of the influence of common factors in the determination of equilibrium prices of all kinds of financial assets, especially fixed return assets, has received a lot of attention from Macroeconomics and Finance literature. Most recently, **Diebold, Li and Yue (2008)** have shown that factors that govern the dynamics of the yield curve of the Treasuries issued by the American, German, Japanese and British Governments are partially determined by global influence, that is, that affect simultaneously factors in these countries. The purpose of this work is to show that this phenomena is still observed when we add emerging countries to the sample (more specifically, Brazil, Mexico and Colombia), when we analyze the corporate bond markets for companies with different risk levels in three sectors of the economy and when we work with “mixed” data, that is, of companies and countries. The main contribution of this paper is to extend the results obtained by **Diebold, Li and Yue (2008)** to a wider sample of assets and identify a new range of common factors that were not present in the analysis of these authors.

Keywords

Yield Curve; Common Factors; Sovereign Bonds; Corporate Bonds.

Sumário

1	Introdução	13
2	Metodologia	16
2.1	Contextualização	16
2.2	O modelo de Nelson e Siegel	17
2.3	O modelo de Diebold e Li	19
2.4	O modelo de Diebold, Li e Yue	21
2.5	O modelo adotado ao longo da tese	24
2.6	Resumo da metodologia adotada	27
3	Construção da Base de Dados	29
3.1	Dados relativos a <i>Sovereign Bonds</i>	29
3.2	Dados relativos a <i>Corporate Bonds</i>	33
4	Resultados de Estimação do Modelo Hierárquico	38
4.1	Resultados relativos a <i>Corporate Bonds</i>	39
4.2	Resultados relativos a <i>Sovereign Bonds</i>	57
4.3	Análises Cruzadas Interessantes	70
4.4	Resultados relativos a estimação do modelo hierárquico global	72
5	Considerações Finais	86
	Referências Bibliográficas	89
A	Apêndice - Análise de Componentes Principais	93
B	Apêndice - Filtro de Kalman	94
B.1	Métodos de Otimização do E-Views	96
C	Apêndice - Teste de Raíz Unitária	97
C.1	Teste de Raíz Unitária: <i>Sovereign Bonds</i>	97
C.2	Teste de Raíz Unitária: <i>Corporate Bonds</i>	98
D	Apêndice - Construção de Dados	100
D.1	Construção de Dados: <i>Sovereign Bonds</i>	100
D.2	Construção de Dados: <i>Corporate Bonds</i>	106
E	Apêndice - Resultados	125
E.1	Resultados: <i>Sovereign Bonds</i>	125
E.2	Resultados: <i>Corporate Bonds</i>	127
F	Apêndice - Resultados Filtro de Kalman	131
F.1	Filtro de Kalman: <i>Sovereign Bonds</i> - <i>Level</i>	131
F.2	Filtro de Kalman: <i>Sovereign Bonds</i> - <i>Slope</i>	131
F.3	Filtro de Kalman: <i>Corporate Bonds</i> - <i>Level</i>	132

F.4	Filtro de Kalman: <i>Corporate Bonds - Slope</i>	132
F.5	Filtro de Kalman: <i>Corporate e Sovereign Bonds - Level</i>	133
F.6	Filtro de Kalman: <i>Corporate e Sovereign Bonds - Slope</i>	134

Lista de figuras

2.1	Processo das análises realizadas	28
4.1	Fator <i>level</i> dos <i>industrial bonds</i> . Abcissa y representa as taxas (em %) e x o tempo (em anos).	40
4.2	Fator <i>level</i> dos <i>bank</i> e <i>retail bonds</i> . Abcissa y representa as taxas (em %) e x o tempo (em anos).	41
4.3	Fator <i>slope</i> dos <i>industrial bonds</i> . Abcissa y representa as taxas (em %) e x o tempo (em anos).	42
4.4	Fator <i>slope</i> dos <i>bank</i> e <i>retail bonds</i> . Abcissa y representa as taxas (em %) e x o tempo (em anos).	42
4.5	Primeira componente do fator <i>level</i> dos <i>corporate bonds</i> . Abcissa y representa as taxas (em %) e x o tempo (em anos).	44
4.6	Primeira componente do fator <i>slope</i> dos <i>corporate bonds</i> . Abcissa y representa as taxas (em %) e x o tempo (em anos).	46
4.7	Componentes 1 e 2 de <i>level</i> dos <i>corporate bonds</i> . Abcissa y representa as taxas (em %) e x o tempo (em anos).	48
4.8	Componentes 1 e 2 de <i>slope</i> dos <i>corporate bonds</i> . Abcissa y representa as taxas (em %) e x o tempo (em anos).	49
4.9	Componente 1 de <i>level</i> dos <i>corporate bonds</i> , por ACP e FK. Abcissa y representa as taxas (em %) e x o tempo (em anos).	52
4.10	Componente 2 de <i>level</i> dos <i>corporate bonds</i> , por ACP e FK. Abcissa y representa as taxas (em %) e x o tempo (em anos).	53
4.11	Componente 1 de <i>slope</i> dos <i>corporate bonds</i> , por ACP e FK. Abcissa y representa as taxas (em %) e x o tempo (em anos).	54
4.12	Componente 2 de <i>slope</i> dos <i>corporate bonds</i> , por ACP e FK. Abcissa y representa as taxas (em %) e x o tempo (em anos).	55
4.13	Fator <i>level</i> dos <i>sovereign bonds</i> . Abcissa y representa as taxas (em %) e x o tempo (em anos).	58
4.14	Fator <i>slope</i> dos <i>sovereign bonds</i> . Abcissa y representa as taxas (em %) e x o tempo (em anos).	59
4.15	Primeira componente do Fator <i>level</i> dos <i>sovereign bonds</i> . Abcissa y representa as taxas (em %) e x o tempo (em anos).	61
4.16	Primeira componente do Fator <i>slope</i> dos <i>sovereign bonds</i> . Abcissa y representa as taxas (em %) e x o tempo (em anos).	62
4.17	Componentes 1 e 2 <i>level</i> dos <i>sovereign bonds</i> . Abcissa y representa as taxas (em %) e x o tempo (em anos).	63
4.18	Componentes 1 e 2 <i>slope</i> dos <i>sovereign bonds</i> . Abcissa y representa as taxas (em %) e x o tempo (em anos).	65
4.19	Componente 1 de <i>level</i> dos <i>sovereign bonds</i> , por ACP e FK. Abcissa y representa as taxas (em %) e x o tempo (em anos).	66
4.20	Componente 2 de <i>level</i> dos <i>sovereign bonds</i> , por ACP e FK. Abcissa y representa as taxas (em %) e x o tempo (em anos).	67
4.21	Componente 1 de <i>slope</i> dos <i>sovereign bonds</i> , por ACP e FK. Abcissa y representa as taxas (em %) e x o tempo (em anos).	68

4.22	Componente 2 de <i>slope</i> dos <i>sovereign bonds</i> , por ACP e FK. Abcissa y representa as taxas (em %) e x o tempo (em anos).	69
4.23	Primeiras componentes de <i>level</i> dos <i>sovereign</i> e <i>corporate bonds</i> . Abcissa y representa as taxas (em %) e x o tempo (em anos).	71
4.24	Primeiras componentes de <i>slope</i> dos <i>sovereign</i> e <i>corporate bonds</i> . Abcissa y representa as taxas (em %) e x o tempo (em anos).	71
4.25	Séries de <i>level</i> dos <i>sovereign bonds</i> , <i>corporate bonds</i> e primeira componente comum. Abcissa y representa as taxas (em %) e x o tempo (em anos).	73
4.26	Séries de <i>slope</i> dos <i>sovereign bonds</i> , <i>corporate bonds</i> e primeira componente comum. Abcissa y representa as taxas (em %) e x o tempo (em anos).	75
4.27	Componentes 1 e 2 de <i>level</i> dos <i>sovereign</i> e <i>corporate bonds</i> . Abcissa y representa as taxas (em %) e x o tempo (em anos).	76
4.28	Componentes 1 e 2 de <i>slope</i> dos <i>sovereign</i> e <i>corporate bonds</i> . Abcissa y representa as taxas (em %) e x o tempo (em anos).	78
4.29	Componente 1 de <i>level</i> dos <i>sovereign</i> e <i>corporate bonds</i> , por ACP e FK. Abcissa y representa as taxas (em %) e x o tempo (em anos).	81
4.30	Componente 2 de <i>level</i> dos <i>sovereign</i> e <i>corporate bonds</i> , por ACP e FK. Abcissa y representa as taxas (em %) e x o tempo (em anos).	82
4.31	Componente 1 de <i>slope</i> dos <i>sovereign</i> e <i>corporate bonds</i> , por ACP e FK. Abcissa y representa as taxas (em %) e x o tempo (em anos).	83
4.32	Componente 2 de <i>slope</i> dos <i>sovereign</i> e <i>corporate bonds</i> , por ACP e FK. Abcissa y representa as taxas (em %) e x o tempo (em anos).	84
D.1	<i>Yields</i> dos EUA. Abcissa y representa as taxas e x o tempo.	100
D.2	<i>Yields</i> da Alemanha. Abcissa y representa as taxas e x o tempo.	101
D.3	<i>Yields</i> do Brasil. Abcissa y representa as taxas e x o tempo.	101
D.4	<i>Yields</i> do México. Abcissa y representa as taxas e x o tempo.	102
D.5	<i>Yields</i> da Colômbia. Abcissa y representa as taxas e x o tempo.	102
D.6	<i>Yields</i> Industrial AAA. Abcissa y representa as taxas e x o tempo.	106
D.7	<i>Yields</i> Industrial AA. Abcissa y representa as taxas e x o tempo.	107
D.8	<i>Yields</i> Industrial A+. Abcissa y representa as taxas e x o tempo.	107
D.9	<i>Yields</i> Industrial A. Abcissa y representa as taxas e x o tempo.	108
D.10	<i>Yields</i> Industrial A—. Abcissa y representa as taxas e x o tempo.	108
D.11	<i>Yields</i> Industrial BBB+. Abcissa y representa as taxas e x o tempo.	109
D.12	<i>Yields</i> Industrial BBB. Abcissa y representa as taxas e x o tempo.	110
D.13	<i>Yields</i> Industrial BBB—. Abcissa y representa as taxas e x o tempo.	110
D.14	<i>Yields</i> Industrial BB+. Abcissa y representa as taxas e x o tempo.	111
D.15	<i>Yields</i> Industrial BB. Abcissa y representa as taxas e x o tempo.	111
D.16	<i>Yields</i> Industrial BB—. Abcissa y representa as taxas e x o tempo.	112
D.17	<i>Yields</i> Industrial B+. Abcissa y representa as taxas e x o tempo.	112
D.18	<i>Yields</i> Industrial B. Abcissa y representa as taxas e x o tempo.	113
D.19	<i>Yields</i> Industrial B—. Abcissa y representa as taxas e x o tempo.	113
D.20	<i>Yields</i> Bank A. Abcissa y representa as taxas e x o tempo.	114
D.21	<i>Yields</i> Bank BBB. Abcissa y representa as taxas e x o tempo.	114
D.22	<i>Yields</i> Retail AA. Abcissa y representa as taxas e x o tempo.	115
D.23	<i>Yields</i> Retail A. Abcissa y representa as taxas e x o tempo.	115
D.24	<i>Yields</i> Retail BBB. Abcissa y representa as taxas e x o tempo.	116

Lista de tabelas

3.1	Tickers da Bloomberg para séries de títulos dos <i>sovereign bonds</i> .	30
3.2	ACP para as <i>yields</i> dos EUA.	32
3.3	ACP para as <i>yields</i> do Brasil.	32
3.4	Tickers da Bloomberg para séries de títulos de <i>corporate bonds</i> .	36
3.5	ACP para as <i>yields</i> de IND AA.	37
3.6	ACP para as <i>yields</i> de IND B—.	37
4.1	<i>Corporate Bonds</i> : Análise de Componentes Principais de <i>Level</i> .	43
4.2	<i>Corporate Bonds</i> : Análise de Componentes Principais de <i>Slope</i> .	43
4.3	Correlação entre as séries de <i>level</i> dos <i>corporate bonds</i> e primeira componente comum de <i>level</i> .	45
4.4	Correlação entre as séries de <i>levels</i> dos <i>corporate bonds</i> e primeira componente comum de <i>slope</i> .	47
4.5	Autovetores por ACP para <i>level</i> dos <i>corporate bonds</i> .	49
4.6	Autovetores por ACP para <i>slope</i> dos <i>corporate bonds</i> .	50
4.7	Autovetores de <i>level</i> para análise de Filtro de Kalman dos <i>corporate bonds</i> .	52
4.8	Autovetores de <i>slope</i> para análise de Filtro de Kalman dos <i>corporate bonds</i> .	54
4.9	Correlação entre as séries de <i>level</i> dos <i>sovereign bonds</i> .	58
4.10	Correlação entre as séries de <i>slope</i> dos <i>sovereign bonds</i> .	59
4.11	<i>Sovereign Bonds</i> : Análise de Componentes Principais de <i>Level</i> .	60
4.12	<i>Sovereign Bonds</i> : Análise de Componentes Principais de <i>Slope</i> .	60
4.13	Correlação entre as séries de <i>level</i> dos <i>sovereign bonds</i> e primeira componente comum de <i>level</i> .	62
4.14	Correlação entre séries de <i>slope</i> de <i>sovereign bonds</i> e primeira componente comum de <i>slope</i> .	63
4.15	Autovetores por ACP para <i>level</i> dos <i>sovereign bonds</i> .	64
4.16	Autovetores por ACP para <i>slope</i> dos <i>sovereign bonds</i> .	65
4.17	Autovetores de <i>level</i> para análise de Filtro de Kalman dos <i>sovereign bonds</i> .	68
4.18	Autovetores de <i>slope</i> para análise de Filtro de Kalman dos <i>sovereign bonds</i> .	69
4.19	Correlações entre as séries de <i>level</i> e primeira componente comum.	74
4.20	Correlações entre as séries de <i>slope</i> e primeira componente comum.	74
4.21	<i>Sovereign</i> e <i>Corporate Bonds</i> : Análise de Componentes Principais de <i>Level</i> .	75
4.22	<i>Sovereign</i> e <i>Corporate Bonds</i> : Análise de Componentes Principais de <i>Slope</i> .	76
4.23	Autovetores por ACP para <i>level</i> dos <i>corporate</i> e <i>sovereign bonds</i> .	77
4.24	Autovetores por ACP para <i>slope</i> dos <i>corporate</i> e <i>sovereign bonds</i> .	79
4.25	Autovetores de <i>level</i> para análise de Filtro de Kalman dos <i>sovereign</i> e <i>corporate bonds</i> .	82
4.26	Autovetores de <i>slope</i> para análise de Filtro de Kalman dos <i>sovereign</i> e <i>corporate bonds</i> .	83

A.1	ACP para diferentes grupos de países.	93
C.1	Testes de Raíz Unitária - EUA.	97
C.2	Testes de Raíz Unitária - Brasil.	98
C.3	Testes de Raíz Unitária - IND AAA.	99
C.4	Testes de Raíz Unitária - IND B-.	99
D.1	Estatísticas das séries de taxas dos EUA, para maturidades e correlações medidas em meses.	103
D.2	Estatísticas das séries de taxas da Alemanha, para maturidades e correlações medidas em meses.	104
D.3	Estatísticas das séries de taxas do Brasil, para maturidades e correlações medidas em meses.	104
D.4	Estatísticas das séries de taxas do México, para maturidades e correlações medidas em meses.	105
D.5	Estatísticas das séries de taxas da Colômbia, para maturidades e correlações medidas em meses.	105
D.6	Estatísticas das séries do ramo industrial para diferentes <i>ratings</i> , para maturidades e correlações medidas em meses.	122
D.7	Estatísticas das séries do ramo <i>retail</i> para diferentes <i>ratings</i> , para maturidades e correlações medidas em meses.	123
D.8	Estatísticas das séries do ramo <i>bank</i> para diferentes <i>ratings</i> , para maturidades e correlações medidas em meses.	124
E.1	Estatísticas das séries de fatores dos <i>sovereign bonds</i> , para maturidades e correlações medidas em meses.	126
E.2	Estatísticas das séries de fatores dos <i>corporate bonds</i> do ramo industrial, para maturidades e correlações medidas em meses.	127
E.3	Estatísticas das séries de fatores dos <i>corporate bonds</i> do ramo <i>bank</i> , para maturidades e correlações medidas em meses.	128
E.4	Estatísticas das séries de fatores dos <i>corporate bonds</i> do ramo <i>retail</i> , para maturidades e correlações medidas em meses.	128
E.5	Correlação entre as séries de <i>level</i> de <i>corporate bonds</i> e primeira componente comum.	129
E.6	Correlação entre as séries de <i>slope</i> de <i>corporate bonds</i> e primeira componente comum.	130