

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS PARA A SUSTENTABILIDADE
CAMPUS SOROCABA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

MARCELO YOSHIMATSU KOHATSU

**VARIAÇÕES DA ESTRUTURA A TERMO DE TAXA DE JUROS E MUDANÇAS NA
IMUNIZAÇÃO DE CARTEIRAS COM ANÁLISE DE COMPONENTE PRINCIPAL**

SOROCABA
2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS PARA A SUSTENTABILIDADE
CAMPUS SOROCABA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

MARCELO YOSHIMATSU KOHATSU

**VARIAÇÕES DA ESTRUTURA A TERMO DE TAXA DE JUROS E MUDANÇAS NA
IMUNIZAÇÃO DE CARTEIRAS COM ANÁLISE DE COMPONENTE PRINCIPAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia em 06/06/2014, para a obtenção do título de mestre em Economia.

Orientação: Prof. Dr. José César Cruz Junior

SOROCABA
2014

K79v Kohatsu, Marcelo Yoshimatsu.
Variações da estrutura a termo de taxa de juros e mudanças na imunização de carteiras com análise de componente principal. / Marcelo Yoshimatsu Kohatsu. -- 2014.
111 f. : 28 cm.

Dissertação (mestrado)-Universidade Federal de São Carlos, *Campus* Sorocaba, Sorocaba, 2014
Orientador: José César Cruz Júnior
Banca examinadora: Geraldo Edmundo Silva Junior, Denísio Augusto Liberato Delfino
Bibliografia

1. Política monetária. 2. Taxas de juros. I. Título. II. Sorocaba-Universidade Federal de São Carlos.

CDD 332.4

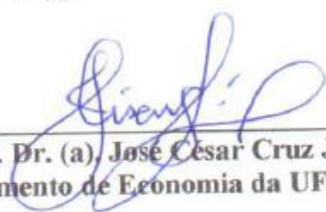
Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do *Campus* de Sorocaba.

MARCELO YOSHIMATSU KOHATSU

**VARIAÇÕES DA ESTRUTURA A TERMO DE TAXA DE
JUROS E MUDANÇAS NA IMUNIZAÇÃO DE CARTEIRAS
COMANÁLISE DE COMPONENTE PRINCIPAL**

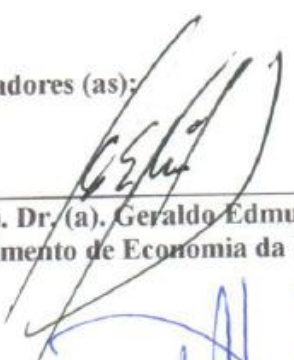
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia do Centro de Ciências e Tecnologias para a Sustentabilidade da Universidade Federal de São Carlos para obtenção do título de mestre em Economia, Área de Concentração: Economia Aplicada.
Sorocaba, 6 de junho de 2014

Orientador (a):

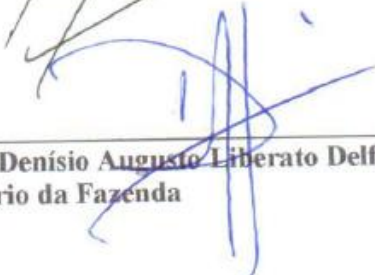


Prof. (a). Dr. (a). José César Cruz Junior
Departamento de Economia da UFSCar Sorocaba

Examinadores (as):



Prof. (a). Dr. (a). Geraldo Edmundo Silva Junior
Departamento de Economia da UFSCar Sorocaba



Dr. (a). Denísio Augusto Liberato Delfino
Ministério da Fazenda

AGRADECIMENTOS

À minha família pelo apoio.

Aos gestores da área de Crédito Consignado do Banco do Brasil, Clóvis e Fábio, que permitiram a conciliação do trabalho e dos estudos do mestrado.

Aos meus colegas e amigos do trabalho.

Ao meu orientador César.

A Coordenação, a secretaria e aos professores da UFSCAR.

A Guilherme e João pelo companheirismo nas viagens até Sorocaba.

Aos meus colegas de mestrado.

Agradeço a todos pelo bons sentimentos que permitiram a minha caminhada, nem sempre fácil, para a realização deste trabalho.

RESUMO

KOHATSU, M. Y. **Variações da estrutura a termo de taxa de juros e mudanças na imunização de carteiras com análise de componente principal.** Ano 2014 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Centro de Ciências e Tecnologia para a Sustentabilidade, Universidade de São Carlos, Sorocaba, 2014.

O objetivo deste estudo é investigar alterações nas carteiras imunizadas pelo método análise de componente principal a partir de um movimento de inversão da estrutura a termo de taxa de juros. Ao longo do ano de 2012, a estrutura a termo de até um ano apresentava taxas de curto prazo maiores do que as de longo prazo, caracterizando um comportamento com perfil decrescente, de modo que, no mês de dezembro de 2012, essa estrutura se modificou, tornando primeiramente *flat* e depois uma curva com comportamento crescente. O método de imunização com análise de componente principal se utiliza de uma estrutura a termo retroativa para o cálculo dos fatores na direção de maior variância. Neste estudo verificamos que o uso de um histórico decrescente da estrutura a termo para o cálculo dos componentes não apresentou inconsistências na imunização da carteira no período em que a estrutura a termo tornava-se crescente.

ABSTRACT

KOHATSU, M. Y. **Variations in the term structure interest and changes in the portfolios with principal components analysis.** Ano 2014 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Centro de Ciências e Tecnologia para a Sustentabilidade, Universidade de São Carlos, Sorocaba, 2014.

The purpose of this dissertation is investigating changes on the immunized portfolios by the analytic method of principal components analysis from an inversion movement of the term structure of interest rates. In 2012, the one year yield curve had short term's interest rate higher than long term's interest rate, featuring a decrescent profile behavior. In December 2012, the structure shape changed and became firstly flat to become, later, a positively sloped curve. The method of immunization with analysis of principal component uses a structure by retroactive term for the calculation of the facts towards the greatest variance. In this dissertation we verify that the use of a decrescent historic of the structure on term for the calculation of the components did not present inconsistencies in the immunization of the portfolio in the period that the structure on term was becoming itself crescent.

Sumário

1.	INTRODUÇÃO	9
1.1.	CONTEXTUALIZAÇÃO	12
1.2.	OBJETIVO	15
1.3.	HIPÓTESE	16
2.	REFERENCIAL TEÓRICO	17
3.	METODOLOGIA	24
3.1.	ESTRUTURA A TERMO DE TAXA DE JUROS	25
3.2.	OS PRINCIPAIS MERCADOS DE TAXAS DE JUROS	29
3.2.1.	Mercado SELIC	30
3.2.2.	Mercado CDI	31
3.2.3.	Mercado futuro DI	32
3.3.	ANÁLISE DE COMPONENTE PRINCIPAL	36
4.	IMPLEMENTAÇÃO	42
4.1.	A ESTRUTURA A TERMO DA TAXA DE JUROS E AS CARTEIRAS ANALISADAS	42
4.2.	ANÁLISE EMPÍRICA DE IMUNIZAÇÃO DA CARTEIRA	51
4.3.	ADERÊNCIA DO MODELO DE TRÊS COMPONENTES	56
4.4.	ANÁLISE DOS ERROS DO MODELO.....	58
4.5.	ESTRATÉGIA DE IMUNIZAÇÃO.....	60
4.6.	IMUNIZAÇÃO POR ACP	62
4.7.	ANÁLISE DOS RESULTADOS DOS MODELOS	67
5.	CONCLUSÕES	76
	REFERÊNCIAS	78
	APÊNDICE A	81

1. Introdução

O mercado financeiro desempenha um importante papel para o desenvolvimento econômico de um país, constituindo-se um elo entre poupadores e investidores no financiamento dos mais diversos setores produtivos, na captação e aplicação de recursos, e nos mais diferentes prazos, volumes e moedas.

A ligação entre credores e devedores nesse mercado se estabelece através de relação contratual, na qual investidores fornecem recursos em troca do direito a um pagamento futuro. Esses contratos, representados por diferentes tipos de instrumentos financeiros, apresentam-se nas mais diversas formas como, por exemplo, empréstimos bancários, ações, instrumentos de dívidas, etc.

As decisões de negócios (investir ou desinvestir, consumir ou poupar), resultantes das interações entre os agentes no mercado, definem a taxa de juro vigente na economia (o custo do dinheiro). A taxa de juro sintetiza tanto a relação entre a oferta e a demanda de recursos entre esses agentes, como também incorpora fatores presentes na economia – inflação, política monetária, política fiscal, nível de risco, etc.

Sob a ótica de uma firma, a questão da escolha do tipo de contrato (bem como seu prazo) a ser utilizado para o seu financiamento se mostra vital, pois assim é determinada sua estrutura de capital. No mercado de capitais, esses contratos apresentam-se basicamente sob duas formas: ações e dívidas.

Sob a ótica dos gestores de investimentos, há a determinação da alocação de fundos em diferentes classes de ativos. Entre essas diversas classes, Fabozzi¹ (2007) destaca duas como principais: ações (*equities*) e títulos de renda fixa (*fixed income securities*).

Fabozzi (2007) ressalta a importância do *bondmarket* no mercado financeiro como fonte vital de liquidez para os portfólios individuais e de investidores institucionais. Este mercado constitui fonte de liquidez para muitas empresas em momentos de saques de clientes e em fontes de oportunidades de investimento em momentos de aportes financeiros. A boa gestão desses fluxos financeiros constitui-se no núcleo fundamental de muitas empresas.

O gerenciamento desses ativos e passivos é que determinará a estratégia de investimentos a ser seguida pelo gerente de investimento desses investidores institucionais. Uma vez que, de acordo com Fabozzi (2000), um passivo é um desembolso que deverá ser efetuado em um momento específico para satisfazer os termos contratuais de uma obrigação assumida, o gestor deve se ater tanto ao montante, como ao *timing* dos passivos. Desta forma, um gestor deve manter um volume de ativos que gerem caixa suficiente para atender os pagamentos na data prometida. Fabozzi (2000) classifica os passivos em quatro tipos diferentes (Tabela 1).

Tabela 1 - Classificação de Passivos de Investidores Institucionais

Tipo de passivo	Montante de desembolso de caixa	Momento de desembolso de caixa
I	Conhecido	Conhecido
II	Conhecido	Incerto
III	Desconhecido	Conhecido
IV	Desconhecido	Incerto

Fonte: Fabozzi (2000)

¹ As demais classes de ativos são classificadas como alternativas, exemplo: *real estate, private equity, hedge funds, commodities, etc.*

Securato (2008) afirma que, dentro dos ciclos de captação e aplicação de recursos, podem ocorrer descasamentos de prazos, moedas e volume de recursos. Um tratamento extremamente conservador no gerenciamento desses fluxos levará, indubitavelmente, à perda de oportunidades e de mercados, o que não deve ser admitido por empresas e bancos em uma economia extremamente competitiva. Dessa forma, se no final de um dia há excesso de liquidez, na forma de caixa, esses recursos devem ser aplicados; na sua falta, realiza-se uma captação.

Devido às incertezas referentes ao momento e ao montante de desembolsos de caixa que os bancos e as empresas possam vir a sofrer, os mesmos devem estar preparados para dispor de caixa suficiente para arcar com as suas obrigações. Assim sendo, a empresa deve estar focada em uma gerência que visa obter um retorno adequado para os recursos obtidos e manter um superávit confortável de ativos acima dos passivos.

A utilização do mercado de capitais para captação e aplicação dos recursos sujeita os participantes à volatilidade que esse mercado possa enfrentar. Isso significa que muitos dos instrumentos financeiros utilizados estarão marcados a mercado², ou seja, caso os investidores/tomadores queiram se desfazer de sua posição, os mesmos estarão condicionados aos preços que o mercado se dispõe a pagar/cobrar.

Desta forma, a marcação a mercado pode interferir na trajetória do valor que uma carteira de ativos e passivos pode assumir. No caso mais grave, uma diminuição do valor de mercado dos ativos acompanhada de um aumento no valor de mercado dos passivos pode ocasionar sérios problemas financeiros à empresa.

² Segundo a Circular 3086 do Banco Central do Brasil, a metodologia de apuração do valor de mercado é de responsabilidade da instituição administradora e deve ser estabelecida com base em critérios consistentes e passíveis de verificação. O Manual de Marcação a Mercado (“Manual MaM”) das instituições administradoras, assim, constitui-se em um importante documento no qual é detalhado os cálculos de preços de diversos instrumentos e ativos.

Neste mercado de compra e venda de ativos, a taxa de juros se constitui no parâmetro de negociação comum, o que a torna a verdadeira moeda de troca do mercado financeiro (SECURATO, 2008).

Desta forma, Fabozzi (2007) considera que o risco de taxa de juros é o maior risco enfrentado pelo investidor no mercado de renda fixa, e também é uma das principais fontes de perda para uma instituição financeira, segundo Weiskopf (2003). Assim, torna-se necessário o desenvolvimento de metodologias que quantifiquem e possibilitem gerenciar o risco de taxa de juros embutido em um portfólio.

Neste trabalho será abordada a estratégia de imunização que consiste na construção de uma carteira que seja imune a variações na taxa de juros. A metodologia utilizada será a de imunização com o uso de componentes principais, assim como aplicado anteriormente por Barcinski (2000) e Varga e Valli (2002) ao mercado brasileiro.

1.1.Contextualização

O conhecimento sobre a formação das taxas de juros e as suas formas de previsão são importantes fatores auxiliares na tomada de decisões de investimento e na elaboração de estratégias de tesourarias (SECURATO, 2008). Isto se deve ao fato de que, por trás dos cálculos necessários, estão inseridas as expectativas dos agentes quanto aos cenários econômicos esperados.

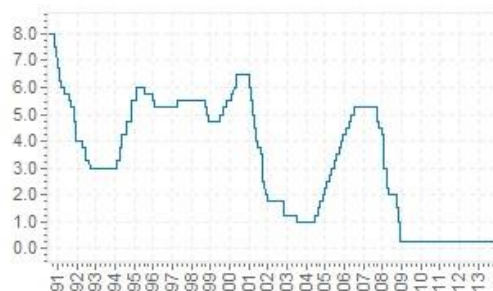
Em um ambiente repleto de incerteza, o mercado financeiro internacional vem sofrendo sucessivas turbulências e crises econômicas tais como a crise na Ásia em 1997, na Rússia em 1998, Brasil 1999, Nasdaq em 2000, WTC 2001, hipotecas *subprime* em 2008, dívidas soberanas

Euro 2011-2012, entre outras mais recentes. Esses eventos têm entre as suas consequências, o aumento de volatilidade nos mercados financeiros.

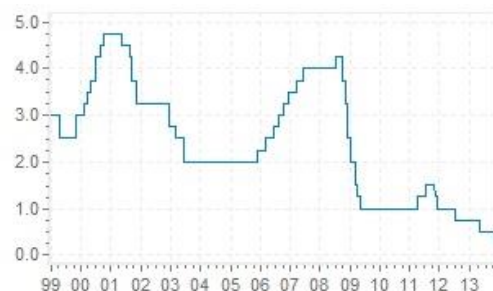
Diversas políticas macroeconômicas têm sido adotadas pelos países como formas de combater os efeitos dessas crises. Dentre as ações tomadas no combate à crise das hipotecas em 2008, Acioly, Chernavsky e Leão (2010) destacam a política monetária menos rígida (não convencional), com sucessivas quedas nas taxas básicas de juros (Figura 1) como uma das medidas mais adotadas pelos países. Contudo, tanto os efeitos da crise quanto das políticas tomadas, afetaram diretamente os parâmetros de precificação dos instrumentos financeiros, cujos reflexos ainda persistem, mesmo após anos da ocorrência desses eventos.

Figura 1 - Taxa de juros

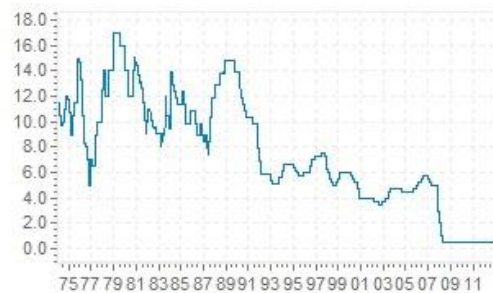
Taxa de juros EUA (FED)



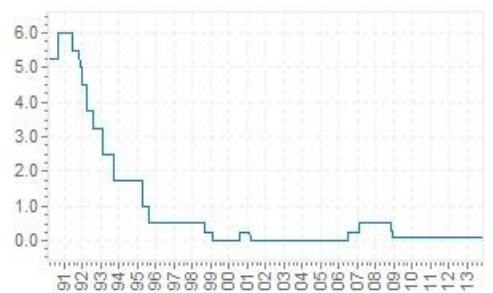
Taxa de juros Europa (BCE)



Taxa de juros Inglaterra (BoE)



Taxa de juros Japão (BoJ)



Fonte: GLOBAL-RATES, 2013.

Feldstein (2013) descreve que, no início da década de 2010, as taxas de juros de longo prazo nos EUA³ apresentavam-se insustentavelmente baixas, sendo inferiores inclusive, à média real histórica. Segundo o mesmo autor, a manutenção de taxas a patamares baixos foi provocada intencionalmente pela política⁴ do Federal Reserve (FED) na compra de ativos de longo prazo, iniciado em dezembro de 2008. A manutenção dessa política foi uma estratégia do FED de estimular o nível de atividade econômica e aumentar a liquidez do sistema financeiro.

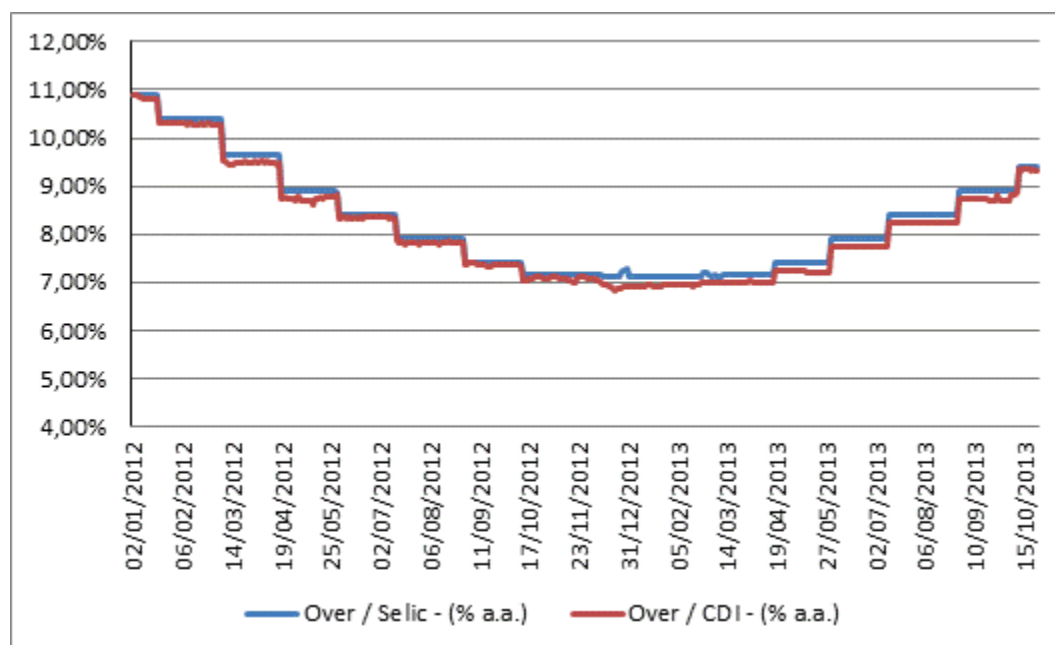
No plano interno, o Brasil atingiu, em outubro de 2012, o menor patamar histórico de taxa básica de juros Selic⁵, 7,25% ao ano, nível que foi mantido até a primeira quinzena de abril de 2013. Após a mínima histórica, sucessivos aumentos na taxa ocorreram por parte do Comitê de Política Monetária (Copom). (Figura 2)

³ Segundo o mesmo autor, países como Alemanha, Japão e Reino Unido também apresentam taxas de juros extremamente baixas, com perspectivas de futuros aumentos.

⁴ Essa política ficou conhecida como *quantitative easing* (“afrouxamento monetário”), ou simplesmente *QE*. Entre dezembro de 2008 a janeiro de 2013, houve quatro grandes movimentos de compras de ativos de longo prazo promovidos pelo FED, denominados pelo mercado de *QE1*, *QE2*, *QE3* e *QE4*.

⁵ Sistema Especial de Liquidação e Custódia

Figura 2 - Taxa de juros over Selic x over DI



Fonte: BACEN e CETIP, 2013

Diante da persistente queda nas taxas de juros, Feldstein (2013) argumenta que o possível fim da política de estímulo monetário norte-americana⁶ (afrouxamento monetário) e o provável aumento da taxa de juros decorrente, pode ocasionar prejuízos aos detentores de títulos de longo prazo. Segundo o autor, tal fato pode comprometer a estabilidade das instituições financeiras, o que pode levar a uma instabilidade financeira geral.

Neste cenário, mudanças significativas de políticas monetárias produzem aumentos de volatilidade nos mercados financeiros e elevam também o risco na variação das receitas de diversas instituições, podendo resultar em perdas significativas de patrimônio. Diante de um panorama adverso, cresce também a motivação para o desenvolvimento de medidas de controle e gerenciamento de risco para tais instituições.

⁶ A sinalização de um possível fim de estímulo, conjuntamente com aumento interno de juros, provocaram rendimentos negativos em fundos de renda fixa, segundo a ANBIMA. In: Fundos de renda fixa têm perdas pela primeira vez desde 2002. *O Globo*. Rio de Janeiro, 21 jun. 2013.

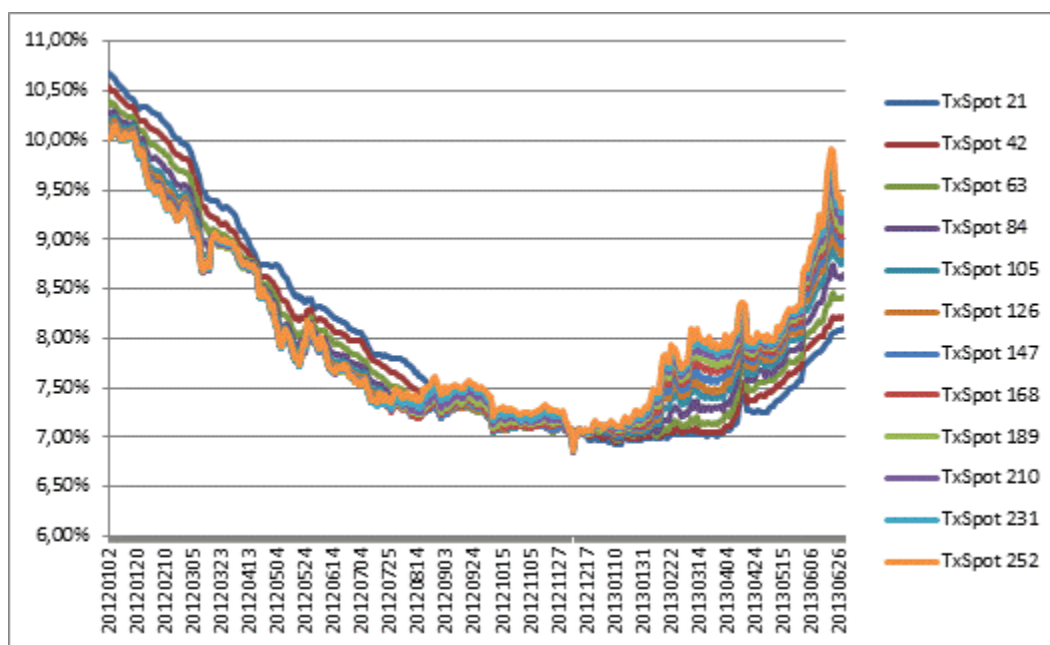
1.2. Objetivo

O objetivo central do trabalho é propor a utilização de um modelo que possibilite a imunização de portfólios expostos à variação de taxa de juros. Procura-se testar a funcionalidade do modelo de análise de componente principal (ACP), para imunização de carteiras de ativos prefixados, de forma que a tendência das estruturas a termos de taxas de juros (ETTJ) utilizadas para o cálculo dos componentes se mostrem diferentes do momento da aplicação destes na imunização. Especificamente, pretende-se verificar, se os valores dos componentes principais calculados sob uma ETTJ decrescente e *flat* podem ser utilizados para realização do *hedge* da carteira, quando a ETTJ começa a apresentar uma tendência crescente em taxas. A aplicação do modelo proposto será realizada utilizando as taxas de depósitos interfinanceiros de um dia (DI), entre os anos de 2011 e 2013.

1.3. Hipótese

A Figura 3 mostra que as taxas curtas da ETTJ, com vértice máximo de até um ano, estavam mais altas do que as taxas mais longas, no período entre janeiro de 2012 a agosto de 2012. Depois desse período, a diferença entre as taxas curtas e longas tornam-se pequenas, caracterizando uma “curva *flat*”, de forma que, ao final de dezembro de 2012, as taxas mais curtas encontravam-se mais baixas do que as taxas mais longas, invertendo assim, a situação do início do ano.

Figura 3 - Gráfico da Estrutura a termo de taxa de juros (ETTJ)



Fonte: BM&FBOVESPA e CETIP, 2013.

O presente estudo parte da pressuposição de que um gestor de carteira que pretende utilizar o método de análise de componente principal para imunizar seu portfólio de ativos prefixados e, inicie esse procedimento no ponto em que a ETTJ encontre-se em sua situação mais *flat* (em 13/12/2012). Desta forma, caso o gestor utilize a metodologia proposta, baseada nos dados das ETTJ diárias retroativas de um período de até um ano, obterá seus componentes principais a partir de um histórico de ETTJ com um perfil decrescente e *flat*. Nesta situação, assume-se que os valores dos componentes principais calculados sob uma ETTJ decrescente e *flat* sejam utilizados para realização do *hedge* da carteira quando a ETTJ começa a apresentar uma reversão da sua tendência.

A hipótese levantada é a de que os componentes principais baseados em uma determinada tendência da estrutura a termo de taxa de juros sejam alterados quando essa tendência se reverte. Neste caso, esta alteração poderia provocar uma mudança na composição da carteira, de forma

que o ajuste calculado por esses componentes poderiam ser inadequados à imunização. Portanto, espera-se que os componentes principais calculados sob uma base de dados da estrutura a termo retroativa com histórico decrescente e “*flat*” se alterem na reversão do movimento da ETTJ, de forma que possa comprometer a imunização da carteira.

2. Referencial teórico

A representação gráfica que relaciona retorno dos bônus de mesma qualidade de crédito e diferentes vencimentos é conhecida como estrutura a termo de taxa de juros (ETTJ) - ou também denominada como curva de retornos (*yield curve*). Segundo Fabozzi (2000), sua origem remonta a observações de investidores que, no passado, construíam curvas de retorno a partir dos preços e retornos do mercado de títulos do Tesouro norte-americano. Desde então, as pesquisas referente à estrutura a termo de taxa de juros (mercado de renda fixa) partem das variações de preços que os títulos de diferentes maturidades sofrem ao longo do tempo, alterações essas decorrentes de um fator comum representado pela variação das taxas de juros. Através desse mercado, os agentes mostram tanto as suas expectativas em relação às taxas de juros vigentes, como ao nível de atividade da economia.

O estudo sobre o comportamento das taxas de juros no mercado de renda fixa tem se diversificado, produzido uma vasta literatura, como destaca Piazzesi (2010). Segundo a autora, existem ao menos quatro razões para se estudar o comportamento da estrutura a termo de taxa de juros: (1) previsão, (2) política monetária, (3) gerenciamento de dívida pública e (4) gerenciamento de risco e precificação de operações de derivativos.

Na primeira razão destacada, a previsão, a relação entre o *spread* das taxas de juros de curto e longo prazo, por exemplo, revela não apenas as expectativas esperadas sobre o comportamento das taxas de juros futuras, como previstas pela teoria pura das expectativas, mas também previsões sobre a atividade real da economia e o comportamento da inflação. Rossi (1996) cita diversos estudos, como o de Bernanke (1990), que relacionam o *spread* entre as taxas de juros de ativos financeiros alternativos e de títulos do governo americano como previsor do nível da atividade econômica. Essas previsões serviriam, segundo o autor, de base para os agentes econômicos nas suas decisões de investimento, poupança e consumo assim como em decisões políticas.

A política monetária, o segundo ponto ressaltado para o estudo da estrutura a termo, destaca a capacidade que muitos bancos centrais têm de movimentar as taxas de curto prazo como forma de deslocar a demanda agregada. Neste sentido, a política monetária afeta diretamente a estrutura a termo de taxa de juros, influenciando desta maneira, por exemplo, os custos de crédito.

A estrutura a termo constitui-se um importante fator decisório na emissão de novas dívidas governamentais (PIAZESSI, 2010) - terceira razão para o estudo da estrutura a termo. Os títulos federais brasileiros são vendidos pelo Tesouro Nacional no mercado primário para as instituições autorizadas a deter a conta de reserva bancária e também as instituições autorizadas pelo Selic a participar dos leilões de títulos por meio de subcontas de reservas bancárias nas instituições financeiras (CARVALHO; MORAIS, 2009). É por meio dos lances recebidos desses agentes que o Tesouro Nacional obtém as taxas nas quais o mercado está disposto a financiar o governo, desta forma, a estrutura a termo funcionaria como um parâmetro do custo de um lançamento de uma nova dívida.

No último ponto, Piazzesi (2010) destaca que, devido à crescente complexidade dos instrumentos financeiros ao longo do tempo, tornou-se necessário incorporar métodos de precificação e de gerenciamento de risco como forma de controlar a gestão dos ativos e passivos pelas instituições financeiras.

A estrutura a termo neste período constituiu-se numa das formas mais comuns de se precificar os instrumentos financeiros (*benchmark*) (FABOZZI, 2000). Desta maneira, as variações associadas às movimentações dessa curva refletem diretamente nos valores assumidos nas carteiras de ativos e passivos precificados por este método. A mensuração dos riscos associados a esses instrumentos em conjunto com a introdução de novas metodologias de controle e risco desempenham um papel de destaque nas instituições financeiras (GOLUB; TILMAN, 1997).

Dentre as medida de risco de mercado, a duração (*duration*) constitui-se na medida de exposição de risco de taxa de juros mais conhecida e difundida (HO, 1992). A origem desse conceito, segundo Bierwag (1977), pode ser atribuída tanto a Macaulay⁷ quanto a Hicks⁸. Por meio da duração é possível estimar o valor de um determinado ativo, ou de uma carteira de ativos de renda fixa, em um cenário de queda ou aumento do nível de taxa de juros. Também, por meio dessa medida, pode-se conhecer o prazo médio desse instrumento ou carteira.

O conceito de duração foi importante para que Redington (1952) desenvolvesse a técnica de imunização, método de proteção de um portfólio de ativos contra mudanças nas taxas de juros. Em seu trabalho, ele demonstrou que, igualando-se a duração dos ativos e passivos, o valor do portfólio estaria protegido contra variações paralelas da curva de juros. Entretanto as abordagens

⁷ Macaulay, F.R. **Some Theoretical Problems Suggested by the Movements of Interest Rates, Bond Yields, and Stock Prices in the U.S. since 1856**. New York: National Bureau of Economic Research 1938.

⁸ Hicks, J.R. **Value and Capital**. Oxford: Claredon Press 1946.

envolvendo o aprimoramento desta técnica somente voltaram à pauta dos pesquisadores com o aumento da volatilidade nas taxas de juros verificada na década de 1970.

Fisher e Weil (1971) desenvolveram um novo conceito de duração, onde os fluxos de caixa são descontados com diferentes taxas de juros, de acordo com a sua maturidade, mas ainda supondo variações paralelas. Mesmo com o relaxamento da hipótese de curva plana, a imunização baseada na duração de Fisher e Weil, somente seria válida se os deslocamentos da estrutura a termo de juros fossem paralelos.

Dada a restrição referente à própria definição de duração, soluções particulares de imunização foram desenvolvidas. Biewag (1977) mostrou que uma imunização baseada em duração pode não ser eficiente, propondo uma imunização com uma duração ajustada. Khang (1979), por sua vez, propôs uma medida de duração sob a hipótese de que as taxas de juros de curto prazo variam mais do que as de longo prazo. Tais estratégias, porém, dependeriam das hipóteses de determinados comportamentos e movimentações que a ETTJ descreveria ao longo do tempo. A identificação de fatores e padrões sobre o comportamento das movimentações da estrutura a termo tornou-se então um dos objetivos dos pesquisadores dessa área (PIAZESSI, 2010).

Litterman e Scheinkman (1991), em uma abordagem alternativa, utilizando o método de análise de componentes principais, demonstraram que apenas três componentes, denominados por eles de nível, inclinação e curvatura, seriam suficientes para descrever quase a totalidade de movimentos históricos da curva de retorno das *Treasuries* norte-americanas. Os autores mostraram que carteiras imunizadas utilizando apenas a duração, técnica mais utilizada no mercado naquela época, eliminavam o risco de nível, embora ainda estivessem sujeitas aos fatores de inclinação e curvatura, o que poderia levar a perdas consideráveis, conforme demonstrado no mesmo estudo. A técnica utilizando os componentes principais melhorou o

resultado consideravelmente, ao avaliar outros movimentos da curva de juros para a obtenção de uma imunização mais eficiente.

Em Litterman, Scheinkman e Knez (1994), o modelo de análise de componente principal foi aplicado aos retornos dos instrumentos do *money market* (*T-bills, commercial paper, certificates of deposit, Eurodollar certificates of deposit e bankers' acceptances*) e os resultados encontrados foram os mesmos fatos estilizados obtidos no trabalho de Litterman e Scheinkman (1991). O modelo envolvendo três fatores explicava, na média, 86% da variação dos retornos do *money market*, enquanto que um modelo de quatro fatores explicava, na média, 90% da variação. Esses componentes poderiam ser interpretados como fontes dos riscos sistemáticos nas movimentações da curva de retornos de mercado.

No trabalho de Barber e Cooper (1996) o modelo de componentes principais foi aplicado sobre as variações das taxas de juros *spot*, de modo que, através de autovetores normalizados, os componentes desse modelo foram utilizados com sucesso para a imunização, assim como a proposta originalmente apresentada por Redington (1952).

A aplicação do modelo de análise de componente principal à estrutura a termo brasileira somente pôde ser realizada com a estabilidade de preços obtida com o Plano Real. Foi nesse período que o mercado financeiro brasileiro ampliou a variabilidade de prazo de suas aplicações, sendo que o ambiente institucional anterior, de certa forma, inviabilizava a construção de uma ETTJ (ROSSI, 1996). A aplicação do modelo de componentes principais ao mercado brasileiro, desta forma, estava condicionada à formação de um mercado com instrumentos financeiros com maiores prazos.

Um dos primeiros trabalhos de identificação de fatores que afetam a estrutura a termo no Brasil foi feito por Barcinski (2000). O autor aplicou o modelo de componentes principais aos contratos de DI futuro de janeiro de 1999 a janeiro de 2000, trabalhando com vencimentos muito

curtos, com maturidade máxima de 140 dias, limitado pelos prazos dos instrumentos financeiros dessa época. Mesmo assim, o modelo com três fatores comportou-se satisfatoriamente bem à estrutura a termo de taxa de juros do Brasil do período, explicando mais de 90% da variação dessas movimentações.

Varga e Valli (2002) utilizaram às taxas prefixadas implícitas de *swap*, entre janeiro de 1995 a julho de 1999, como variável da estrutura a termo do Brasil. A opção quanto à variável, segundo os autores, deveu-se ao fato de que os *swaps* costumavam ser negociados a prazos mais longos do que os contratos futuros de DI. Através dessa variável foi possível construir uma estrutura a termo com vértice de até um ano, prazo superior ao modelo implantado por Barcinski (2000). Os autores concluíram que o comportamento da estrutura a termo brasileira foi semelhante ao observado por Litterman e Scheinkman (1991) no mercado americano.

Nos trabalhos posteriores a Barcinski (2000) e Varga e Valli (2002), os fatos estilizados referentes à movimentação da estrutura a termo no Brasil apresentaram o mesmo comportamento explicativo do trabalho original de Litterman e Scheinkman (1991), com as variações da ETTJ explicadas basicamente por três componentes. Os autores desses trabalhos encontraram um ambiente institucional um pouco mais diversificado em relação à quantidade de instrumentos para o cálculo da estrutura a termo, como também à extensão dos prazos desses instrumentos. Dentre os trabalhos realizados no período, destacam-se os trabalhos de Weiskopf (2003), Kojò (2003), Bressan *et al.* (2007) e Furcolin (2010).

A análise de componentes principais, desde então, se mostrou uma técnica apropriada para explicar a movimentação da ETTJ com um conjunto mínimo de fatores. Weiskopf (2003), por exemplo, descreve a análise de componentes principais como uma poderosa ferramenta para tentar prever o comportamento futuro da taxa de juros. Golub e Tilman (1997) descrevem essa técnica como uma das mais populares na mensuração do risco de taxa de juros incorporados nos

ativos e portfólios. Segundo Fabozzi (2007), a análise de componente principal se constitui no “estado da arte” na determinação de cenários de deslocamentos da estrutura a termo.

Dado o êxito alcançado por essa metodologia, o presente estudo introduzirá uma dinâmica diferente dos demais trabalhos citados, que em sua maioria procurou aplicar a metodologia para a confirmação dos fatos estilizados encontrados por Litterman e Scheinkman (1991) em diferentes mercados de juros. Este trabalho verificará a validade dos componentes e como esta afeta a imunização de uma carteira de renda fixa frente a uma mudança da trajetória da estrutura a termo de taxas de juros, distinguindo assim esse estudo dos demais trabalhos.

3. Metodologia

A metodologia utilizada neste trabalho, análise de componentes principais aplicada à imunização de carteiras de renda fixa, baseia-se nos modelos de Barcinski (2000) e Varga e Valli (2002) aplicados ao mercado brasileiro.

O objetivo da análise de componentes principais (ACP) é a obtenção de componentes ou fatores explicativos, de forma que, com um conjunto mínimo desses componentes seja possível explicar o comportamento das variáveis na direção de maior variância. Neste estudo será realizada a aplicação do modelo de ACP na estrutura a termo de taxa de juros (ETTJ), pois, deseja-se saber em quais direções - ou mais precisamente quais componentes - a ETTJ tem a maior variância.

Alguns conceitos importantes devem ser entendidos antes da aplicação da metodologia proposta, e serão detalhados a seguir. A seção 3.1 visa esclarecer o que é uma estrutura a termo de taxa de juros, a sua teoria e as suas formas de construção. A segunda seção, por sua vez,

aborda a fonte de dados deste trabalho para a construção de uma estrutura a termo de taxa de juros, esclarecendo o funcionamento dos principais mercados de juros no Brasil. Por fim, a última seção explica o objetivo da análise de componentes principais e a derivação dos seus componentes.

3.1. Estrutura a termo de taxa de juros

A estrutura a termo de taxa de juros (ETTJ), também conhecida como *yield curve* (curva de rentabilidade), é a relação entre as taxas de juros *spot*⁹ de títulos de renda fixa com mesma qualidade de crédito e diferentes prazos de vencimento (FABOZZI, 2000). Essa relação é geralmente construída a partir dos retornos anualizados de títulos cupom zero, cuja relação fornece as taxas *spot* teóricas¹⁰.

O uso dessa relação temporal de taxas de juros *spot* é amplo, servindo como um *benchmark* para a precificação dos títulos dos demais mercados de dívidas, aferição de passivos de empresas, montagem de portfólio de fundos de investimentos e gestão de passivos e ativos empresariais.

De forma geral, existem várias taxas de juros derivadas de diversos instrumentos financeiros tais como hipotecas, certificados de depósitos, títulos do Tesouro etc. Dentre as diversas curvas de rendimento, a ETTJ mais conhecida é aquela que traz os rendimentos anualizados dos títulos de dívida pública federais, uma vez que muitos participantes do mercado consideram esses títulos livres de risco de crédito¹¹ (HULL, 2008).

⁹ Taxa de juros *spot* é a taxa de juros a vista, no momento em que esta sendo negociado o título (zero cupom).

¹⁰ Dado que não há títulos com vencimentos em todas as maturidades possíveis.

¹¹ Segundo Hull (2008): “A razão dessa assunção é que o governo sempre pode emitir moeda para cumprir com suas obrigações”.

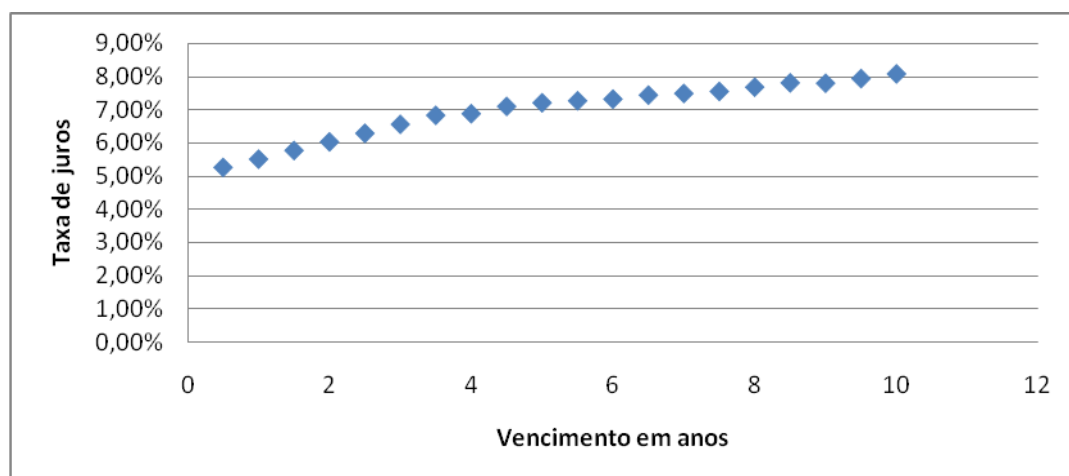
O valor de um título de renda fixa é o valor presente dos seus fluxos de caixa, e em muitos casos pressupõe-se que uma única taxa de juros possa ser utilizada para descontar tais fluxos no tempo. Segundo Fabozzi (2000), para se precificar um título de um emissor privado, por exemplo¹², a taxa de juros apropriada seria o retorno de um título do Tesouro (*yield-to-maturity*), com o mesmo vencimento, acrescido de um prêmio de risco adequado.

Neste caso, haveria a necessidade de se encontrar um título do Tesouro com o mesmo prazo e com um mesmo padrão de fluxo de caixa para realização da precificação. Porém, um instrumento com essas especificações pode não estar disponível no mercado no momento. Desta forma, a ETTJ surge como um dos métodos mais utilizados para precificação teórica de um título quando não se pode encontrar outro com as especificações desejadas.

Antes de se apresentar um maior detalhamento de sua derivação, é necessário distinguir a ETTJ observada, a interpolada e a teórica. A ETTJ observada é o conjunto de pares ordenados composto pela taxa de juros e maturidade dos títulos emitidos pelo governo federal, assim como exemplificado na Figura 4, a seguir.

¹² Neste exemplo o governo é visto como o agente com a maior capacidade de pagamento de dívida, sem risco de crédito (*risk free*). Desta forma se um agente privado quiser emitir uma dívida, o patamar mínimo de taxa de juros é representado pelo agente com o menor risco de crédito (governo).

Figura 4 - Gráfico ETTJ observada



Fonte: Fabozzi (2000)

Por diversas razões, o governo não emite títulos com todas as maturidades possíveis e, mesmo que emitisse, somente alguns títulos seriam negociados todos os dias. Desta forma haveria uma ETTJ incompleta, pois não seria possível encontrar taxas de juros associadas para várias maturidades.

De forma geral, existem duas formas principais de se obter uma ETTJ completa: interpolação e modelos estruturais teóricos. Na interpolação não há um modelo teórico específico, e supõe-se que haja uma função (geralmente um polinômio) que se ajusta da melhor forma às taxas de juros observadas no mercado. Nos modelos estruturais, obtêm-se funcionais que, a partir de um vencimento t qualquer, fornecem as taxas de juros associadas. Essas funcionais são obtidas a partir de equações diferenciais estocásticas, com hipóteses de equilíbrio ou de não arbitragem, que explicam a dinâmica da ETTJ ao longo do tempo. Porém, dada a sua restrição, de equilíbrio ou não arbitragem, as taxas de juros fornecidas pelos modelos estruturais, não necessariamente se ajustarão às taxas de juros observadas no mercado.

Quanto ao formato da curva, quatro padrões têm sido registrados com mais frequência: normal (inclinação ascendente), invertida (inclinação descendente), arqueada e curva plana

(FABOZZI, 2000). Basicamente três teorias foram formuladas para explicar essas formas observadas: teoria das expectativas, teoria dos mercados segmentados e teoria do *habitat* preferencial (MISHKIN, 2003). Fabozzi (2000) subdivide a teoria das expectativas em três: teoria pura das expectativas, teoria da liquidez e teoria do *habitat* preferencial.

Pela teoria pura das expectativas não existe nenhum fator sistemático que afete as taxas a termo, salvo as taxas futuras de curto prazo. A hipótese desta teoria é de que o retorno ao longo de qualquer horizonte de investimento é o mesmo, independente da estratégia de vencimento selecionada. Cochrane (2005) sugere o seguinte exercício para a interpretação desta hipótese: se a estrutura a termo de taxa de juros estiver em sua forma ascendente, um investidor (não muito sofisticado) poderia pensar que um título de longo prazo com retorno de 10% seja um investimento melhor que um título de curto prazo com retorno a 5%. Porém seguindo a hipótese dessa teoria, o retorno do título de curto prazo, quando reinvestido levaria o investidor a ter o mesmo retorno do título de longo prazo em um mesmo intervalo de tempo. Essa situação também se estende ao título de longo prazo, que quando aplicado durante o mesmo intervalo de tempo do título de curto prazo, retornaria os mesmo 5% de retorno. Essa teoria sofre críticas por não levar em consideração os riscos inerentes dos investimentos em títulos.

A teoria da liquidez entende que há riscos em deter títulos de longo prazo e que esse risco aumenta com o vencimento, uma vez que vencimento e volatilidade estão diretamente relacionados (FABOZZI, 2000). Devido à incerteza, os investidores demandarão taxas de juros maiores que a média das taxas futuras esperadas. Em outras palavras, as taxas a termo deverão refletir tanto as expectativas de juros quanto um prêmio por “liquidez”, sendo esse “prêmio” crescente para títulos com vencimentos mais longos.

A teoria do *habitat* preferencial também adota o ponto de vista de que a estrutura a termo reflete o caminho futuro das taxas de juros em conjunto com o prêmio de risco, porém rejeita que

a afirmação de que haja uniformidade linear entre prêmio de risco e vencimento. Segundo Mishkin (2003), os títulos de longo e curto prazo são substitutos, porém não substitutos perfeitos. Como agentes preferem um tipo de vencimento a outro, estes só estarão dispostos a comprar um título que não tenha seu vencimento preferido se ganharem um retorno esperado mais alto. Assim essa teoria propõe que a curva de retorno é determinada tanto pelas expectativas de taxas de juros futuras, quanto pelo prêmio de risco que induzam os participantes do mercado a saírem de seu *habitat* preferencial.

Por fim, a teoria da segmentação de mercado propõe que a principal razão do formato da curva de retornos reside nas limitações, regulamentadas ou autoimpostas, dos agentes tomadores/credores na gerência de seus ativos e passivos, o que resulta na restrição dos empréstimos e financiamentos a determinados vencimentos específicos. Embora a teoria de segmentação reconheça que os agentes tenham seus *habitats* preferidos, esta teoria difere da teoria do *habitat* preferencial na suposição de que os agentes não estão dispostos a se deslocar de um segmento a outro, mesmo que essas trocas representem oportunidades benéficas originadas pelas diferenças entre taxas futuras.

3.2. Os principais mercados de taxas de juros no Brasil

A principal maneira de se transferir recursos entre os bancos ocorre por intermédio das chamadas reservas bancárias, ou seja, depósitos que constituem a conta que cada instituição financeira possui no Banco Central do Brasil. O conjunto de operações de transferência de reservas entre os bancos é conhecido como mercado monetário, caracterizado por operações de curto e curtíssimo prazo e de grande liquidez.

Os ativos que dão lastro a essas operações são comprados e vendidos transformando-se em dinheiro ou aplicações que são aceitos no mercado a preços bem definidos. Os títulos mais importantes do mercado monetário brasileiro, segundo Securato (2008), são: Letras Financeiras do Tesouro Nacional (LFT), Notas do Tesouro Nacional (NTN) e Certificados de Depósito Interfinanceiro (CDI).

O mercado monetário é classificado em: mercado Selic (mercado D+0) que envolve as reservas prontamente disponíveis cujas operações são garantidas por títulos públicos; e mercado de Certificado de Depósito Interfinanceiro (CDI), representado pela Central de Títulos Privados (CETIP) - que inicialmente destinou-se à custódia e à liquidação de títulos privados mas, recentemente, tem também custodiado e liquidado títulos do governo em mãos do setor privado.

3.2.1. Mercado SELIC

No sistema de metas de inflação, adotado no Brasil em 1999, compete ao Comitê de Política Monetária (COPOM) estabelecer a meta para a taxa básica de juros (Selic) com o objetivo de controlar as variações nos índices de preços na economia. O Banco Central (BACEN) utiliza as operações de mercado aberto¹³ para manter a taxa Selic próxima à meta, injetando ou retirando liquidez do sistema bancário (SECURATO, 2008).

As interações entre os bancos nas compras e vendas de títulos públicos (operações compromissadas), realizadas diariamente no Selic, fornecem as taxas de carregamento de um dia útil de um título (taxa *overnight*). Estas taxas correspondem, portanto, ao rendimento realizado em um dia útil pela posse do título. De outro modo, são as taxas calculadas diariamente a partir da lei de oferta e procura entre os bancos, geradas pelas suas necessidades de financiamento,

¹³ Os bancos centrais, basicamente, utilizam três instrumentos para a implantação da política monetária: recolhimento compulsório, assistência técnica de liquidez e operações de mercado aberto.

lastreadas em títulos públicos¹⁴. Porém, o Banco Central também compra ou vende títulos nesse mesmo sistema, alterando assim a base monetária ao praticar sua política monetária, trazendo a taxa *over* Selic para próximo da meta estabelecida.

3.2.2. Mercado CDI

O mercado de Certificado de Depósito Interfinanceiro (CDI), criado em 1986, foi inspirado nos moldes do mercado interbancário londrino, no qual as instituições trocam valores entre si de acordo com suas necessidades de caixa, estabelecendo assim, o nível das taxas de juros interbancárias privadas. No Brasil, a realização de operações de troca de disponibilidade de recursos entre instituições financeiras são liquidadas financeiramente pela Central de Custódia e Liquidação (CETIP), mediante crédito/débito nas contas “reservas bancárias” mantidas no Banco Central (SECURATO, 2008).

A participação nesse mercado somente é permitida a bancos comerciais, que são instituições autorizadas a manter a conta reservas bancárias. Esse mercado, assim, constitui-se fonte de captação e aplicação de recursos, redistribuindo liquidez dentro do próprio sistema, sem o envolvimento do Banco Central. A transferência de ativos e liquidez entre as instituições, derivados dos depósitos interfinanceiros, não altera a base monetária e nem cria moeda¹⁵.

A partir das operações com Depósitos Interfinanceiros entre essas instituições, compõe-se a base de cálculo da taxa média de DI da CETIP, divulgada diariamente, como taxa de juro ao ano, com base em 252 dias úteis, representando o custo básico de captação bancária para aquele dia

¹⁴ Define-se Taxa Selic como a taxa média ajustada dos financiamentos diários apurados no Sistema Especial de Liquidação e de Custódia (Selic) para títulos federais. Para fins de cálculo da taxa, são considerados os financiamentos diários relativos às operações registradas e liquidadas no próprio Selic e em sistemas operados por câmaras ou prestados de serviços de compensação e de liquidação (art. 1º da Circular nº 2.900, de 24 de junho de 1999, com a alteração introduzida pelo art. 1º da Circular nº 3.119, 18 de abril de 2002). Definição obtida no sítio do Banco Central do Brasil em www.bcb.gov.br

¹⁵ A criação de moeda, e consequentemente a alteração da base monetária, só ocorreria em uma transação entre um agente financeiro, autorizado a ter conta reserva no Banco Central, e um agente não financeiro.

específico. De forma resumida, pode-se dizer que o Depósito Interfinanceiro representa uma operação de empréstimo entre bancos e que a taxa média DI da CETIP representa a taxa referencial básica dos custos de operações bancárias (SECURATO, 2008).

3.2.3 Mercado futuro DI

Em julho de 1991, a Bolsa de Mercadorias e Futuros (BM&F) lançou o Contrato Futuro de Taxa Média de Depósitos Interfinanceiros (DI) de um dia, atendendo a demanda de *hedge* das instituições financeiras por instrumentos de proteção de risco.

Os contratos de DI de um dia têm seus preços formados com base nas expectativas dos agentes econômicos em relação às taxas de juros do Certificado de Depósitos Interbancários de operações de um dia (FIGUEIREDO, 2005). O mercado futuro de DI de um dia serve, na prática, para que empresas e instituições financeiras se protejam contra os riscos representados pelas oscilações das taxas de juros.

Os vencimentos desses contratos ocorrem no primeiro dia útil dos meses autorizados a negociação, que são os quatro primeiros meses subsequentes ao mês em que a operação é realizada e, a partir daí, os meses que se caracterizarem como início de cada trimestre.

O futuro DI é um derivativo, que possui como objeto de negociação a taxa *over* média acumulada esperada de DI da CETIP compreendida entre a data de negociação (inclusive) e o último dia de negociação (inclusive).

Conforme mencionado na seção 3.2.2, a taxa *over* DI é originada das operações de trocas de reservas entre as instituições financeiras. Já as taxas de contratos futuros de DI têm origem nas expectativas que os agentes econômicos têm em relação às taxas de juros dos Certificados de Depósitos Interfinanceiros, sendo essas taxas formadas nas negociações diárias na Bolsa de

Mercadorias e Futuros. O exemplo¹⁶ a seguir busca estabelecer o relacionamento entre esses dois ambientes.

Um contrato de DI futuro com 20 dias de vencimento e cotação de 16,39% ao ano apresenta PU (preço unitário) de 98.802,65 e taxa efetiva de 1,212 % no período.

$$\text{Taxa diária} \quad (1 + 0,1639)^{\frac{1}{252}} = 1,00060 = 0,060\%$$

$$\text{Taxa efetiva} \quad (1 + 0,1639)^{\frac{20}{252}} = 1,01212 = 1,212\%$$

Deste contrato, pode-se fazer a seguinte análise: o mercado espera que na média, uma aplicação em DI de 20 dias úteis renderá 1,212% no período, em outras palavras, na média tomar um empréstimo de 20 dias úteis à taxa DI terá o custo de 1,212% no período.

Nesta mesma data, há 20 dias úteis para o vencimento do contrato de DI, a DI da CETIP era negociada a taxa *over* de 16,07% ao ano. No entanto, isso não implica, necessariamente, que os profissionais de mercado acreditassem que a taxa *over* subiria de 16,07% ao ano para 16,39% ao ano no dia seguinte, e que essa taxa se mantivesse até o vigésimo dia para que a DI efetiva acumulada ficasse em 1,212% no período.

A tabela 3, a seguir, resume hipoteticamente, as taxas DI *over* da CETIP 20 dias depois:

¹⁶ Exemplo retirado do folheto série mercados futuro DI da BM&F.

Tabela 2 – Tabela de resultado acumulado dos fatores de juro diário

Taxa de DI <i>over</i> da CETIP (% ao ano)	Fator diário	Dias úteis	Taxa de DI <i>over</i> da CETIP (% ao ano)	Fator diário	Dias úteis
16,07	1,0005915	1	16,40	1,0006028	11
16,07	1,0005915	2	16,40	1,0006028	12
16,07	1,0005915	3	16,40	1,0006028	13
16,07	1,0005915	4	16,40	1,0006028	14
16,07	1,0005915	5	16,70	1,0006130	15
16,07	1,0005915	6	16,70	1,0006130	16
16,07	1,0005915	7	16,70	1,0006130	17
16,07	1,0005915	8	17,00	1,0006232	18
16,20	1,0005960	9	17,00	1,0006232	19
16,40	1,0006028	10	17,00	1,0006232	20
Fator acumulado 20 dias				1,01212	

Fonte: Série mercados/ Futuro de DI BM&F

Pela tabela 3 tem-se que a taxa efetiva foi exatamente igual à prevista pelo mercado, 20 dias úteis antes, porém essa taxa foi composta pelos fatores diários (taxa *over* calculada para um dia útil) de diferentes taxas *over* anuais. É necessário atentar que, esse resultado poderia ser alcançado por esses mesmos fatores diários em uma ordem diferente à apresentada, como também, por distintas combinações de outras taxas *over* diárias.

Neste exemplo hipotético, os agentes de mercado “acertaram” na previsão da média diária acumulada das taxas (a composição da taxa de DI futuro para 20 dias foi exatamente o valor ocorrido 20 dias depois). Deste modo, compreende-se o objeto de negociação do contrato, que corresponde a taxa na forma anualizada das médias das taxas de juros acumuladas de DI diárias da CETIP esperadas no período compreendido.

O contrato de DI futuro é cotado em taxa de juro efetiva, e para a determinação de seu valor financeiro, transforma-se a taxa efetiva em PU (preço unitário), de forma que o valor final assuma R\$ 100.000,00, conforme a seguinte expressão:

$$PU = \frac{100.000}{\left(1 + \frac{i}{100}\right)^{\frac{n}{252}}} \quad (1)$$

Onde:

PU = preço unitário negociado no mercado;

i = taxa de juros expressa ao ano, base 252 dias úteis;

n = dias úteis a partir da data de negociação do contrato até o seu vencimento.

Pode-se ilustrar a negociação do contrato de DI futuro a partir do seguinte exemplo: na data de 01/03/2013, um contrato futuro de DI, com vencimento em 01/04/2013 (20 dias úteis), foi negociado a uma taxa de 7,018% ao ano. Seu preço unitário no dia 01/03/2013 era de:

$$PU = \frac{100.000}{\left(1 + \frac{7,018}{100}\right)^{\frac{20}{252}}} = 99.463,14 \quad (2)$$

A variável taxa de juros *spot* (taxa de juros à vista), desta forma, também pode ser obtida da seguinte forma:

$$i = \left(\left(\frac{100.000}{PU} \right)^{\frac{252}{n}} - 1 \right) \times 100 \quad (3)$$

Como a BM&FBovespa fornece diariamente as informações dos negócios realizados, o valor do PU – “*cotação de ajuste (fut)*” permite que o valor das taxas *spot* anualizadas sejam calculadas, entre a data de negociação até o seu vencimento, a partir da equação anterior.

3.3. Análise de componente principal

A análise de componente principal¹⁷, doravante ACP, é uma técnica estatística de decomposição em fatores que visa reduzir a dimensionalidade de dados de um modelo multivariado, tornando a análise mais fácil e sem perda de informação. O objetivo da ACP é a obtenção de um pequeno conjunto de variáveis, combinações lineares (componentes principais), que retenham o máximo possível da informação contida nas variáveis originais (JOHNSON; WICHERN, 2007).

Essa decomposição baseia-se em uma rotação da amostra de dados n dimensional, sendo que uma das coordenadas (ou componente) esteja na direção de máxima variabilidade dos dados. A segunda componente também está na direção de máxima variabilidade dos dados, porém ela segue uma direção ortogonal em relação à primeira coordenada, ou seja, ela apresenta a segunda máxima variabilidade, dado que a primeira já foi encontrada. A terceira componente também segue a máxima variabilidade dos dados sendo ortogonal em relação à primeira e segunda coordenadas, e assim por diante. A extração dos componentes segue a ordem dos mais explicativos para os menos explicativos, sendo que o número de componentes sempre é igual ao número de variáveis.

O modelo de decomposição é utilizado em diversos ramos da ciência, tais como, a Biologia, a Psicologia e as Finanças. O objetivo do uso deste modelo é extrair, do histórico de variações da curva de juros, um conjunto de direções de forma a descrever as variações no período selecionado. O procedimento dos cálculos feitos é descrito a seguir.

Seja X_t um vetor, de dimensão $(1 \times k)$ de uma observação no tempo t :

¹⁷ O primeiro estudo de análise de componentes principais é atribuído a Harold Hotelling (1933) como uma forma de determinar fatores empregando técnicas estatísticas quando os fatores não fossem exogenamente dados. HAROLD HOTELLING - "Analysis of a Complex of Statistical Variables with Principal Components"- *Jornal of Education Psychology* 27 (1933), pp. 417-441.

$$X_t = [x_{t1} \quad \cdots \quad x_{tk}] \quad (4)$$

Com n observações no tempo e k variáveis, tem-se a seguinte representação matricial:

$$X = \begin{bmatrix} X_1 \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix} \quad (5)$$

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1k} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & \cdots & x_{nk} \end{bmatrix} \quad (6)$$

O objetivo da análise de componentes principais é realizar uma rotação de um conjunto de dados em um novo sistema de coordenadas de forma que uma das coordenadas, ou componentes, esteja na direção de máxima variabilidade dos dados. Para chegar a este objetivo, primeiro define-se z_{1t} como uma combinação linear dos elementos da t -ésima linha da matriz X para $t = 1, 2, \dots, n$.

$$z_{1t} = r_{11}x_{t1} + r_{21}x_{t2} + \cdots + r_{k1}x_{tk} \quad (7)$$

Na forma matricial:

$$z_{1t} = [x_{t1} \quad x_{t2} \quad \cdots \quad x_{tk}] \begin{bmatrix} r_{11} \\ r_{21} \\ \vdots \\ r_{k1} \end{bmatrix} = X_t r_1 \quad (8)$$

Definindo z_1 como a matriz dos n elementos de z_{1t} :

$$z_1 = X r_1 \quad (9)$$

Deve-se observar que os elementos da equação anterior possuem a seguinte dimensão $[n \times 1] = [n \times k] \cdot [k \times 1]$.

O vetor de rotação possui a seguinte restrição:

$$r_{11}^2 + r_{21}^2 + \cdots + r_{k1}^2 = 1 \quad (10)$$

$$\mathbf{r}_1^T \mathbf{r}_1 = [r_{11} \quad r_{21} \quad \dots \quad r_{k1}] \begin{bmatrix} r_{11} \\ r_{21} \\ \vdots \\ r_{k1} \end{bmatrix} = 1 \quad (11)$$

O objetivo do modelo é escolher o vetor r na direção de máxima variância, de modo que a variância de z_1 seja definida como:

$$\text{Var}(z_1) = [r_{11}x_1 \quad r_{21}x_2 \quad \dots \quad r_{k1}x_k] \quad (12)$$

$$\text{Var}(z_1) = \text{Var}(X \mathbf{r}_1) = \mathbf{r}_1^T \Sigma \mathbf{r}_1 \quad (13)$$

Onde Σ é a matriz de variância e covariância de X .

Pode-se, então, aplicar o conceito de multiplicador de Lagrange, para maximizar a variância de z_1 :

$$\text{Max} [\text{Var}(z_1)] \quad (14)$$

Sujeito à seguinte restrição:

$$\mathbf{r}_1^T \mathbf{r}_1 = 1 \quad (15)$$

Resolvendo o problema descrito anteriormente tem-se que:

$$\mathbf{L} = \nabla (\mathbf{r}_1^T \Sigma \mathbf{r}_1 + \lambda_1 (1 - \mathbf{r}_1^T \mathbf{r}_1)) = 0 \quad (16)$$

$$\nabla (\mathbf{r}_1^T \Sigma \mathbf{r}_1) - \nabla (\lambda_1 \mathbf{r}_1^T \mathbf{r}_1) = 0 \quad (17)$$

$$\Sigma r_1 + \Sigma^T r_1 - \nabla(\lambda_1 r_1^T I r_1) = 0 \quad 18 \quad (18)$$

$$2 \Sigma r_1 - 2 I \lambda_1 r_1 = 0 \quad 19 \quad (19)$$

$$\Sigma r_1 = \lambda_1 r_1 \quad (20)$$

A equação (20) é uma relação conhecida na metodologia de cálculo de autovalores e autovetores. Logo, pode-se concluir que r_1 é autovetor da matriz Σ correspondente ao autovalor

λ_1 . Substituindo na equação de variância (13), tem-se:

$$\text{Var}(z_1) = r_1^T \Sigma r_1 = r_1^T \lambda_1 r_1 \quad (21)$$

$$\text{Var}(z_1) = \lambda_1 r_1^T r_1 = \lambda_1 \quad (22)$$

Logo, o valor λ_1 (maior variância) deve ser escolhido como sendo o maior autovalor da matriz Σ .

O próximo passo é definir z_2 de modo que $z_2 = X r_2$. Neste caso, o problema passa a ser a maximização da variância de z_2 , sujeita a duas restrições:

$$\text{Max} [\text{Var}(z_2)] \quad (23)$$

¹⁸ $\frac{\partial(Bx+b)^T C(Dx+d)}{\partial x} = B^T C(Dx+d) + D^T C^T(Bx+b)$. Essa relação (derivada de segunda ordem) é conhecida. *The Matrix Cookbook*, disponível em: < http://www.mit.edu/~wingated/stuff_i_use/matrix_cookbook.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2013.

¹⁹ A matriz de variância e covariância é simétrica. $A^T = A$

Sujeito à:

$$r_2^T r_2 = 1 \quad (24)$$

$$r_1^T r_2 = 0 \quad (25)$$

Logo o multiplicador de Lagrange é igual a:

$$L = \nabla \left(r_2^T \Sigma r_2 + \lambda_2 (1 - r_2^T r_2) + \mu (0 - r_1^T r_2) \right) = 0 \quad (26)$$

$$2 \Sigma r_2 - 2 \lambda_2 r_2 - \mu \nabla (r_1^T r_2) = 0 \quad (27)$$

$$2 \Sigma r_2 - 2 \lambda_2 r_2 - \mu r_1 = 0 \quad (28)$$

Multiplicando (28) por r_1^T .

$$r_1^T (2 \Sigma r_2 - 2 \lambda_2 r_2 - \mu r_1) = 0 \quad (29)$$

$$2 r_1^T \Sigma r_2 - 2 \lambda_2 r_1^T r_2 - \mu r_1^T r_1 = 0 \quad (30)$$

$$2 r_1^T \Sigma r_2 - \mu = 0 \quad (31)$$

$$r_1^T \Sigma r_2 = \mu = r_2^T \Sigma r_1 \quad (32)$$

Como Σr_1 é igual à $\lambda_1 r_1$, e rearranjando a equação, tem-se:

$$\mu = \lambda_1 r_2^T r_1 \quad (33)$$

$$\mu = 0 \quad (34)$$

Sabendo que $\mu = 0$, pode-se retornar à equação (30):

$$2 \Sigma r_2 - 2 \lambda_2 r_2 - \mu r_1 = 0 \quad (35)$$

$$\Sigma r_2 = \lambda_2 r_2 \quad (36)$$

A relação encontrada é novamente a equação de autovalores e autovetores.

$$\text{Var}(z_2) = r_2^T \Sigma r_2 = r_2^T \lambda_2 r_2 = \lambda_2 r_2^T r_2 = \lambda_2 \quad (37)$$

Continuando o processo até encontrarem-se os k autovalores de Σ , podem-se agrupar os vetores resultantes em uma matriz ortogonal chamada de R (matriz de autovetores de Σ).

$$R = [r_1 \quad r_2 \quad \dots \quad r_k] \quad (38)$$

$$Z = XR \quad (39)$$

A dimensão da matriz (39) é $[n \times k] = [n \times k] \cdot [k \times k]$

Já a matriz Σ de variância-covariância possui a seguinte relação:

$$\Sigma = R^T \Lambda R \quad (40)$$

Onde

$$\Lambda = \text{diag}(\lambda)_{k \times k} = \begin{bmatrix} \lambda_1 & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & \lambda_k \end{bmatrix} \quad (41)$$

Da propriedade de traço de uma matriz, sabe-se que:

$$\text{tr}(AB) = \text{tr}(BA) \quad (42)$$

$$\text{tr}(R^T \Lambda R) = \text{tr}(\Lambda R R^T) = \text{tr}(\Lambda) \quad (43)$$

Desta forma, o traço da matriz ‘rotacionada’ é o mesmo da matriz original, ou seja, a troca de eixos dos dados não altera o total das variâncias. Pode-se assim, dividir cada autovalor pela soma dos autovalores, de forma a encontrar a relação percentual de explicação de cada componente.

$$\frac{\lambda_1}{\sum \lambda}, \frac{\lambda_2}{\sum \lambda}, \dots, \frac{\lambda_k}{\sum \lambda} \quad (44)$$

A partir dessas frações pode-se estabelecer a quantidade de componentes necessários para uma boa estimativa.

4. Implementação

4.1.A estrutura a termo da taxa de juros e as carteiras analisadas

O primeiro passo para a formação do modelo de imunização de carteira se constitui na construção de uma ETTJ. O método utilizado no presente trabalho é o conhecido como interpolação exponencial (*flat-forward*), o que possibilita a construção de uma ETTJ completa. A escolha pelo modelo de interpolação, em lugar de um modelo teórico de equilíbrio, deve-se ao fato de que os componentes serão utilizados para a imunização de carteiras de renda fixa. Desta forma, as taxas encontradas pelo modelo de interpolação coincidirão com as taxas aplicadas pelo

mercado na precificação de títulos, ou seja, ao conjunto de taxas/maturidades dos instrumentos existentes no mercado. Esta situação não ocorreria no caso dos modelos teóricos de equilíbrio.

A escolha pela interpolação exponencial, ao invés de, por exemplo, a interpolação linear ou da interpolação *cubic spline*, ocorreu porque esse método é o mais utilizado pelo mercado brasileiro (KOJÓ, 2003).

A ETTJ a ser analisada será a do mercado de depósitos interfinanceiros (DI), cujas taxas representam o juro no mercado interbancário privado. A análise desse mercado constitui fator decisivo nas decisões de financiamento e empréstimos pelos agentes econômicos.

O primeiro ponto da estrutura a termo será representado pela taxa de juro *over* DI, obtida na CETIP. Os demais pontos serão obtidos pelo conjunto de taxas/maturidades dos contratos futuros de DI, negociados pela BM&FBOVESPA, que representam as expectativas que os agentes possuem em relação à média esperada de taxa de juro, entre a data de negociação e o vencimento do contrato. A interpolação exponencial interligará o conjunto de pontos existentes, formando assim uma ETTJ completa.

O mercado de DI futuro tem como base um calendário anual de 252 dias úteis. Assim, os vértices selecionados pelo mercado geralmente apresentam intervalos de 21 dias, o que corresponde à quantidade média de dias úteis em um mês. Neste mercado são oferecidos contratos com vencimento para os primeiros quatro meses, a partir da data de negociação; e os demais contratos apresentam vencimentos nos meses iniciais de cada trimestre. A escolha dos vértices para o modelo ACP deve levar em consideração tanto a estrutura de vencimentos dos contratos, quanto à oferta de títulos e suas maturidades.

No artigo seminal de Litterman e Scheinkman (1991), os vértices utilizados foram baseados em títulos com os seguintes vencimentos: seis meses, 1, 2, 5, 8, 10, 14, 18 anos. Para Barber e Cooper (1996) os vértices variaram entre 1 mês a 20 anos, totalizando 39 vencimentos. No

mercado brasileiro, Barcinski (2000) utilizou vértices de vencimentos curtos: 5, 10, 20, 40, 60, 80, 100, 120 e 140 dias úteis. Já Kojò (2003) utilizou 12 vértices: 21, 42, 63, 84, 105, 126, 147, 168, 189, 210, 231, 252 dias úteis. Furcolin (2010) utilizou vértices trimestrais, atingindo, no final, o prazo máximo de três anos.

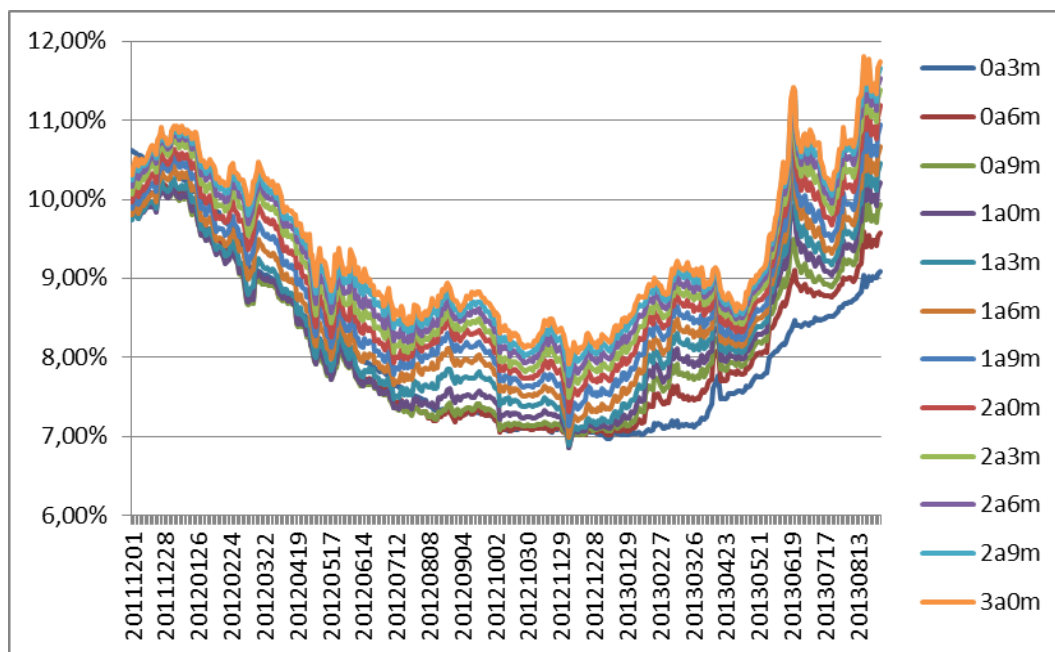
A escolha da quantidade de vértices a serem utilizados está condicionada aos vencimentos existentes no mercado de títulos de renda fixa. Trabalhar com vértices diários seria extremamente trabalhoso e pouco acrescentaria à análise do estudo. De acordo com Kojò (2003) “podemos ‘discretizar’ a curva em poucos vértices, uma vez que na prática, os pontos vizinhos têm comportamentos semelhantes”.

Por este motivo, é um dos nossos objetivos do presente trabalho verificar se a inversão da ETTJ altera o cálculo dos componentes de forma que comprometa o *hedge* da carteira a ser imunizada. Especificamente, será tratado o caso recente, no qual, para a da ETTJ de até um ano, as taxas mais curtas permaneceram mais altas que as taxas mais longas, de forma que essas taxas convergem até que a ETTJ se torne “*flat*” e depois crescente (ver Figuras 3).

Analisando os dados do mercado futuros de DI, verificou-se que, os contratos com vencimento em até três anos representam mais de 98% das quantidades negociadas por dia. Assim, uma vez que, esse intervalo, de tempo tem os contratos mais líquidos, faz com que as taxas negociadas possuem as informações mais recentes no mercado, contribuindo assim para a análise das informações de dinâmica da ETTJ.

Este estudo, portanto, utilizará a maturidade máxima, ou seja, o vértice mais longo de três anos para a ETTJ (Figura 5), com maturidade mínima de três meses e intervalos trimestrais, devido à dinâmica imposta pelos contratos futuros de DI da BM&FBOVESPA. Esse mesmo padrão, trimestral com vencimento máximo de três anos, também foi utilizado por Furcolin (2010).

Figura 5 – Estrutura a termo de taxa de juros com vértices trimestrais



Fonte: Elaboração própria

No entanto, como ressaltado anteriormente, a inversão na tendência da estrutura a termo ocorreu em uma curva com um prazo máximo de até um ano²⁰ (ver Figura 3), assim, faz-se necessário verificar se, nesse intervalo específico da curva, ocorrem mudanças na carteira “hedgeada”, o que implica também no cálculo dos componentes para a ETTJ de prazo máximo de um ano. Os vértices escolhidos para uma curva com este prazo são mensais, com 21 dias úteis.

Definido os vértices (maturidades) a serem estudados, faz-se necessário justificar o intervalo de tempo selecionado para análise. O período em que a ETTJ de um ano se tornou mais *flat* foi dezembro de 2012, sendo que a diferença mínima registrada ocorreu no dia 13/12/2012. Esta data é assumida, portanto, como o limite para o primeiro intervalo. Como em outros trabalhos aplicados, a base mínima da amostra é composta de dados de ETTJ diárias de no

²⁰ Veja que a inversão também ocorre na curva com vértice máximo de três anos, porém, os vértices acima de um ano tem comportamentos com um perfil crescente, ficando a inversão apenas no segmento até um ano.

mínimo um ano, o período a ser analisado para o primeiro modelo é entre 01/12/2011 e 13/12/2012 (258 observações). Nos dois próximos intervalos considerados a ETTJ já começa a se tornar crescente, de forma que se pode verificar se os componentes começam a apresentar mudanças. A seguir, as tabelas 3 e 4 apresentam os modelos analisados, assim como os intervalos contemplados.

Tabela 3 – Modelos e vértices

Modelos	Qtd. De Vértices	Vértices
Modelo "Longo"	12	63, 126, 189, 252, 315, 378, 441, 504, 567, 630, 693 e 756
Modelo "Curto"	12	21, 42, 63, 84, 105, 126, 147, 168, 189, 210, 231 e 252

Fonte: Elaboração própria

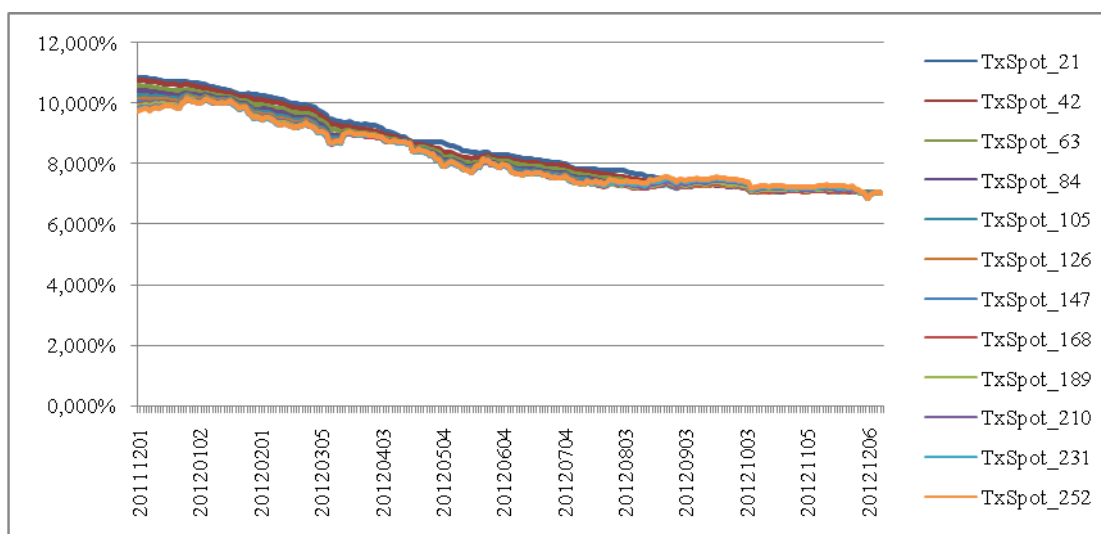
Tabela 4 – Intervalos e quantidade de observações

Intervalos dos modelos		
Modelo	Intervalos	Qtd. De observações
Modelo 12	01/12/2011 - 13/12/2012	258
Modelo 01	02/01/2012 - 31/01/2013	267
Modelo 02	01/02/2012 - 28/02/2013	264

Fonte: Elaboração própria

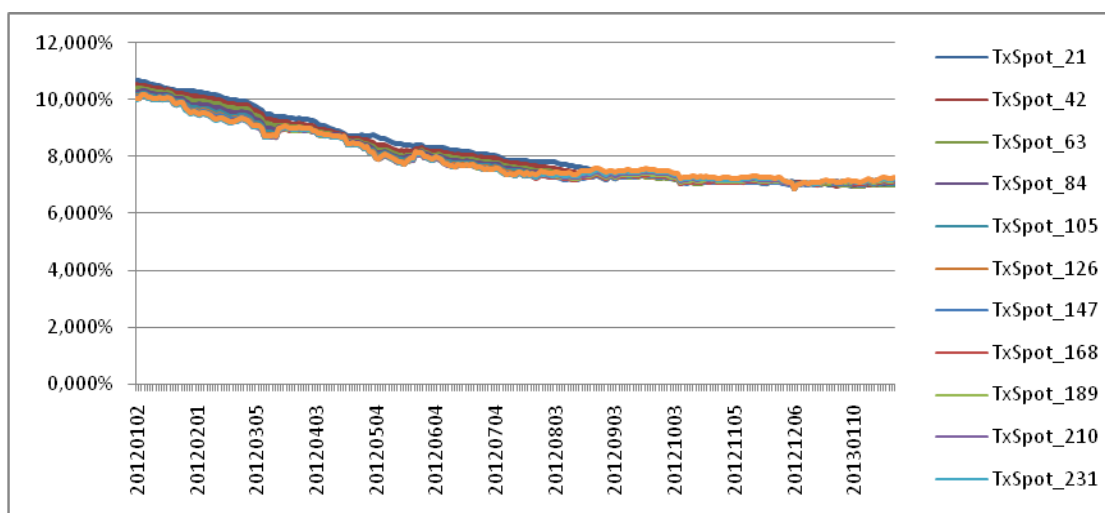
Será definido como “Longo” o modelo com a ETTJ de vértice de três anos com intervalos trimestrais. Enquanto que o modelo “Curto” (Figuras 6, 7 e 8) é aquele com a ETTJ de até um ano, com intervalos mensais. Enquanto o modelo 12 contempla o período decrescente e *flat*, os modelos 01 e 02 contemplam o período decrescente, *flat* e crescente da estrutura a termo.

Figura 6 - ETTJ do intervalo Modelo “Curto” 12 – 01/12/2011 – 13/12/2012

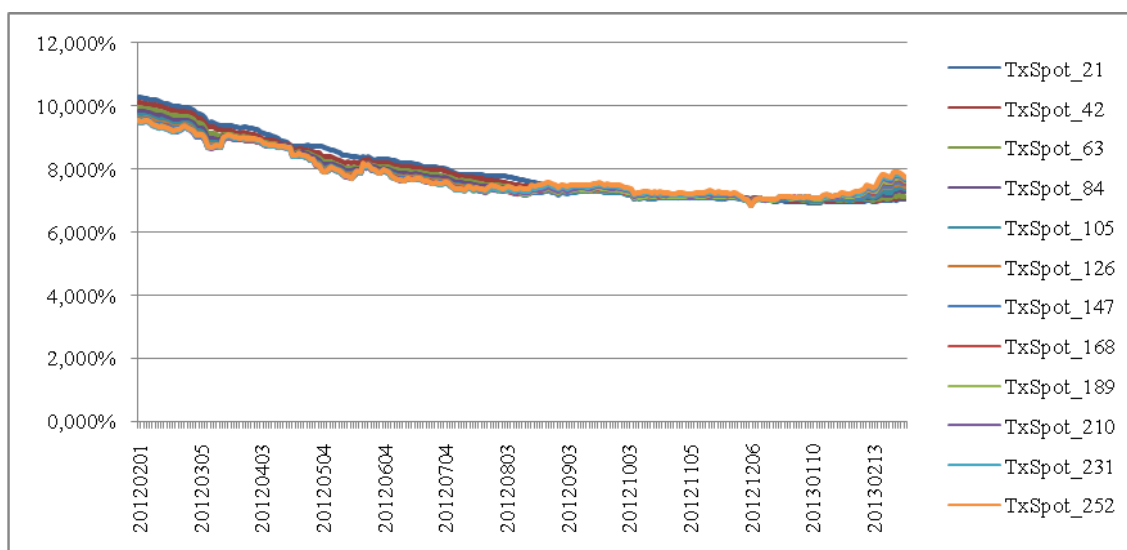


Fonte: Elaboração própria

Figura 7 – ETTJ do intervalo Modelo “Curto” 01 – 02/01/2012 – 31/01/2013



Fonte: Elaboração própria

Figura 8 – ETTJ do intervalo Modelo “Curto” 02 – 01/02/2012 – 28/02/2013

Fonte: Elaboração própria

A estruturação deste estudo por três intervalos (12, 01 e 02) faz-se necessária, pois, é necessário verificar se os componentes calculados no modelo 12 - que inclui apenas os intervalos de queda e flat da curva (Figura 6) - conduziria a distorções na imunização da carteira a partir do momento em que a curva de juros se invertesse. Os períodos à frente (01 e 02) contemplam intervalos da curva no período crescente. Como o último intervalo, período 02, termina em 28/02/2013, os componentes calculados (12, 01 e 02) serão utilizados para a imunização de uma determinada carteira de ativos de renda fixa no período compreendido entre 01/03/2013 à 30/04/2013. Desta forma, será possível comparar os resultados obtidos entre as diferentes estratégias de imunizações derivadas dos componentes calculados nos diferentes períodos. A Tabela 5 mostra em maiores detalhes os intervalos de tempo analisados para cada um dos modelos construídos.

Tabela 5 – Intervalos dos meses do banco de dados dos modelos e o período de imunização

Anos	2011				2012								2013				
Modelo 12	12	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	01	02	03	04
Modelo 01	12	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	01	02	03	04
Modelo 02	12	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	01	02	03	04
Período de imunização	12	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	01	02	03	04

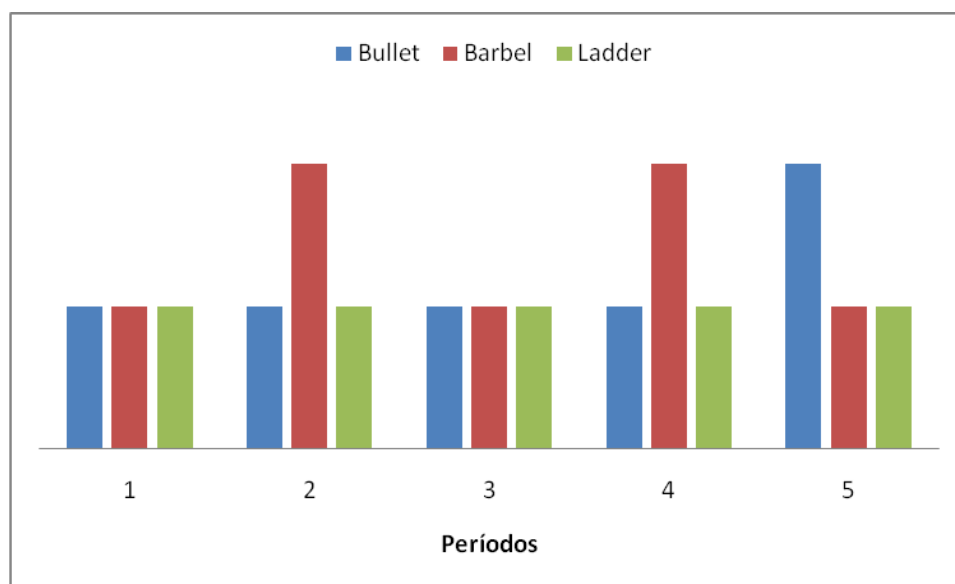
Fonte: Elaboração própria

Para uma melhor comparação dos resultados, serão criadas três carteiras de ativos prefixados com vencimentos de, no máximo, um ano. Assim, será verificado se os componentes calculados com uma ETTJ com um histórico de queda - taxas longas mais baixas do que as mais curtas, e curva *flat* - têm seu poder explanatório afetado após as mudanças verificadas na ETTJ, isto é, tendência de aumento da taxa.

As três carteiras criadas serão baseadas em estratégias relacionadas aos vencimentos dos títulos: *bullet*, *barbell* e *ladder*. Na estratégia *bullet* a carteira é construída de forma que os vencimentos dos títulos sejam concentrados em um ponto da curva de retorno. A estratégia *barbell* os vencimentos dos títulos são concentrados em dois pontos. Na estratégia *ladder*, a carteira é construída de forma que os vencimentos dos títulos tenham uma distribuição aproximadamente igual.

A Figura 09 ilustra exemplos do funcionamento de cada estratégia. Uma carteira *bullet*, por exemplo, têm seu fluxo de caixa concentrado no final do período. A estratégia *barbell*, concentra o fluxo de caixa na faixa intermediária, enquanto a estratégia *ladder* possui uma distribuição igual do seu fluxo de caixas entre os períodos analisados.

Figura 9 – Fluxos de caixa para diferentes carteiras de renda fixa



Fonte: Elaboração própria.

A utilização de dois modelos (curto e longo) e três tipos de carteiras visa certificar que as diferenças encontradas nos resultados da imunização não derivem da utilização de prazos máximos de estruturas a termo (vértices escolhidos no modelo) ou de diferentes estratégias de montagem de carteira, mas somente da inversão da curva verificada.

A eficácia desses modelos será testada pela comparação das médias e pelos desvios-padrão dos resultados diários e das *yield to maturity*, pela rentabilidade das carteiras e também de seus respectivos desvios-padrão e *VaR* (*value at risk*, literalmente valor em risco)²¹. As comparações serão realizadas para as diferentes carteiras e para os diferentes períodos da curva de retornos.

²¹ O *VaR* é um número que mede a perda máxima esperada de uma carteira de ativos para um dado nível de confiança em um dado horizonte de tempo, sendo que neste trabalho optamos pelo método de *VaR* histórico, que é mais simples e intuitivo. A teoria do *VaR* e os seus métodos necessitam de conceitos que fugiriam do escopo deste trabalho, sendo esse assunto tratado de forma bem ampla por Jorion (2003).

4.2. Análise empírica de imunização da carteira

Com o propósito de descrever melhor a metodologia utilizada, entende-se que um exemplo pode tornar mais claras as etapas que serão necessárias para se chegar aos resultados propostos. Devido à grande quantidade de passos para a obtenção do número de contratos futuros necessários para a imunização, serão apresentados apenas os passos para o cálculo do modelo 12 longo, sendo que os resultados dos demais modelos e períodos são apresentados no apêndice deste trabalho. Os processos de cálculos para obtenção dos resultados dos demais modelos são análogos aos apresentados a seguir.

O primeiro passo para a implantação do modelo é a construção de uma tabela com os vértices escolhidos. Definido o prazo de análise (01/12/2011 a 13/12/2012), as taxas devem ser então interpoladas, conforme a Tabela 6 a seguir:

Tabela 6 – Amostras de taxas spot para os vértices do modelo Longo 12, base 252 du

Data	0a3m	0a6m	0a9m	1a0m	1a3m	1a6m	1a9m	2a0m	2a3m	2a6m	2a9m	3a0m
01/12/2011	10,61%	10,13%	9,89%	9,77%	9,75%	9,80%	9,88%	9,97%	10,07%	10,17%	10,24%	10,31%
02/12/2011	10,61%	10,13%	9,92%	9,80%	9,80%	9,86%	9,96%	10,05%	10,17%	10,27%	10,34%	10,41%
05/12/2011	10,58%	10,14%	9,95%	9,85%	9,86%	9,92%	10,03%	10,15%	10,28%	10,37%	10,44%	10,52%
06/12/2011	10,58%	10,13%	9,92%	9,83%	9,83%	9,90%	10,00%	10,11%	10,24%	10,34%	10,43%	10,51%
....
10/12/2012	7,08%	7,04%	7,04%	7,05%	7,08%	7,20%	7,36%	7,54%	7,71%	7,84%	7,98%	8,10%
11/12/2012	7,07%	7,05%	7,08%	7,10%	7,14%	7,26%	7,43%	7,61%	7,77%	7,92%	8,06%	8,19%
12/12/2012	7,05%	7,03%	7,05%	7,08%	7,12%	7,23%	7,40%	7,56%	7,71%	7,84%	7,97%	8,11%
13/12/2012	7,04%	7,03%	7,03%	7,06%	7,09%	7,20%	7,34%	7,52%	7,68%	7,81%	7,95%	8,06%

Fonte: BMF&Bovespa e Cetip, 2013.

Segundo Alexander (2005), os dados empregados na ACP devem ser transformados em séries estacionárias²², e por fim normalizadas, para que o primeiro componente não seja dominado pela variável de entrada de maior volatilidade. Desta forma, é necessário

²² De acordo com Lütkepohl e Krätzig (2004), uma série temporal é considerada estacionária se o processo estocástico gerador de tal série possuir primeiro e segundo momentos invariantes no tempo. Supondo que y_t seja um processo estocástico qualquer, o mesmo será estacionário se:

i) $E(y_t) = \mu_t$, para todo $t \in T$, e

ii) $E[(y_t - \mu_t)(y_{t-h} - \mu_{t-h})] = \gamma_h$, para todo $t \in T$ e para todo h tal que $t - h \in T$.

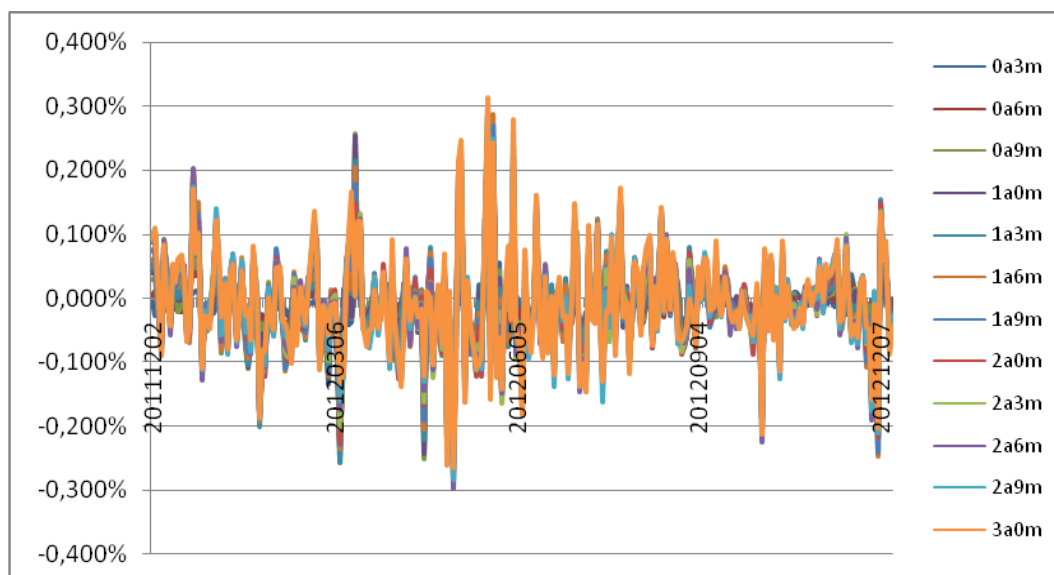
primeiramente tornar as séries de taxas de juros em séries estacionárias. Utilizando-se a primeira diferença entre as taxas de juros (diferença de taxas entre uma data e a imediatamente anterior), obtêm-se então, o retorno por negociar um determinado título a diferentes taxas de juros. Os resultados deste procedimento estão apresentados, resumidamente, na Tabela 7²³ e na Figura 10.

Tabela 7 - Taxas de retornos estacionárias

Data	0a3m	0a6m	0a9m	1a0m	1a3m	1a6m	1a9m	2a0m	2a3m	2a6m	2a9m	3a0m
01/12/2011												
02/12/2011	0,00%	0,00%	0,03%	0,04%	0,05%	0,06%	0,08%	0,09%	0,09%	0,10%	0,10%	0,10%
05/12/2011	-0,03%	0,01%	0,03%	0,05%	0,07%	0,06%	0,07%	0,09%	0,11%	0,10%	0,10%	0,11%
06/12/2011	0,00%	-0,01%	-0,03%	-0,02%	-0,04%	-0,02%	-0,03%	-0,04%	-0,04%	-0,03%	-0,01%	-0,01%
....
10/12/2012	0,01%	0,03%	0,05%	0,05%	0,05%	0,07%	0,07%	0,07%	0,08%	0,08%	0,08%	0,06%
11/12/2012	0,00%	0,01%	0,03%	0,05%	0,06%	0,06%	0,07%	0,06%	0,06%	0,07%	0,08%	0,09%
12/12/2012	-0,02%	-0,02%	-0,03%	-0,02%	-0,02%	-0,03%	-0,03%	-0,04%	-0,05%	-0,08%	-0,09%	-0,09%
13/12/2012	-0,01%	0,00%	-0,02%	-0,02%	-0,03%	-0,04%	-0,05%	-0,04%	-0,04%	-0,03%	-0,03%	-0,04%

Fonte: Elaboração própria.

Figura 10 – Gráfico de retornos (série de dados estacionários) – período 01/12/2011 – 13/12/2012



Fonte: Elaboração própria.

²³ Existem, na literatura, diversos testes de estacionariedade que procuram testar a presença de uma ou mais raízes unitárias em séries temporais. Todas as séries de retornos utilizadas foram testadas, sendo estacionárias de acordo com o teste Augmented Dickey-Fuller (ADF). Os resultados dos testes encontram-se no Apêndice A. Para maiores detalhes dos testes de estacionariedade ver Enders (2004).

A normalização de cada série de retornos foi realizada a partir da subtração de cada valor por sua respectiva média, e o resultado dividido pelo desvio-padrão (DP) correspondente. Os resultados dos cálculos do retorno médio e do desvio padrão de cada série podem ser verificados na Tabela 8, enquanto uma amostra dos valores normalizados está apresentada na Tabela 9, a seguir.

Tabela 8 - Médias e desvios - padrão dos retornos estacionários

	0a3m	0a6m	0a9m	1a0m	1a3m	1a6m	1a9m	2a0m	2a3m	2a6m	2a9m	3a0m
Média	-0,014%	-0,012%	-0,011%	-0,011%	-0,010%	-0,010%	-0,010%	-0,010%	-0,009%	-0,009%	-0,009%	-0,009%
DP	0,028%	0,045%	0,055%	0,062%	0,068%	0,073%	0,076%	0,078%	0,080%	0,083%	0,083%	0,085%

Fonte: Elaboração própria

Tabela 9 – Taxas de retorno normalizadas

Data	0a3m	0a6m	0a9m	1a0m	1a3m	1a6m	1a9m	2a0m	2a3m	2a6m	2a9m	3a0m
01/12/2011												
02/12/2011	0,3491	0,3788	0,7408	0,7791	0,8551	0,9470	1,1261	1,2533	1,2590	1,3104	1,3203	1,2210
05/12/2011	-0,4987	0,5122	0,7768	0,9075	1,1191	1,0018	1,0343	1,3176	1,4827	1,3710	1,3203	1,3740
06/12/2011	0,4198	-0,0212	-0,2863	-0,1998	-0,3618	-0,1761	-0,2113	-0,3406	-0,3562	-0,2765	-0,0610	-0,0027
....
10/12/2012	0,8084	0,8678	1,0291	0,9717	0,8845	1,0702	1,0343	1,0476	1,1099	1,1045	1,0921	0,7974
11/12/2012	0,4198	0,4900	0,8309	0,9396	1,0164	0,9881	0,9950	0,9448	0,8863	0,9712	1,0681	1,1622
12/12/2012	-0,2867	-0,1767	-0,3043	-0,1677	-0,1272	-0,2309	-0,2769	-0,4434	-0,5674	-0,7974	-0,9258	-0,9323
13/12/2012	0,2078	0,2455	-0,1061	-0,1517	-0,2592	-0,3679	-0,5391	-0,4049	-0,3562	-0,2523	-0,2292	-0,4264

Fonte: Elaboração própria

A partir da série estacionária e normalizada são obtidos os componentes principais de duas formas: matriz de variância-covariância ou matriz de correlação. Kojó (2003), por exemplo, calculou os componentes principais através da matriz variância-covariância, enquanto que Alexander (2005) utilizou a matriz de correlações. Porém, uma vez que as séries de retornos são estacionárias e normalizadas, a matriz de variância-covariância se torna igual à matriz de correlações.

Tabela 10 – Matriz de correlação

	0a3m	0a6m	0a9m	1a0m	1a3m	1a6m	1a9m	2a0m	2a3m	2a6m	2a9m	3a0m
0a3m	1,0000	0,8470	0,7838	0,7396	0,6830	0,6260	0,5903	0,5621	0,5267	0,4890	0,4604	0,4257
0a6m	0,8470	1,0000	0,9761	0,9448	0,8997	0,8577	0,8187	0,7825	0,7382	0,6970	0,6639	0,6258
0a9m	0,7838	0,9761	1,0000	0,9804	0,9478	0,9137	0,8784	0,8443	0,8034	0,7643	0,7323	0,6964
1a0m	0,7396	0,9448	0,9804	1,0000	0,9822	0,9559	0,9273	0,8975	0,8622	0,8278	0,7968	0,7623
1a3m	0,6830	0,8997	0,9478	0,9822	1,0000	0,9850	0,9652	0,9439	0,9149	0,8867	0,8598	0,8280
1a6m	0,6260	0,8577	0,9137	0,9559	0,9850	1,0000	0,9874	0,9717	0,9486	0,9263	0,8998	0,8705
1a9m	0,5903	0,8187	0,8784	0,9273	0,9652	0,9874	1,0000	0,9905	0,9723	0,9553	0,9348	0,9110
2a0m	0,5621	0,7825	0,8443	0,8975	0,9439	0,9717	0,9905	1,0000	0,9875	0,9716	0,9537	0,9333
2a3m	0,5267	0,7382	0,8034	0,8622	0,9149	0,9486	0,9723	0,9875	1,0000	0,9880	0,9721	0,9551
2a6m	0,4890	0,6970	0,7643	0,8278	0,8867	0,9263	0,9553	0,9716	0,9880	1,0000	0,9873	0,9714
2a9m	0,4604	0,6639	0,7323	0,7968	0,8598	0,8998	0,9348	0,9537	0,9721	0,9873	1,0000	0,9858
3a0m	0,4257	0,6258	0,6964	0,7623	0,8280	0,8705	0,9110	0,9333	0,9551	0,9714	0,9858	1,0000

Fonte: Elaboração própria

A etapa seguinte consiste no cálculo dos autovalores e autovetores associados à matriz de correlação, conforme procedimento descrito anteriormente, na seção 3.3. O *software* R foi utilizado para calcular os autovalores e autovetores da matriz. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 11.

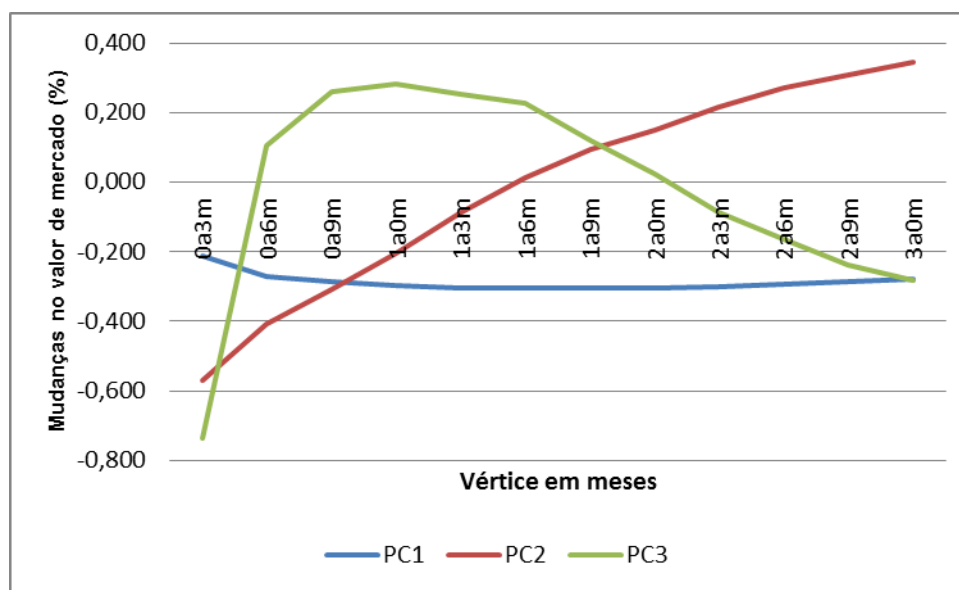
Tabela 11 - Matriz de autovalores e autovetores

Fator acumulado	86,41%	96,42%	98,59%	99,16%	99,43%	99,59%	99,71%	99,80%	99,87%	99,93%	99,97%	100,00%
%	86,41%	10,01%	2,17%	0,57%	0,27%	0,16%	0,12%	0,09%	0,07%	0,06%	0,04%	0,03%
Autovalores	10,3691	1,2012	0,2602	0,0682	0,0327	0,0193	0,0145	0,0104	0,0085	0,0070	0,0051	0,0038
Autovetores	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10	PC11	PC12
0a3m	-0,2114	-0,5703	-0,7353	-0,2611	-0,1249	0,0025	0,0347	-0,0602	0,0274	-0,0035	0,0066	-0,0022
0a6m	-0,2730	-0,4073	0,1052	0,4437	0,4787	0,2044	-0,3556	0,3757	-0,0902	0,0682	0,0192	0,0046
0a9m	-0,2870	-0,3072	0,2613	0,3427	0,0542	-0,1284	0,3628	-0,5516	0,2593	-0,3021	-0,1431	0,0568
1a0m	-0,2976	-0,2052	0,2822	0,0459	-0,3586	-0,2911	0,2353	0,0825	-0,2980	0,5449	0,3028	-0,1860
1a3m	-0,3044	-0,0862	0,2523	-0,1911	-0,4484	-0,0943	-0,1474	0,3865	-0,1224	-0,3993	-0,4399	0,2251
1a6m	-0,3063	0,0122	0,2256	-0,3153	-0,1248	0,1921	-0,3817	-0,0783	0,5309	-0,0950	0,3926	-0,3262
1a9m	-0,3063	0,0923	0,1195	-0,2976	0,1119	0,4207	-0,0426	-0,3175	-0,1312	0,3634	-0,0685	0,5905
2a0m	-0,3039	0,1513	0,0232	-0,2965	0,3251	0,2480	0,3128	-0,0077	-0,3634	-0,1503	-0,2273	-0,5700
2a3m	-0,2993	0,2154	-0,0867	-0,1676	0,3592	-0,3488	0,3470	0,3461	0,1472	-0,2018	0,4002	0,3391
2a6m	-0,2938	0,2707	-0,1645	0,0148	0,1765	-0,4988	-0,2749	-0,0845	0,2592	0,3721	-0,4790	-0,1243
2a9m	-0,2878	0,3085	-0,2368	0,2735	-0,1288	-0,1284	-0,3747	-0,3269	-0,4770	-0,3049	0,3000	0,0178
3a0m	-0,2801	0,3444	-0,2835	0,4470	-0,3347	0,4310	0,2861	0,2325	0,2694	0,1090	-0,0619	-0,0287

Fonte: Elaboração própria

Analisando os dados computados, os três primeiros componentes (colunas PC1, PC2 e PC3) explicam mais de 90% da variação total dos retornos, precisamente 98,59% da variação (Fator Acumulado²⁴) da ETTJ. Desta forma, assim como no trabalho de Litterman e Scheinkman (1991), estes três primeiros componentes serão utilizados para a imunização de carteiras.

Figura 11 – Gráfico dos três primeiros componentes principais



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da Tabela 12.

A partir da Figura 11, associamos as observações gráficas às movimentações da estrutura a termo da seguinte forma: dado que 86,41% das variações são explicados pela PC1, uma mudança nas taxas de juros (choque) deslocaria a estrutura a termo de uma maneira uniforme nos 12 vértices estudados, ou seja, esse choque realizaria um movimento para cima ou para baixo na estrutura a termo.

Assim, o primeiro componente é associado aos movimentos paralelos da curva, ou seja, um choque nessa direção deslocaria toda a curva em uma mesma direção (para cima ou para baixo).

²⁴ Como descrito no capítulo 3.3, a matriz de variância-covariância ‘rotacionada’ não perde informação da matriz variância-covariância ‘original’, uma vez que a soma da diagonal principal (soma das variâncias) se mantém na matriz ‘rotacionada’.

O segundo componente é associado ao movimento de inclinação da curva, assim um choque nessa direção afetaria as taxas mais curtas em um movimento oposto as taxas mais longas, acentuando assim a inclinação da ETTJ. Por fim o terceiro componente é associado ao movimento de curvatura, que acentua a região central da curva ETTJ em uma direção contrária às ‘pontas’.

4.3. Aderência do modelo de três componentes

Kojó (2003) sugere a reconstrução das curvas diárias com os componentes construídos, de forma a testar a precisão do modelo. Para mostrar que a escolha de três componentes é razoável, será verificada a aderência do modelo à curva original.

De acordo com mesmo autor, o primeiro passo é construir a matriz de fatores, seguindo a expressão a seguir. Os resultados estão apresentados na Tabela 12.

$$\text{Fatores}_{257 \times 3} = \text{Retornos Normalizados}_{257 \times 12} \times \text{Autovetores}_{12 \times 3}$$

Tabela 12 – Tabela de fatores

Data	Fator 1	Fator 2	Fator 3
01/12/2011			
02/12/2011	-3,3817	0,9442	-0,1938
05/12/2011	-3,5036	1,4324	0,4860
06/12/2011	0,5972	-0,3152	-0,5147
....
10/12/2012	-3,4189	0,0104	-0,1100
11/12/2012	-3,1281	0,4557	0,0264
12/12/2012	1,5069	-0,6658	0,6017
13/12/2012	0,8105	-0,6105	-0,1722

Fonte: Elaboração própria

Em seguida, com esses fatores é possível reconstruir as taxas de retornos normalizados aproximadas por esses três fatores, conforme a expressão a seguir. Os resultados são apresentados na Tabela 13.

$$\text{Ret. Nor. Aprox.}_{257 \times 12} = \text{Fatores}_{257 \times 3} \times \text{Autovetores}^T_{3 \times 12}$$

Tabela 13 - Retornos normalizados aproximados por três componentes

Data	0a3m	0a6m	0a9m	1a0m	1a3m	1a6m	1a9m	2a0m	2a3m	2a6m	2a9m	3a0m
01/12/2011												
02/12/2011	0,3189	0,5182	0,6298	0,7580	0,8992	1,0036	1,0998	1,1660	1,2324	1,2811	1,3105	1,3272
05/12/2011	-0,4336	0,4241	0,6924	0,8860	1,0658	1,2002	1,2634	1,2926	1,3151	1,3372	1,3352	1,3367
06/12/2011	0,4319	-0,0888	-0,2091	-0,2583	-0,2845	-0,3029	-0,2735	-0,2411	-0,2020	-0,1761	-0,1472	-0,1299
....
10/12/2012	0,7977	0,9175	0,9493	0,9843	1,0122	1,0225	1,0350	1,0380	1,0352	1,0255	1,0133	0,9923
11/12/2012	0,3820	0,6711	0,7646	0,8449	0,9197	0,9696	1,0033	1,0201	1,0322	1,0381	1,0346	1,0255
12/12/2012	-0,3812	-0,0769	-0,0707	-0,1420	-0,2496	-0,3339	-0,4511	-0,5447	-0,6466	-0,7220	-0,7816	-0,8218
13/12/2012	0,3035	0,0093	-0,0901	-0,1646	-0,2376	-0,2945	-0,3252	-0,3426	-0,3592	-0,3751	-0,3808	-0,3884

Fonte: Elaboração própria

Com a matriz de Retornos Normalizados Aproximados, pode-se multiplicar cada vértice pelo seu respectivo desvio padrão e somar os resultados à média correspondente, de acordo com a expressão a seguir. Os resultados deste cálculo são apresentados na Tabela 14.

$$\text{Ret. Abs. Aprox.} = \text{Ret. Nor. Aprox.} \times \text{Desvios-Padrão} + \text{Média}$$

Tabela 14 - Retorno absoluto aproximado

Data	0a3m	0a6m	0a9m	1a0m	1a3m	1a6m	1a9m	2a0m	2a3m	2a6m	2a9m	3a0m
01/12/2011												
02/12/2011	-0,01%	0,01%	0,02%	0,04%	0,05%	0,06%	0,07%	0,08%	0,09%	0,10%	0,10%	0,10%
05/12/2011	-0,03%	0,01%	0,03%	0,05%	0,06%	0,08%	0,09%	0,09%	0,10%	0,10%	0,10%	0,11%
06/12/2011	0,00%	-0,02%	-0,02%	-0,03%	-0,03%	-0,03%	-0,03%	-0,03%	-0,03%	-0,02%	-0,02%	-0,02%
....
12/12/2012	-0,03%	-0,02%	-0,02%	-0,02%	-0,03%	-0,04%	-0,04%	-0,05%	-0,06%	-0,07%	-0,07%	-0,08%
13/12/2012	-0,01%	-0,01%	-0,02%	-0,02%	-0,03%	-0,03%	-0,04%	-0,04%	-0,04%	-0,04%	-0,04%	-0,04%

Fonte: Elaboração própria

A partir de então, é possível calcular as taxas de juros aproximadas, da seguinte forma: a primeira linha de taxas originais (01/12/2011) é somada ao vetor de retornos da linha seguinte. Com as taxas estimadas, soma-se o resultado novamente ao vetor seguinte para obter a segunda taxa, e assim por diante. No final, o resultado é uma tabela de juros aproximada pelos componentes, conforme a Tabela 15.

Tabela 15 - Taxas de juros aproximadas por três componentes

Data	0a3m	0a6m	0a9m	1a0m	1a3m	1a6m	1a9m	2a0m	2a3m	2a6m	2a9m	3a0m
01/12/2011	10,61%	10,13%	9,89%	9,77%	9,75%	9,80%	9,88%	9,97%	10,07%	10,17%	10,24%	10,31%
02/12/2011	10,61%	10,14%	9,91%	9,80%	9,80%	9,87%	9,96%	10,05%	10,16%	10,26%	10,34%	10,42%
05/12/2011	10,58%	10,15%	9,94%	9,85%	9,86%	9,94%	10,04%	10,14%	10,26%	10,37%	10,44%	10,52%
06/12/2011	10,58%	10,13%	9,91%	9,82%	9,83%	9,91%	10,01%	10,11%	10,23%	10,34%	10,42%	10,50%
....
10/12/2012	7,08%	7,04%	7,03%	7,05%	7,10%	7,20%	7,36%	7,54%	7,70%	7,84%	7,98%	8,10%
11/12/2012	7,07%	7,06%	7,06%	7,10%	7,15%	7,26%	7,42%	7,61%	7,77%	7,92%	8,06%	8,18%
12/12/2012	7,05%	7,04%	7,05%	7,08%	7,12%	7,23%	7,38%	7,56%	7,71%	7,85%	7,99%	8,10%
13/12/2012	7,04%	7,03%	7,03%	7,05%	7,09%	7,20%	7,34%	7,52%	7,68%	7,81%	7,95%	8,06%

Fonte: Elaboração própria

4.4. Análise dos erros do modelo

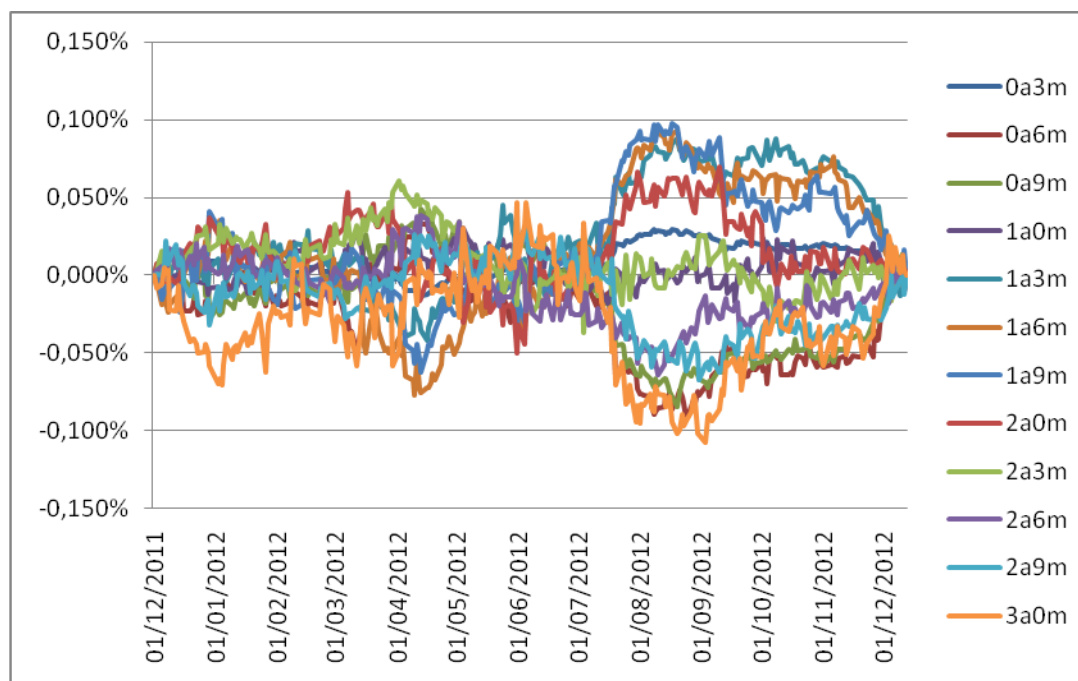
Uma breve análise dos erros de previsão dos modelos foi realizada no intuito de identificar uma sequência de erros muito extremos. Para tanto foram comparadas as diferenças entre as taxas aproximadas e as taxas originais, obtendo a Tabela 16.

Observando a Figura 12, nota-se que os erros concentram-se no intervalo entre -0,10% e 0,10%, de modo que a maior média de erro pertence ao intervalo de três anos, sendo próxima a -0,030%. Esta análise permite dizer que os erros foram relativamente baixos, o que não invalida a utilização do modelo apresentado.

Tabela 16 – Erros de aproximação entre o modelo de três fatores e taxas interpoladas

Média	0,008%	-0,027%	-0,018%	0,005%	0,027%	0,017%	0,018%	0,015%	0,009%	-0,011%	-0,013%	-0,030%
D.P	0,011%	0,029%	0,031%	0,010%	0,035%	0,042%	0,037%	0,023%	0,018%	0,020%	0,024%	0,033%
Data	0a3m	0a6m	0a9m	1a0m	1a3m	1a6m	1a9m	2a0m	2a3m	2a6m	2a9m	3a0m
01/12/2011	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
02/12/2011	0,001%	-0,006%	0,006%	0,001%	-0,003%	-0,004%	0,002%	0,007%	0,002%	0,002%	0,001%	-0,009%
05/12/2011	-0,001%	-0,002%	0,011%	0,003%	0,001%	-0,019%	-0,015%	0,009%	0,016%	0,005%	0,000%	-0,006%
06/12/2011	-0,001%	0,001%	0,007%	0,006%	-0,005%	-0,009%	-0,011%	0,001%	0,003%	-0,003%	0,007%	0,005%
....
10/12/2012	-0,001%	0,002%	0,010%	-0,005%	-0,013%	-0,004%	0,004%	0,003%	0,005%	0,002%	-0,003%	0,001%
11/12/2012	0,000%	-0,006%	0,014%	0,001%	-0,007%	-0,002%	0,003%	-0,003%	-0,007%	-0,004%	-0,001%	0,013%
12/12/2012	0,003%	-0,011%	0,001%	-0,001%	0,001%	0,005%	0,016%	0,005%	0,000%	-0,010%	-0,013%	0,003%
13/12/2012	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%

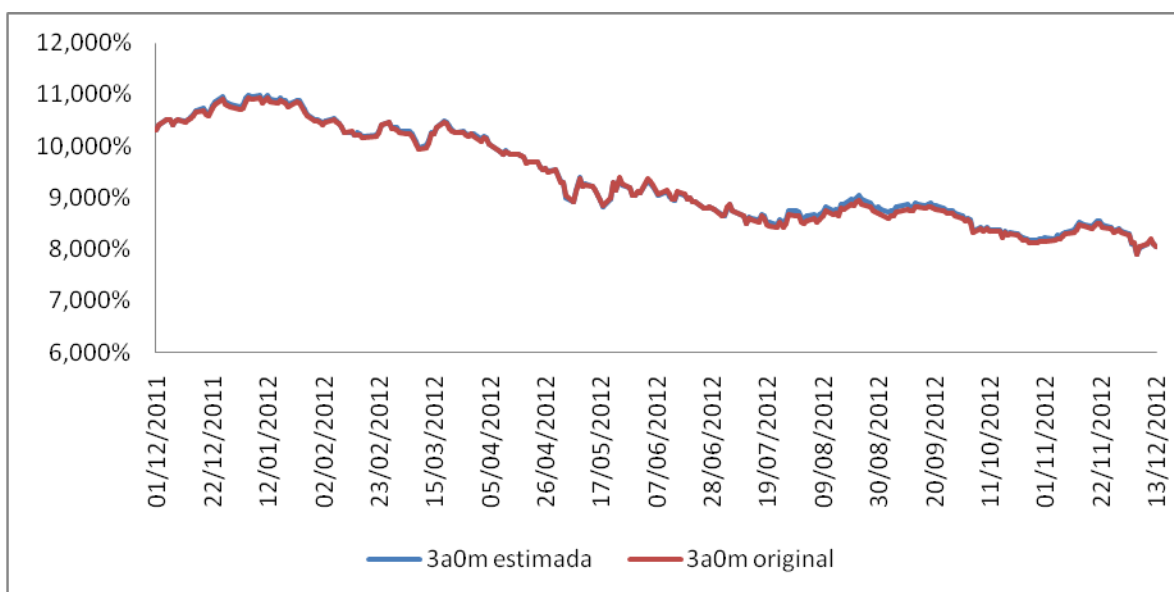
Fonte: Elaboração própria

Figura 12 – Gráfico dos erros de aproximação entre o modelo e as taxas interpoladas

Fonte: Elaboração própria

A Figura 14, a seguir, mostra o grau de ajustamento do modelo utilizado aos valores observados de taxa de juros (interpoladas) a aproximação para o vértice de três anos.

Figura 13 – Gráfico da taxa interpolada e da taxa aproximada para o vértice de 3 anos



Fonte: Elaboração própria

4.5. Estratégia de imunização

A utilização da análise dos componentes principais permite que os movimentos da estrutura a termo de taxa de juros sejam explicados a partir de apenas alguns de seus componentes. Como a imunização busca neutralizar o impacto causado por movimentos da curva ETTJ, podem-se utilizar os componentes de forma a imunizar uma carteira de ativos contra os movimentos identificados.

A estratégia se baseia no raciocínio de que é possível, a partir da variação do valor a mercado de uma carteira, causado pelo movimento de cada um dos três componentes, encontrar instrumentos (no caso três vencimentos de DI) que tenham seu valor de mercado alterados na mesma proporção, e assim quantificar esses instrumentos de forma a neutralizar os choques causados pelos movimentos da ETTJ.

As carteiras a serem analisadas neste trabalho foram construídas com datas aleatórias, e denominadas de originais (hipotéticas), sendo definido que as mesmas possuem ativos com

valores futuros fixos (ativos prefixados) de forma a simular um portfólio de um banco ou de um fundo que está exposto a taxas de juros. Desta forma, as carteiras do tipo *bullet*, *barbell* e *ladder* foram criadas inicialmente na data 01/03/2013, e assumem os fluxos de caixa descritos na Tabela 18, a seguir.

Tabela 17 - Carteiras originais (hipotéticas) a serem imunizadas

Vencimentos	Bullet	Barbell	Ladder
14/05/2013	R\$ 100.000,00	R\$ 100.000,00	R\$ 100.000,00
25/06/2013	R\$ 100.000,00	R\$ 100.000,00	R\$ 100.000,00
29/07/2013	R\$ 100.000,00	R\$ 1.000.000,00	R\$ 100.000,00
13/08/2013	R\$ 100.000,00	R\$ 100.000,00	R\$ 100.000,00
27/09/2013	R\$ 100.000,00	R\$ 100.000,00	R\$ 100.000,00
22/10/2013	R\$ 100.000,00	R\$ 1.000.000,00	R\$ 100.000,00
25/11/2013	R\$ 100.000,00	R\$ 100.000,00	R\$ 100.000,00
06/12/2013	R\$ 1.100.000,00	R\$ 100.000,00	R\$ 100.000,00
Total	R\$ 1.800.000,00	R\$ 2.600.000,00	R\$ 800.000,00

Fonte: Elaboração própria

Seguindo Furcolin (2010), foram escolhidos três vencimentos de futuro DI. Os vencimentos optados foram: 01/07/2013, 01/10/2013 e 01/01/2014. A opção de contratos mais curtos de futuro DI tem por finalidade manter a análise no intervalo da curva em que foi identificado o período de maior variabilidade da curva, ETTJ de um ano.

Uma vez que o risco de taxas nas aplicações de ativos prefixados são os movimentos de alta de juros, o investidor deve iniciar o *hedge* em uma posição comprada de taxa (ou venda de PU). Esta relação, assim como a relação que deve ser estabelecida no caso de risco de queda futura da taxa estão resumidas na Tabela 18.

Tabela 18 – Resumo das relações compradas e vendidas

Negociação de taxa de juros	Posição comprada em taxa e vendida em PU	Posição vendida em taxa e comprada em PU
Taxa sobe (+)	Ajuste positivo	Ajuste negativo
Taxa cai (-)	Ajuste negativo	Ajuste positivo
Aumento da taxa de juros	=>	Compra Taxa (Vende PU)
Queda da taxa de juros	=>	Vende Taxa (Compra PU)

Fonte: Elaboração própria

4.6. Imunização por ACP

A imunização da carteira será realizada inicialmente pelo cálculo das variações na curva de juros para choques em cada um dos componentes principais. Segundo Varga e Valli (2001), é possível obter as variações normalizadas nas taxas como resposta à variação de um desvio-padrão nos componentes, seguindo a equação 45. Os resultados estão resumidos na Tabela 19.

$$D = A \times \Lambda^{\frac{1}{2}} \quad (45)$$

Onde:

D = representa a matriz de variação nas taxas normalizadas para um desvio-padrão;

A = matriz de autovalores;

Λ = matriz diagonalizada dos autovalores.

Tabela 19 – Tabela de variações nas taxas normalizadas nos três primeiros componentes - Matriz D

	0a3m	0a6m	0a9m	1a0m	1a3m	1a6m	1a9m	2a0m	2a3m	2a6m	2a9m	3a0m
PC1	-0,6807	-0,8791	-0,9241	-0,9583	-0,9803	-0,9863	-0,9862	-0,9785	-0,9639	-0,9461	-0,9268	-0,9018
PC2	-0,6251	-0,4464	-0,3367	-0,2249	-0,0944	0,0134	0,1012	0,1658	0,2360	0,2967	0,3381	0,3774
PC3	-0,3750	0,0536	0,1333	0,1440	0,1287	0,1151	0,0610	0,0118	-0,0442	-0,0839	-0,1208	-0,1446

Fonte: Elaboração própria

Como os valores encontrados na Tabela 19 estão normalizados, devemos encontrar as variações absolutas (“brutas”, não normalizadas), ou seja, é preciso ainda multiplicar cada

componente pelos respectivos desvios-padrão, e soma-los às suas respectivas médias (ver Tabela 20).

Tabela 20 – Tabela de variações absolutas dos três primeiros componentes

	0a3m	0a6m	0a9m	1a0m	1a3m	1a6m	1a9m	2a0m	2a3m	2a6m	2a9m	3a0m
PC1	-0,033%	-0,052%	-0,062%	-0,070%	-0,077%	-0,082%	-0,085%	-0,086%	-0,087%	-0,087%	-0,086%	-0,085%
PC2	-0,032%	-0,032%	-0,030%	-0,025%	-0,017%	-0,009%	-0,002%	0,003%	0,010%	0,015%	0,019%	0,023%
PC3	-0,024%	-0,010%	-0,004%	-0,002%	-0,002%	-0,002%	-0,005%	-0,009%	-0,013%	-0,016%	-0,019%	-0,021%

Fonte: Elaboração própria

Com o objetivo de evitar a solução do modelo para todas as maturidades (vértices) possíveis, Barcinski (2000) sugere que seja realizada uma aproximação dos resultados através de uma aproximação linear²⁵.

Tabela 21 - Desvios no primeiro componente (CP1) para uma variação de 1 desvio-padrão

Datas	Carteira Original						Carteira DI				
	14/05/13	25/06/13	29/07/13	13/08/13	27/09/13	22/10/13	25/11/13	06/12/13	01/07/13	01/10/13	02/01/14
14/12/12	-0,044%	-0,052%	-0,056%	-0,058%	-0,064%	-0,066%	-0,069%	-0,070%	-0,053%	-0,064%	-0,072%
17/12/12	-0,044%	-0,052%	-0,056%	-0,058%	-0,063%	-0,066%	-0,068%	-0,070%	-0,053%	-0,064%	-0,071%
18/12/12	-0,044%	-0,052%	-0,056%	-0,058%	-0,063%	-0,065%	-0,068%	-0,069%	-0,053%	-0,064%	-0,071%
....
26/04/13	-0,018%	-0,026%	-0,033%	-0,037%	-0,046%	-0,051%	-0,055%	-0,057%	-0,028%	-0,047%	-0,060%
29/04/13	-0,018%	-0,026%	-0,033%	-0,036%	-0,046%	-0,051%	-0,055%	-0,057%	-0,027%	-0,047%	-0,060%
30/04/13	-0,017%	-0,026%	-0,033%	-0,036%	-0,046%	-0,051%	-0,055%	-0,057%	-0,027%	-0,046%	-0,059%

Fonte: Elaboração própria

Tabela 22 - Desvios no primeiro componente (CP2) para uma variação de 1 desvio-padrão

Datas	Carteira Original						Carteira DI				
	14/05/13	25/06/13	29/07/13	13/08/13	27/09/13	22/10/13	25/11/13	06/12/13	01/07/13	01/10/13	02/01/14
14/12/12	-0,032%	-0,032%	-0,031%	-0,031%	-0,029%	-0,028%	-0,026%	-0,025%	-0,032%	-0,029%	-0,023%
17/12/12	-0,032%	-0,032%	-0,031%	-0,031%	-0,029%	-0,028%	-0,026%	-0,025%	-0,032%	-0,029%	-0,023%
18/12/12	-0,032%	-0,032%	-0,031%	-0,031%	-0,029%	-0,028%	-0,026%	-0,025%	-0,032%	-0,029%	-0,023%
....
26/04/13	-0,031%	-0,031%	-0,032%	-0,032%	-0,032%	-0,032%	-0,031%	-0,031%	-0,031%	-0,032%	-0,030%
29/04/13	-0,031%	-0,031%	-0,032%	-0,032%	-0,032%	-0,032%	-0,031%	-0,031%	-0,031%	-0,032%	-0,030%
30/04/13	-0,031%	-0,031%	-0,032%	-0,032%	-0,032%	-0,032%	-0,031%	-0,031%	-0,031%	-0,032%	-0,030%

Fonte: Elaboração própria

²⁵ Por exemplo, veja que, de acordo com a tabela 21 entre o dia 14/12/2012 e 14/05/2013 temos 101 dias úteis, e que na tabela 20 não temos calculado o PC1 para 101 dias úteis. Assim, aproximamos linearmente esse PC1 de 101 dias úteis com o PC1 de 63 e 126 dias úteis.

Tabela 23 - Desvios no primeiro componente (CP3) para uma variação de 1 desvio-padrão

Datas	Carteira Original						Carteira DI				
	14/05/13	25/06/13	29/07/13	13/08/13	27/09/13	22/10/13	25/11/13	06/12/13	01/07/13	01/10/13	02/01/14
14/12/12	-0,016%	-0,009%	-0,007%	-0,006%	-0,003%	-0,003%	-0,002%	-0,002%	-0,009%	-0,003%	-0,002%
17/12/12	-0,016%	-0,009%	-0,007%	-0,006%	-0,003%	-0,003%	-0,002%	-0,002%	-0,009%	-0,003%	-0,002%
18/12/12	-0,016%	-0,009%	-0,007%	-0,006%	-0,003%	-0,003%	-0,002%	-0,002%	-0,009%	-0,003%	-0,002%
....
26/04/13	-0,037%	-0,030%	-0,024%	-0,022%	-0,014%	-0,010%	-0,008%	-0,007%	-0,029%	-0,013%	-0,005%
29/04/13	-0,037%	-0,030%	-0,024%	-0,022%	-0,014%	-0,010%	-0,008%	-0,007%	-0,029%	-0,014%	-0,005%
30/04/13	-0,037%	-0,030%	-0,025%	-0,022%	-0,014%	-0,010%	-0,008%	-0,007%	-0,029%	-0,014%	-0,005%

Fonte: Elaboração própria

Barcinski (2000) utiliza esses desvios nos componentes (variações nas taxas decorrentes de um desvio-padrão em determinado componente) para calcular as variações no valor das carteiras decorrentes das movimentações de deslocamentos paralelos, de inclinação e de curvatura. Para realização de tal cálculo é necessário derivar o valor de cada instrumento em relação à taxa de juros:

$$VP = \frac{VF}{(1+r_x)^{\frac{x}{252}}} \quad (46)$$

Sendo:

VP = valor presente do título;

VF = valor futuro do título;

r_x = taxa de juros associada à maturidade x ;

x = maturidade do título (em dias úteis).

$$dVP = - \frac{x \cdot VP}{252(1+r_x)} dr_x \quad (47)$$

Exemplo: em 14/12/2012, um título com valor futuro de R\$ 100.000,00, com vencimento em 14/05/2013 (101 dias úteis), e taxa de juros para 101 dias úteis de 7,044%, possui o valor presente de R\$ 97.308,69. Um choque negativo de um desvio-padrão no primeiro componente

(CP1) em 14/12/2012 (veja primeiro elemento da matriz apresentada na Tabela 21), eleva o valor da carteira em R\$ 16,13.

$$dVP = - \frac{101 \times 97.308,69}{252 \times (1+0,07044)} \times (-0,044\%) = 16,13$$

As tabelas 24 a 26 mostram os resultados dos cálculos realizados diariamente para determinar as variações no valor da carteira diante de variações em cada um dos componentes principais analisados, respectivamente.

Tabela 24 - Variação no valor da carteira decorrente do primeiro componente

Datas	Carteira Original <i>Bullet</i>							Carteira DI			
	CP1	14/05/13	25/06/13	29/07/13	13/08/13	27/09/13	22/10/13	25/11/13	06/12/13	01/07/13	01/10/13
14/12/12	16,13	24,33	30,89	34,10	44,20	49,36	56,66	655,72	25,38	44,79	65,18
17/12/12	15,87	24,07	30,61	33,81	43,91	49,05	56,34	652,19	25,12	44,50	64,86
18/12/12	15,62	23,82	30,33	33,51	43,62	48,75	56,02	648,58	24,86	44,21	64,53
....
26/04/13	0,73	3,86	7,75	9,92	17,84	22,74	28,84	344,86	4,43	18,39	36,32
29/04/13	0,65	3,72	7,57	9,71	17,58	22,44	28,57	341,78	4,28	18,12	36,03
30/04/13	0,58	3,59	7,38	9,51	17,31	22,14	28,29	338,63	4,14	17,85	35,72

Fonte: Elaboração própria

Tabela 25 - Variação no valor da carteira decorrente do segundo componente

Datas	Carteira Original <i>Bullet</i>							Carteira DI			
	CP2	14/05/13	25/06/13	29/07/13	13/08/13	27/09/13	22/10/13	25/11/13	06/12/13	01/07/13	01/10/13
14/12/12	11,63	14,88	17,03	17,95	20,21	20,78	21,27	235,18	15,25	20,29	21,01
17/12/12	11,51	14,79	16,95	17,87	20,18	20,75	21,26	235,11	15,16	20,25	21,05
18/12/12	11,40	14,70	16,86	17,79	20,14	20,73	21,25	235,00	15,07	20,22	21,09
....
26/04/13	1,26	4,58	7,32	8,57	12,31	14,24	16,31	187,74	5,04	12,54	18,43
29/04/13	1,15	4,47	7,21	8,46	12,20	14,13	16,23	186,85	4,93	12,43	18,35
30/04/13	1,03	4,36	7,09	8,34	12,09	14,01	16,14	185,91	4,81	12,32	18,27

Fonte: Elaboração própria

Tabela 26 - Variação no valor da carteira decorrente do terceiro componente

Datas	Carteira Original <i>Bullet</i>							Carteira DI				
	CP3	14/05/13	25/06/13	29/07/13	13/08/13	27/09/13	22/10/13	25/11/13	06/12/13	01/07/13	01/10/13	02/01/14
14/12/12	5,66	4,31	3,83	3,49	2,37	2,13	1,70	16,45	4,26	2,35	1,43	
17/12/12	5,69	4,32	3,86	3,53	2,38	2,15	1,72	16,71	4,27	2,36	1,43	
18/12/12	5,72	4,33	3,89	3,56	2,40	2,16	1,74	16,97	4,28	2,37	1,42	
....	
26/04/13	1,49	4,37	5,62	5,86	5,35	4,37	3,94	40,72	4,65	5,26	3,11	
29/04/13	1,37	4,30	5,59	5,85	5,39	4,44	3,96	41,05	4,58	5,30	3,15	
30/04/13	1,24	4,22	5,56	5,83	5,43	4,51	3,99	41,35	4,52	5,35	3,19	

Fonte: Elaboração própria

Como se deseja neutralizar os valores decorrentes de cada movimentação identificada deve-se então quantificar o número de contratos de futuro de DI que devem ser comprados/vendidos para neutralizar a posição da carteira contra os movimentos identificados. A equação a seguir (48) sintetiza, na forma matricial, o problema apresentado, estabelecendo a quantidade de contratos futuro de DI.

- $\Delta VMF_{\text{mês } i/\text{XX } CPj}$: variação a valor de mercado do contrato futuro do mês i do ano XX resultante do choque no componente j ;
- $QF_{\text{mês } i/\text{XX}}$: quantidade de contratos futuro do mês i do ano XX ;
- ΔVMC_{CPj} : variação a valor de mercado da carteira de ativos prefixados da carteira original, resultantes do choque no componente j .

$$\begin{bmatrix} \Delta VMF_{\text{jul}/13.CP1} & \Delta VMF_{\text{out}/13.CP1} & \Delta VMF_{\text{jan}/14.CP1} \\ \Delta VMF_{\text{jul}/13.CP2} & \Delta VMF_{\text{out}/13.CP2} & \Delta VMF_{\text{jan}/14.CP2} \\ \Delta VMF_{\text{jul}/13.CP3} & \Delta VMF_{\text{out}/13.CP3} & \Delta VMF_{\text{jan}/14.CP3} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} QF_{\text{jul}/13} \\ QF_{\text{out}/13} \\ QF_{\text{jan}/14} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta VMC_{CP1} \\ \Delta VMC_{CP2} \\ \Delta VMC_{CP3} \end{bmatrix} \quad (48)$$

A continuação do exemplo anterior ajuda a compreender de uma melhor maneira a aplicação do método. Para o dia 14/12/2012, para a carteira *bullet*, obtém-se o seguinte resultado:

$$\begin{bmatrix} 25,38 & 44,79 & 65,18 \\ 15,25 & 20,29 & 21,01 \\ 4,26 & 2,35 & 1,43 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} QF_{jul/13} \\ QF_{out/13} \\ QF_{jan/14} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 911,38 \\ 358,93 \\ 39,95 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} QF_{jul/13} \\ QF_{out/13} \\ QF_{jan/14} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 \\ 8 \\ 7 \end{bmatrix}$$

As quantidades de contratos futuros de DI foram arredondadas para números inteiros, uma vez que, neste mercado não é permitido trabalhar com quantidades fracionárias destes contratos. O mesmo procedimento será realizado para os demais modelos (01 e 02). Desta forma, utilizando-se os valores dos componentes calculados para os demais períodos, as carteiras originais serão imunizadas no período compreendido entre 01/03/2013 a 30/04/2013. Assim será possível comparar os resultados do modelo proposto com os dados históricos.

4.7. Análise dos resultados dos modelos

Os resultados dos modelos, observando-se as quantidades de contratos futuro de DI (Tabela A.7 até Tabela A.12, do anexo) necessários para imunizar as carteiras, não apresentaram grandes alterações entre os componentes calculados, com os dados mais recentes em relação aos mais antigos. Assim, de forma geral, as carteiras de contrato futuro de DI convergem para as mesmas quantidades ao longo do tempo. As diferenças entre as quantidades calculadas pelo modelo curto e longo também foram pequenas, porém, ainda assim, foram analisadas as interferências que essas diferenças produziram nos valores das carteiras.

O resultado diário de uma carteira foi assumido como sendo a diferença entre seu valor na data, marcado a mercado, e o valor do dia anterior corrigido pela taxa DI *over* de um dia. Nesta abordagem, a carteira foi reajustada diariamente. Foi assumido que os custos de transação para esta mudança de posição sejam desprezíveis.

Os resultados diários das carteiras foram somados, sendo a sua soma apresentada através do saldo de ajustes diários acumulados do dia 30/04/2014. Para uma melhor avaliação desse índice foram calculadas também as médias do saldo de ajustes diários acumulados e o seu desvio padrão no período.

Não obstante, outros indicadores também foram calculados para uma melhor avaliação dos resultados das carteiras: a média da *yield to maturity* (YtM) e o seu desvio padrão, a rentabilidade da carteira no período e o seu desvio padrão (DP). Por fim, o valor em risco da carteira (*VaR* histórico para um dia com 95% de confiança) também foi apresentado. Os resultados estão sumarizados nas tabelas 27 e 28.

Tabela 27 – Resultados da imunização da carteira modelo curto

Tipo de carteira	Medidas	Modelo Curto			
		s/ hedge	12	01	02
Bullet	Média YtM	7,656%	7,654%	7,654%	7,655%
	DP YtM	0,181%	0,138%	0,138%	0,138%
	Rentabilidade	1,037%	1,031%	1,030%	1,030%
	DP Rentabilidade	0,105%	0,050%	0,050%	0,051%
	Saldo de ajustes diários acumulados	-R\$ 1.082,36	-R\$ 269,16	-R\$ 265,19	-R\$ 323,40
	Média do Saldo de ajustes diários acumulados	-R\$ 26,40	-R\$ 6,56	-R\$ 6,47	-R\$ 7,89
	DP do Saldo de ajustes diários acumulados	R\$ 789,43	R\$ 64,29	R\$ 63,45	R\$ 67,33
	Var (5%)	-R\$ 3.174,61	-R\$ 1.109,36	-R\$ 1.088,89	-R\$ 1.142,95
	Média YtM	7,483%	7,481%	7,481%	7,481%
	DP YtM	0,177%	0,139%	0,139%	0,139%
Barbell	Rentabilidade	1,057%	1,053%	1,053%	1,053%
	DP Rentabilidade	0,073%	0,035%	0,035%	0,035%
	Saldo de ajustes diários acumulados	-R\$ 895,58	-R\$ 18,71	-R\$ 2,84	-R\$ 23,54
	Média do Saldo de ajustes diários acumulados	-R\$ 21,84	-R\$ 0,46	-R\$ 0,07	-R\$ 0,57
	DP do Saldo de ajustes diários acumulados	R\$ 805,86	R\$ 76,92	R\$ 78,00	R\$ 78,58
	Var (5%)	-R\$ 2.965,95	-R\$ 774,68	-R\$ 796,39	-R\$ 796,39
	Média YtM	7,500%	7,499%	7,499%	7,499%
DP YtM	0,176%	0,141%	0,141%	0,141%	
Ladder	Rentabilidade	1,056%	1,054%	1,054%	1,054%
	DP Rentabilidade	0,072%	0,040%	0,039%	0,039%
	Saldo de ajustes diários acumulados	-R\$ 290,16	-R\$ 87,06	-R\$ 80,62	-R\$ 115,06
	Média do Saldo de ajustes diários acumulados	-R\$ 7,08	-R\$ 2,12	-R\$ 1,97	-R\$ 2,81
	DP do Saldo de ajustes diários acumulados	R\$ 242,95	R\$ 52,31	R\$ 52,31	R\$ 52,28
	Var (5%)	-R\$ 896,66	-R\$ 269,37	-R\$ 269,37	-R\$ 269,37

Fonte: Resultados do trabalho.

Tabela 28 – Resultados da imunização da carteira modelo longo

Tipo de carteira	Medidas	Modelo Longo			
		s/ hedge	12	01	02
Bullet	Média YtM	7,656%	7,654%	7,654%	7,654%
	DP YtM	0,181%	0,136%	0,136%	0,136%
	Rentabilidade	1,037%	1,031%	1,031%	1,031%
	DP Rentabilidade	0,105%	0,047%	0,047%	0,047%
	Saldo de ajustes diários acumulados	-R\$ 1.082,36	-R\$ 51,96	R\$ 20,99	R\$ 14,29
	Média do Saldo de ajustes diários acumulados	-R\$ 26,40	-R\$ 1,27	R\$ 0,51	R\$ 0,35
	DP do Saldo de ajustes diários acumulados	R\$ 789,43	R\$ 39,48	R\$ 30,86	R\$ 37,70
	Var (5%)	-R\$ 3.174,61	-R\$ 1.070,01	-R\$ 1.030,65	-R\$ 1.070,01
	Média YtM	7,483%	7,481%	7,481%	7,481%
	DP YtM	0,177%	0,138%	0,138%	0,138%
Barbell	Rentabilidade	1,057%	1,053%	1,053%	1,053%
	DP Rentabilidade	0,073%	0,033%	0,033%	0,033%
	Saldo de ajustes diários acumulados	-R\$ 895,58	R\$ 88,06	-R\$ 4,18	-R\$ 16,71
	Média do Saldo de ajustes diários acumulados	-R\$ 21,84	R\$ 2,15	-R\$ 0,10	-R\$ 0,41
	DP do Saldo de ajustes diários acumulados	R\$ 805,86	R\$ 49,61	R\$ 50,53	R\$ 50,43
	Var (5%)	-R\$ 2.965,95	-R\$ 727,89	-R\$ 742,46	-R\$ 727,89
	Média YtM	7,500%	7,499%	7,499%	7,499%
	DP YtM	0,176%	0,139%	0,139%	0,139%
	Rentabilidade	1,056%	1,053%	1,053%	1,053%
	DP Rentabilidade	0,072%	0,033%	0,033%	0,033%
Ladder	Saldo de ajustes diários acumulados	-R\$ 290,16	-R\$ 149,31	-R\$ 141,91	-R\$ 149,31
	Média do Saldo de ajustes diários acumulados	-R\$ 7,08	-R\$ 3,64	-R\$ 3,46	-R\$ 3,64
	DP do Saldo de ajustes diários acumulados	R\$ 242,95	R\$ 17,11	R\$ 17,76	R\$ 17,11
	Var (5%)	-R\$ 896,66	-R\$ 217,65	-R\$ 217,65	-R\$ 217,65

Fonte: Resultados do trabalho.

Os resultados das carteiras dos diferentes períodos (12, 01 e 02), assim como dos modelos longo e curto, de modo geral, não apresentaram grandes diferenciações nos resultados.

Quando a YtM dos modelos foram comparadas, os resultados encontrados foram similares, com diferenciação máxima de 0,001%. O desvio-padrão da YtM não variou entre as carteiras imunizadas (*Bullet*, *Barbell* e *Ladder*) pelos diferentes períodos (12, 01 e 02) e modelos. Este resultado reflete a convergência das quantidades de contratos futuros de DI utilizados na imunização. Nesse ponto, é interessante ressaltar que um dos objetivos da imunização foi alcançado, os desvios padrão da YtM foram menores nas carteiras imunizadas em comparação à carteira sem *hedge*, para um mesmo patamar médio de YtM. O que mostra que a imunização possibilita a redução do risco de taxa de juros.

No segundo quesito, rentabilidade, as carteiras imunizadas pelos diferentes modelos (12, 01 e 02) e períodos também não apresentaram resultados distintos, alcançando a mesma rentabilidade no período analisado. Nesse mesmo intervalo a carteira sem *hedge* alcançou uma rentabilidade um pouco superior, no entanto, a mesma apresentou o dobro do risco (desvio-padrão) apresentado pelas carteiras imunizadas.

No terceiro item analisado, os saldos de margem de garantia das carteiras apresentaram resultados bem diversificados, não sendo possível apontar uma estratégia com melhor desempenho. Contudo, as carteiras imunizadas apresentaram valores menores, médias menores e desvios-padrão de saldo de ajustes diários acumulados menores. É interessante notar que em relação aos desvios-padrão, a estratégia de vértices mais longos (modelo longo) apresentou valores menores que os da estratégia com vértices mais curtos (modelo curto), nos três tipos de carteira.

Os valores em risco (VaR) das carteiras para um dia e 95% de confiança foram calculados, e as carteiras que foram imunizadas, independente dos modelos e dos períodos analisados,

apresentaram melhores resultados do que a carteira não imunizada, com perdas esperadas até quatro vezes menores.

Nos resultados gerais das carteiras imunizadas por componentes calculados em diferentes períodos da ETTJ não apresentam resultados muito discrepantes, levando em consideração as medidas de avaliação utilizadas. Mesmo os componentes calculados somente com os dados do período decrescente e *flat* se mostraram consistentes, de forma que seus resultados se assemelharam aos dos componentes calculados com os dados mais atualizados.

Os resultados obtidos com o cálculo dos componentes principais, nos diferentes intervalos de tempo, revelaram uma mudança de sinal no primeiro componente entre o modelo longo 12 e o modelo longo 01 (Tabelas A.1 a A.6, do anexo). A questão da mudança de sinal dos componentes pode ser compreendida pelo fato de que a matriz de componente principal ser uma matriz ortogonal²⁶ e não possui implicações práticas para o modelo apresentado.

Os resultados calculados para os autovetores e autovalores também mostram que eles pouco se alteram, mesmo quando calculados sobre diferentes intervalos de tempo (intervalo 12, 01 e 02). De acordo com o modelo proposto, para o cálculo das quantidades de futuro DI, as raízes quadrada dos autovalores são multiplicada pelos três primeiros autovetores para o cálculo dos efeitos de um choque em um desvio padrão nos componentes. Como os valores calculados para os componentes pouco variaram no intervalo estudado, entende-se a razão dos resultados das quantidades de contratos futuros de DI convergirem para o mesmo número no período analisado.

A partir dos resultados obtidos pode-se concluir que a análise de componente principal, do modo como proposto, comporta-se como um modelo estático. Os autovalores e autovetores

²⁶ Segundo Boldrini e Figueiredo (1980), uma matriz A é dita ortogonal se $A.A' = A'.A = I$, e se e somente se suas colunas (ou as linhas) são vetores ortonormais. Desta forma, mesmo que se o primeiro componente for multiplicado por -1, a propriedade da matriz ortogonal não se altera e o vetor continua a ser ortonormal. Por fim, a própria construção da análise de componentes principais estabelece que os vetores sejam ortogonais.

forneem explicações relacionadas ao comportamento que a estrutura a termo apresentou no período analisado. Dessa forma, caso se suponha que esse comportamento não se altere em um prazo muito curto (como no período de um dia), o modelo proposto pode ser eficiente no processo de imunização de carteiras.

Porém, essa relação pode se alterar ao longo do tempo. No intervalo calculado por Furcolin (2010), por exemplo, os componentes apresentaram resultados distintos dos calculados neste trabalho. Assim, a dinâmica pode ser imposta ao modelo com o cálculo dos componentes ao longo do tempo, pois essa relação, embora estável, pode se alterar.

A inclusão da faixa crescente da ETTJ não alterou de uma forma significativa a direção dos componentes. Uma vez que o cálculo dos componentes se fundamenta em uma matriz de variância-covariância (ou da matriz de correlação) calculada para um determinado intervalo de tempo, o peso histórico do período inicial (período decrescente e *flat*) parece ter sido superior ao intervalo de tempo que apresenta tendência crescente da estrutura a termo.

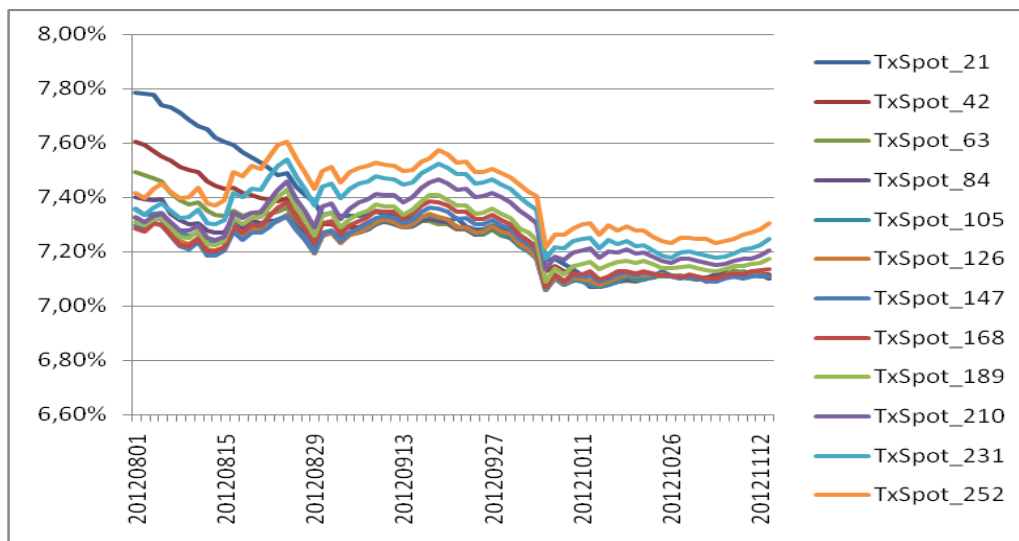
A tabela 5 mostra que os modelos 12 e 02 têm em comum, nas suas bases de dados, 11 meses em um total de 13 que foram utilizados no cálculo de suas matrizes de variância-covariância, ou seja, eles compartilham um intervalo de tempo relativamente grande. Assim posto, os componentes não sofrem um ajuste muito significativo.

De forma a ponderar os intervalos, foram calculados novos componentes de forma a atenuar esse “peso” do histórico anterior. Os intervalos de tempo foram então reduzidos de forma a contrabalancear os pesos. Foram computados os componentes no intervalo de quatro meses (Intervalo 1: 01/08/2012 a 13/12/2012 e, Intervalo 2: 01/11/2012 a 28/02/2013) para que os pesos (no Intervalo 2) dos períodos crescente (01/2013 a 02/2013) e *flat* (11/2012 a 12/2012) sejam próximos. As Figuras 14 e 15, a seguir, mostram as estruturas a termo da taxa de juros para os novos intervalos.

Figura 14 – Intervalo 1 estrutura a termo de taxa de juros de 01/08/2012 a 13/12/2012

(72

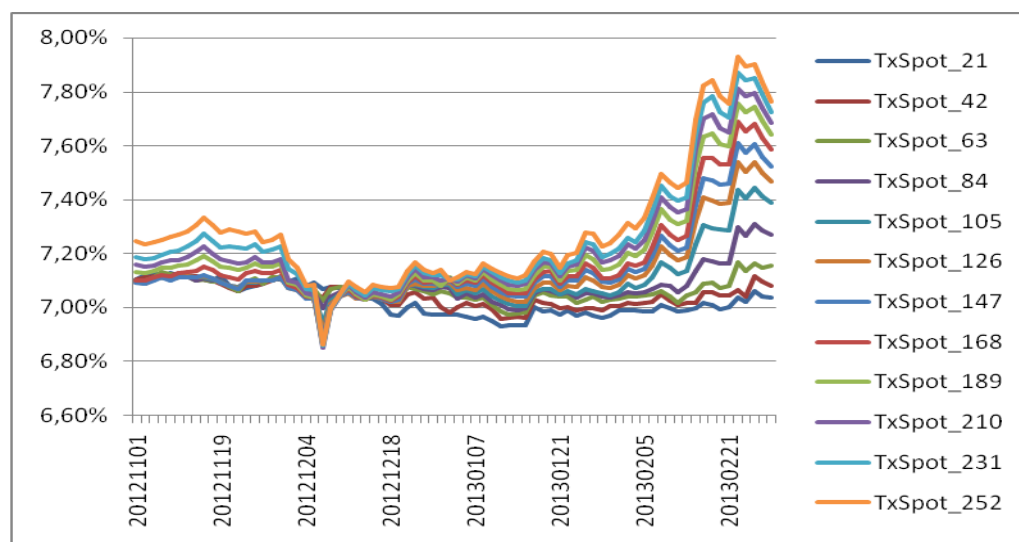
observações)



Fonte: Elaboração própria

Figura 15 – Intervalo 2 estrutura a termo de taxa de juros de 01/11/2012 a 28/02/2013

(76 observações)



Fonte: Elaboração própria

As Tabelas 29 e 30 apresentam os resultados dos cálculos dos autovalores e autovetores, a partir das matrizes de correlação dos novos intervalos criados.

Tabela 29 – Autovalores e autovetores do Intervalo 01

Intervalo 01												
Autovalores	10,198	1,190	0,296	0,118	0,104	0,056	0,021	0,012	0,003	0,001	0,001	0,000
%	84,98%	9,91%	2,47%	0,98%	0,87%	0,46%	0,17%	0,10%	0,02%	0,01%	0,01%	0,00%
Acum.	84,98%	94,90%	97,36%	98,35%	99,21%	99,68%	99,85%	99,95%	99,98%	99,99%	100,00%	100,00%
Autovetores	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10	PC11	PC12
0a1m	-0,135	0,792	0,399	0,391	0,185	-0,078	-0,036	-0,021	-0,019	-0,001	-0,002	0,005
0a2m	-0,260	0,443	-0,102	-0,549	-0,526	0,353	0,065	0,131	0,029	0,003	0,005	-0,008
0a3m	-0,293	0,178	-0,354	-0,397	0,280	-0,631	-0,319	-0,139	0,003	-0,016	-0,019	0,026
0a4m	-0,299	0,060	-0,398	0,063	0,478	0,169	0,609	0,315	-0,016	0,116	0,046	-0,040
0a5m	-0,305	-0,019	-0,298	0,234	0,125	0,459	-0,263	-0,438	0,244	-0,455	-0,081	0,064
0a6m	-0,307	-0,070	-0,206	0,308	-0,164	0,130	-0,334	-0,073	-0,206	0,719	-0,032	-0,206
0a7m	-0,307	-0,105	-0,104	0,303	-0,289	-0,167	-0,111	0,392	-0,426	-0,360	0,298	0,339
0a8m	-0,306	-0,121	0,048	0,222	-0,320	-0,321	0,172	0,189	0,349	-0,162	-0,552	-0,340
0a9m	-0,307	-0,127	0,179	0,048	-0,184	-0,186	0,297	-0,320	0,458	0,250	0,395	0,409
0a10m	-0,305	-0,140	0,284	-0,133	0,000	-0,040	0,272	-0,429	-0,462	-0,181	0,197	-0,494
0a11m	-0,299	-0,180	0,368	-0,205	0,200	0,139	-0,004	-0,022	-0,268	0,105	-0,558	0,497
1a0m	-0,295	-0,205	0,392	-0,177	0,282	0,169	-0,371	0,437	0,312	-0,021	0,300	-0,249

Fonte: Elaboração própria

Tabela 30 – Autovalores e autovetores do Intervalo 02

Intervalo 02												
Autovalores	9,827	1,282	0,404	0,264	0,119	0,067	0,026	0,007	0,002	0,000	0,000	0,000
%	81,90%	10,68%	3,37%	2,20%	0,99%	0,56%	0,22%	0,06%	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%
Acum.	81,90%	92,58%	95,95%	98,14%	99,14%	99,70%	99,92%	99,97%	99,99%	99,99%	100,00%	100,00%
Autovetores	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10	PC11	PC12
0a1m	-0,205	0,564	0,288	-0,744	0,028	0,038	-0,028	-0,015	0,005	-0,001	0,002	0,004
0a2m	-0,212	0,521	0,494	0,634	-0,175	-0,080	0,016	-0,001	-0,011	0,003	0,003	0,004
0a3m	-0,258	0,376	-0,491	0,202	0,685	0,192	-0,024	0,050	0,032	-0,006	-0,007	-0,001
0a4m	-0,289	0,173	-0,496	-0,034	-0,356	-0,571	0,365	-0,211	-0,094	0,014	0,013	0,001
0a5m	-0,311	0,008	-0,235	-0,006	-0,379	0,052	-0,420	0,586	0,348	-0,120	-0,106	-0,186
0a6m	-0,315	-0,070	-0,117	0,011	-0,222	0,270	-0,370	-0,121	-0,430	0,213	0,297	0,539
0a7m	-0,314	-0,113	-0,019	0,014	-0,149	0,399	-0,037	-0,458	-0,149	0,142	-0,285	-0,610
0a8m	-0,312	-0,160	0,061	0,000	-0,063	0,297	0,293	-0,236	0,352	-0,649	0,030	0,306
0a9m	-0,309	-0,194	0,128	-0,024	0,040	0,153	0,480	0,232	0,317	0,591	0,303	-0,004
0a10m	-0,306	-0,217	0,167	-0,034	0,150	-0,075	0,246	0,395	-0,464	-0,066	-0,582	0,164
0a11m	-0,303	-0,233	0,186	-0,026	0,237	-0,278	-0,103	0,101	-0,281	-0,322	0,574	-0,390
1a0m	-0,300	-0,238	0,184	-0,015	0,271	-0,448	-0,405	-0,329	0,379	0,202	-0,242	0,173

Fonte: Elaboração própria

Conforme o observado nas tabelas 29 e 30, quando a participação (peso) dos dados do intervalo crescente aumenta (metade das observações, ou dois meses) o segundo componente principal tem seu poder explanatório aumentado, entre o intervalo 01 para o intervalo 02. Conclui-se desta forma que uma mudança nos valores dos componentes em um curto prazo aconteceria nos seguintes casos: quando a participação da série de dados relacionada à mudança de inclinação da ETTJ é elevada, ou no caso em que ocorre um ajuste muito forte na ETTJ, de

forma que um conjunto pequeno de valores interfira nos cálculos da matriz variância e covariância de uma série mais longa.

Por fim, a utilização dos componentes do intervalo 02 (quatro meses) para a imunização das carteiras, não mostrou resultados superiores (ver Tabelas A.31 e A.32, do anexo) em relação às demais carteiras imunizadas (Período Longo e Período Curto). Este resultado sugere que, o cálculo desses componentes possui uma interferência muito grande da variação da ETTJ nesse intervalo em uma série muito curta. Esta situação pode resultar na obtenção de componentes cujos impactos de cada movimento (paralelismo, inclinação e curvatura) não sejam muitos precisos.

5. Conclusões

A análise de componentes principais mostrou-se uma ferramenta eficiente para a imunização de carteiras, principalmente na diminuição dos efeitos da volatilidade no portfólio de ativos de renda fixa.

Os efeitos de uma mudança de inclinação da curva de retornos no curto prazo não têm efeitos imediatos nos componentes, desde que o intervalo de dados da mudança de inclinação não tenha uma participação elevada no cálculo dos componentes principais. A mudança de inclinação da estrutura a termo de taxa de juros altera os componentes somente quando os dados da mudança de inclinação possuem uma participação maior na base de dados utilizada para o cálculo da matriz de variância covariância.

Os componentes, quando calculados com uma base de dados de intervalo de um ano, mostraram-se consistentes para a imunização, mesmo quando a estrutura a termo apresentou uma mudança de inclinação.

Ainda que os componentes não apresentem variações em seus valores entre o modelo atualizado (modelo 02) e o modelo “defasado” (modelo 12) em um curto intervalo de tempo, os componentes podem se alterar conforme se aumenta a defasagem, o que torna altamente recomendável o uso de componentes atualizados.

Embora a análise de componente principal seja um modelo estático, baseados em dados retroativos de uma determinada estrutura a termo, seus componentes mostraram-se boas fontes de informação para a análise das direções em que a estrutura a termo se movimenta. Os resultados apresentados nesse trabalho indicam que essas direções não se alteram em um prazo muito curto de tempo, mesmo em um movimento mais acentuado na inclinação da estrutura a termo.

A inclusão de restrições ao modelo como custos de transação nas mudanças de posição ou de regulamentações impostas a indústria de fundos servem de sugestões a trabalhos futuros.

Referências

ACIOLY, L.; CHERNAVSKY, E.; LEÃO, R. P. F. Crise internacional: medidas de políticas de países selecionados. **Boletim de Economia e Política Internacional**, Brasília, n. 1, p. 7-14, jan./mar. 2010.

ALEXANDER, C. **Modelos de mercado**: um guia para a análise de informações financeiras. São Paulo: Bolsa de Mercadorias & Futuros, 2005.

BANCO CENTRAL DO BRASIL (BACEN). Disponível em: <www.bcb.gov.br>. Acesso em: 01 dez. 2013.

BARBER, J. R.; COOPERS, M. L. Immunization using principal component analysis. **Journal of Portfolio Management**, New York, p. 99-105, 1996.

BARCINSKI, A. Estratégia de hedge usando um modelo multifatorial para as taxas de juros brasileiras. In: BONOMO, M. (Org.). **Finanças Aplicadas ao Brasil**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2004. cap. 17, p. 453-467.

BIERWAG, G. O. Immunization, duration, and the term structure of interest rates. **Journal of financial and quantitative analysis**, Seattle, p. 725-742, 1977.

BM&F BRASIL. Disponível em: <www.bmfbovespa.com.br>. Acesso em: 01 dez. 2013.

BM&F BRASIL. **Série Mercados Futuro DI**: Bolsa de Mercadorias & Futuros. Disponível em: <http://www.bmfbovespa.com.br/pt-br/a-bmfbovespa/download/series-mercados_futuro-de-di.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2013.

BOLDRINI, J. L. et al. **Álgebra linear**. 3. ed. rev. ampl. São Paulo: Harper & Row do Brasil, 1980.

BREALEY, R. A.; MYERS, S. C; ALLEN, F. **Princípios de finanças corporativas**. 10. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.

BRESSAN, A. A. et al. Modelagem da Estrutura a Termo de Juros de LTN's utilizando Análise de Componentes Principais. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA ASSOCIAÇÃO

NACIONAL DOS CENTROS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA ENCONTRO ANPEC, 37., 2007, Recife. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2007. p. 1-16.

CARVALHO, L. O.; MORAIS, J. F. M. O mercado de dívida pública no Brasil. In: Silva, C. et al. (Org). **Dívida pública: a experiência brasileira**. Brasília: Tesouro Nacional, 2009. parte 3, cap. 4, p. 359-382.

CETIP. Disponível em: <www.cetip.com.br>. Acesso em: 01 dez. 2013.

COCHRANE, J. H. **Asset pricing**. Rev. ed. New Jersey: Princeton University Press, 2005.

ENDERS, W. **Applied econometric time series**. 2nd. ed. New York: Wiley, 2004.

FABOZZI, F. J. **Mercado, análise e estratégias de bônus (títulos de renda fixa)**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2000.

FABOZZI, F. J. **Fixed income analysis**. 2. ed. [S.l.]: CFA Institute Investment Series, 2007.

FELDSTEIN, M. **When interest rates rise**: Project Syndicate. Cambridge: [S.n.], 2013. Disponível em: <www.nber.org/feldstein/index.html#papers>. Acesso em: 01 dez. 2013.

FIGUEIREDO, C. A. **Introdução aos derivativos**. 2. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005.

FISHER, L.; WEIL, R. L. Coping with the risk of interest rate fluctuations: return to bondholders from naïve and optimal strategies. **Journal of Business**, Chicago, p. 408-431, 1971.

FURCOLIN, F. A. **Imunização de carteiras de renda fixa utilizando a análise de componentes principais na estrutura a termo de taxa de juros brasileira**. 2010. 81 f. Monografia (Bacharelado em Administração de Empresa) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, 2010.

GLOBAL-RATES. Disponível em: <<http://pt.global-rates.com/>>. Acesso em: 01 dez. 2013.

GOLUB, B. W.; TILMAN L. M. Measuring yield curve risk using principal components analysis, value at risk, and key rate durations. **Journal of Portfolio Management**, New York, p. 72-84, 1997.

HO, T. S. Y. Key rate durations: measures of interest rate risks. **The Journal of Fixed Income**, New York, p. 29-44, 1992.

HOTELLING, H., Analysis of a complex of statistical variables with principal components. **Jornal of Education Psychology**, [S.l.], v. 27, p. 417-441, 1933.

HULL, J. C. **Fundamentos dos Mercados Futuros e de Opções**. 4. ed. rev. ampl. São Paulo: Bolsa de Mercadorias & Futuros, 2005.

JOHNSON & WICHERN. **Applied multivariate statistical analysis**. 5rd. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002.

JORION, P. **Value at risk**: a nova fonte de referência para gestão do risco financeiro. 2 ed. São Paulo: Bolsa de Mercadorias & Futuros, 2003.

KHANG, C. Bond immunization when short-term interest rates fluctuate more than long-term rates. **Journal of financial and quantitative analysis**, Seattle, p. 1085-1090, 1979.

KOJÓ, E. **Sistema de stress para análise de carteira com aplicação de análise de componente principal**. 2003. 50 f. Dissertação (Mestrado em Modelagem Matemática em Finanças) – Universidade de São Paulo, 2003.

LITTERMAN, R.; SCHEINKMAN, J. Common factors affecting bond returns. **Journal of Fixed Income**, New York, p. 54-61, 1991.

LITTERMAN, R.; SCHEINKMAN, J.; KNEZ, P. J. Explorations into factors explaining money market returns. **The Journal of Finance**, New York, v. 49, n. 5, p. 1861-1882, 1994.

LÜTKEPOHL, H.; KRÄTZIG, M. **Applied time series econometrics**. Cambridge: Cambridge University Press, 2004.

MACAULAY, F. **The movements of interest rates, bond yields and stock prices in the United States since 1856**. Cambridge: National Bureau of Economic Research, 1938.

MISHKIN, F. S. **Moedas, bancos e mercados financeiros**. 5. ed. [S.l.]: LTC, 2003.

PIAZZESI, M. Affine term structure models. In: AÏT-SAHALIA, Y.; HANSEN, P. L. **Handbook of financial econometrics**. North-Holland: Elsevier, 2010. v. 1, cap. 12, p. 692-758.

REDINGTON, F. M. Review of the principle of life office valuation. **Journal of the Institute of Actuaries**, London, p. 286-340, 1952.

ROSSI, J. W. **A estrutura a termo da taxa de juros: uma síntese**. Rio de Janeiro: IPEA, 1996. (Texto para Discussão, n. 447).

SECURATO, J. R. et al. **Cálculo financeiro de tesourarias: banco e empresas**. 4. ed. São Paulo: Saint Paul Institute of Finance, 2008.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Sistema Integrado de Bibliotecas da USP. **Diretrizes para apresentação de dissertações e teses da USP**: documento eletrônico e impresso Parte I (ABNT) / Sistema Integrado de Bibliotecas da USP. 2. ed. rev. ampl. São Paulo: Sistema Integrado de Bibliotecas da USP, 2009. (Cadernos de Estudos, 9).

VARGA, G.; VALLI, M. Movimentos da estrutura a termo da taxa de juros brasileira. In: BONOMO, M. (Org.). **Finanças aplicadas ao Brasil**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2004. cap.17, p. 453-467.

WEISKOPF, M. **Imunização de carteiras de renda fixa**. 2003. 100 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro, 2003.

Apêndice A

Tabela A.1- Autovalores e autovetores do intervalo 12 modelo longo

Modelo Longo 12												
Autovalores	10,369	1,201	0,260	0,068	0,033	0,019	0,014	0,010	0,008	0,007	0,005	0,004
%	86,41%	10,01%	2,17%	0,57%	0,27%	0,16%	0,12%	0,09%	0,07%	0,06%	0,04%	0,03%
Acum.	86,41%	96,42%	98,59%	99,16%	99,43%	99,59%	99,71%	99,80%	99,87%	99,93%	99,97%	100,00%
Autovetores	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10	PC11	PC12
0a3m	-0,211	-0,570	-0,735	-0,261	-0,125	0,003	0,035	-0,060	0,027	-0,004	0,007	-0,002
0a6m	-0,273	-0,407	0,105	0,444	0,479	0,204	-0,356	0,376	-0,090	0,068	0,019	0,005
0a9m	-0,287	-0,307	0,261	0,343	0,054	-0,128	0,363	-0,552	0,259	-0,302	-0,143	0,057
1a0m	-0,298	-0,205	0,282	0,046	-0,359	-0,291	0,235	0,082	-0,298	0,545	0,303	-0,186
1a3m	-0,304	-0,086	0,252	-0,191	-0,448	-0,094	-0,147	0,386	-0,122	-0,399	-0,440	0,225
1a6m	-0,306	0,012	0,226	-0,315	-0,125	0,192	-0,382	-0,078	0,531	-0,095	0,393	-0,326
1a9m	-0,306	0,092	0,120	-0,298	0,112	0,421	-0,043	-0,318	-0,131	0,363	-0,069	0,590
2a0m	-0,304	0,151	0,023	-0,297	0,325	0,248	0,313	-0,008	-0,363	-0,150	-0,227	-0,570
2a3m	-0,299	0,215	-0,087	-0,168	0,359	-0,349	0,347	0,346	0,147	-0,202	0,400	0,339
2a6m	-0,294	0,271	-0,165	0,015	0,176	-0,499	-0,275	-0,084	0,259	0,372	-0,479	-0,124
2a9m	-0,288	0,309	-0,237	0,273	-0,129	-0,128	-0,375	-0,327	-0,477	-0,305	0,300	0,018
3a0m	-0,280	0,344	-0,283	0,447	-0,335	0,431	0,286	0,232	0,269	0,109	-0,062	-0,029

Tabela A.2- Autovalores e autovetores do intervalo 12 modelo curto

Modelo Curto 12												
Autovalores	10,262	1,205	0,290	0,128	0,058	0,035	0,014	0,005	0,001	0,000	0,000	0,000
%	85,51%	10,04%	2,42%	1,07%	0,48%	0,29%	0,12%	0,05%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%
Acum.	85,51%	95,56%	97,97%	99,04%	99,52%	99,82%	99,94%	99,98%	99,99%	100,00%	100,00%	100,00%
Autovetores	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10	PC11	PC12
0a1m	-0,181	-0,660	0,666	-0,283	0,078	-0,040	0,010	0,001	0,000	-0,001	-0,001	-0,002
0a2m	-0,248	-0,486	-0,201	0,684	-0,384	0,212	-0,005	0,023	0,002	-0,001	0,003	0,001
0a3m	-0,278	-0,310	-0,472	0,016	0,542	-0,550	0,088	-0,015	-0,007	-0,007	-0,002	-0,004
0a4m	-0,297	-0,126	-0,357	-0,411	0,148	0,589	-0,429	0,191	-0,089	-0,033	-0,016	-0,008
0a5m	-0,308	0,012	-0,169	-0,299	-0,213	0,146	0,416	-0,523	0,424	0,267	0,142	0,046
0a6m	-0,308	0,087	-0,066	-0,220	-0,322	-0,090	0,375	0,047	-0,387	-0,519	-0,412	0,025
0a7m	-0,307	0,131	0,013	-0,130	-0,314	-0,248	0,042	0,429	-0,233	0,257	0,593	-0,233
0a8m	-0,306	0,161	0,083	-0,012	-0,201	-0,269	-0,292	0,274	0,305	0,335	-0,445	0,445
0a9m	-0,304	0,180	0,131	0,079	-0,060	-0,174	-0,413	-0,193	0,396	-0,417	0,011	-0,528
0a10m	-0,303	0,193	0,167	0,153	0,099	-0,027	-0,275	-0,462	-0,380	-0,121	0,326	0,505
0a11m	-0,300	0,210	0,189	0,206	0,268	0,162	0,095	-0,151	-0,341	0,482	-0,358	-0,425
1a0m	-0,297	0,228	0,211	0,236	0,397	0,288	0,389	0,393	0,312	-0,243	0,159	0,177

Tabela A.3- Autovalores e autovetores do intervalo 01 modelo longo

Modelo Longo 01												
Autovalores	10,350	1,207	0,260	0,070	0,040	0,021	0,016	0,012	0,008	0,007	0,005	0,004
%	86,25%	10,05%	2,17%	0,58%	0,33%	0,17%	0,14%	0,10%	0,07%	0,06%	0,04%	0,03%
Acum.	86,25%	96,31%	98,47%	99,05%	99,39%	99,56%	99,69%	99,80%	99,87%	99,92%	99,97%	100,00%
Autovetores	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10	PC11	PC12
0a3m	0,216	-0,553	0,745	-0,258	-0,138	-0,056	0,031	0,054	0,027	-0,016	0,001	-0,004
0a6m	0,273	-0,410	-0,095	0,421	0,456	0,081	-0,399	-0,401	-0,185	-0,030	0,046	0,007
0a9m	0,286	-0,317	-0,249	0,331	0,140	-0,134	0,350	0,469	0,454	0,185	-0,142	-0,065
1a0m	0,297	-0,212	-0,288	0,068	-0,392	0,230	0,318	0,103	-0,428	-0,392	0,271	0,224
1a3m	0,304	-0,090	-0,257	-0,168	-0,476	0,109	-0,098	-0,291	-0,074	0,433	-0,443	-0,288
1a6m	0,306	0,014	-0,225	-0,324	-0,155	-0,125	-0,407	-0,078	0,524	-0,051	0,379	0,341
1a9m	0,306	0,095	-0,132	-0,304	0,196	-0,397	-0,168	0,241	-0,205	-0,401	-0,049	-0,548
2a0m	0,304	0,152	-0,021	-0,309	0,372	-0,281	0,270	-0,062	-0,313	0,284	-0,195	0,527
2a3m	0,299	0,217	0,094	-0,168	0,272	0,405	0,426	-0,306	0,188	0,093	0,376	-0,358
2a6m	0,293	0,275	0,166	0,017	0,100	0,538	-0,189	0,206	0,154	-0,338	-0,507	0,191
2a9m	0,288	0,312	0,226	0,271	-0,112	0,060	-0,306	0,429	-0,276	0,453	0,344	-0,051
3a0m	0,280	0,347	0,264	0,467	-0,275	-0,444	0,170	-0,365	0,140	-0,227	-0,082	0,026

Tabela A.4- Autovalores e autovetores do intervalo 01 modelo curto

Modelo Curto 01												
Autovalores	10,283	1,181	0,274	0,141	0,060	0,037	0,015	0,006	0,002	0,001	0,000	0,000
%	85,69%	9,84%	2,28%	1,18%	0,50%	0,30%	0,13%	0,05%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%
Acum.	85,69%	95,53%	97,82%	98,99%	99,50%	99,80%	99,93%	99,98%	99,99%	99,99%	100,00%	100,00%
Autovetores	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10	PC11	PC12
0a1m	0,184	-0,668	-0,632	0,337	-0,076	0,030	0,006	-0,001	0,001	-0,002	0,001	0,001
0a2m	0,248	-0,488	0,158	-0,704	0,369	-0,206	-0,012	-0,018	-0,002	0,005	0,000	-0,001
0a3m	0,279	-0,300	0,474	-0,028	-0,524	0,563	0,118	0,010	0,002	0,003	0,002	0,003
0a4m	0,297	-0,116	0,393	0,370	-0,154	-0,563	-0,471	-0,184	-0,096	0,034	0,021	0,000
0a5m	0,307	0,017	0,193	0,283	0,211	-0,193	0,425	0,507	0,418	-0,253	-0,174	0,017
0a6m	0,308	0,090	0,073	0,210	0,311	0,051	0,393	-0,068	-0,381	0,466	0,445	-0,169
0a7m	0,307	0,132	-0,011	0,123	0,318	0,227	0,054	-0,432	-0,235	-0,156	-0,549	0,387
0a8m	0,306	0,160	-0,083	0,022	0,223	0,277	-0,277	-0,265	0,290	-0,436	0,297	-0,487
0a9m	0,304	0,176	-0,134	-0,059	0,083	0,205	-0,407	0,214	0,398	0,461	0,143	0,451
0a10m	0,303	0,189	-0,175	-0,135	-0,098	0,049	-0,249	0,466	-0,386	0,114	-0,419	-0,441
0a11m	0,300	0,207	-0,206	-0,195	-0,279	-0,153	0,079	0,157	-0,338	-0,471	0,398	0,400
1a0m	0,296	0,225	-0,235	-0,230	-0,417	-0,294	0,341	-0,399	0,331	0,236	-0,166	-0,162

Tabela A.5- Autovalores e autovetores do intervalo 02 modelo longo

Modelo Longo 02												
Autovalores	10,298	1,220	0,301	0,068	0,039	0,021	0,017	0,012	0,008	0,007	0,005	0,004
%	85,81%	10,17%	2,51%	0,56%	0,33%	0,18%	0,14%	0,10%	0,07%	0,06%	0,04%	0,03%
Acum.	85,81%	95,98%	98,49%	99,06%	99,38%	99,56%	99,70%	99,80%	99,87%	99,93%	99,97%	100,00%
Autovetores	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10	PC11	PC12
0a3m	-0,218	-0,524	0,753	0,275	0,163	0,044	0,042	0,058	-0,029	0,012	-0,001	-0,004
0a6m	-0,273	-0,410	-0,048	-0,423	-0,478	-0,042	-0,420	-0,367	0,163	0,067	-0,056	-0,010
0a9m	-0,286	-0,323	-0,232	-0,327	-0,134	0,108	0,391	0,436	-0,422	-0,271	0,169	-0,035
1a0m	-0,296	-0,222	-0,291	-0,087	0,370	-0,257	0,287	0,115	0,376	0,431	-0,325	0,198
1a3m	-0,304	-0,102	-0,263	0,148	0,457	-0,101	-0,096	-0,333	0,158	-0,349	0,506	-0,253
1a6m	-0,307	0,003	-0,235	0,301	0,188	0,167	-0,404	-0,080	-0,506	-0,085	-0,399	0,324
1a9m	-0,307	0,090	-0,138	0,294	-0,173	0,395	-0,157	0,297	0,106	0,411	0,048	-0,558
2a0m	-0,304	0,151	-0,025	0,326	-0,383	0,281	0,275	-0,075	0,359	-0,168	0,181	0,530
2a3m	-0,300	0,217	0,076	0,189	-0,273	-0,415	0,392	-0,332	-0,178	-0,128	-0,352	-0,374
2a6m	-0,293	0,280	0,148	-0,005	-0,097	-0,543	-0,230	0,229	-0,221	0,318	0,448	0,229
2a9m	-0,287	0,324	0,222	-0,266	0,114	-0,045	-0,266	0,404	0,352	-0,481	-0,288	-0,074
3a0m	-0,278	0,361	0,266	-0,468	0,269	0,419	0,192	-0,349	-0,167	0,249	0,068	0,030

Tabela A.6- Autovalores e autovetores do intervalo 02 modelo curto

Modelo Curto 02												
Autovalores	10,299	1,147	0,280	0,149	0,064	0,038	0,015	0,006	0,002	0,000	0,000	0,000
%	85,82%	9,56%	2,33%	1,24%	0,53%	0,31%	0,13%	0,05%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%
Acum.	85,82%	95,39%	97,72%	98,96%	99,49%	99,80%	99,93%	99,98%	99,99%	99,99%	100,00%	100,00%
Autovetores	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10	PC11	PC12
0a1m	-0,196	0,640	-0,639	0,374	-0,062	0,025	0,007	-0,005	-0,002	0,002	-0,001	-0,001
0a2m	-0,247	0,493	0,097	-0,742	0,323	-0,175	-0,021	-0,015	0,004	-0,006	-0,001	0,002
0a3m	-0,278	0,312	0,468	-0,011	-0,562	0,524	0,124	0,009	-0,003	-0,003	0,000	-0,003
0a4m	-0,295	0,133	0,413	0,355	-0,093	-0,586	-0,453	-0,176	0,094	-0,027	-0,016	0,000
0a5m	-0,307	-0,007	0,203	0,250	0,264	-0,163	0,430	0,510	-0,419	0,249	0,147	-0,024
0a6m	-0,308	-0,086	0,087	0,179	0,332	0,086	0,368	-0,062	0,407	-0,495	-0,403	0,171
0a7m	-0,307	-0,131	0,004	0,099	0,316	0,253	0,034	-0,430	0,235	0,208	0,544	-0,368
0a8m	-0,305	-0,164	-0,071	0,012	0,196	0,284	-0,284	-0,268	-0,317	0,406	-0,366	0,452
0a9m	-0,304	-0,186	-0,129	-0,058	0,044	0,197	-0,412	0,213	-0,382	-0,500	-0,072	-0,443
0a10m	-0,302	-0,202	-0,175	-0,118	-0,124	0,037	-0,251	0,459	0,372	-0,038	0,411	0,473
0a11m	-0,299	-0,222	-0,204	-0,164	-0,280	-0,170	0,088	0,159	0,329	0,427	-0,423	-0,427
1a0m	-0,295	-0,238	-0,224	-0,185	-0,391	-0,321	0,368	-0,408	-0,319	-0,224	0,180	0,169

Tabela A.7 – Quantidade de contratos futuro para as carteiras bullet com modelo curto

Datas	Modelo Curto 12			Modelo Curto 01			Modelo Curto 02		
	Bullet			Bullet			Bullet		
	CP1	CP2	CP3	CP1	CP2	CP3	CP1	CP2	CP3
01/03/2013	-2	12	5	-3	13	5	-3	12	5
04/03/2013	-2	12	5	-3	13	5	-3	13	5
05/03/2013	-2	12	5	-3	13	5	-3	13	5
06/03/2013	-2	13	5	-3	13	5	-3	13	5
07/03/2013	-2	13	5	-3	13	5	-4	13	5
08/03/2013	-2	13	5	-4	14	5	-4	13	5
11/03/2013	-3	13	5	-4	14	5	-4	13	5
12/03/2013	-3	13	5	-4	14	5	-4	13	5
13/03/2013	-2	13	5	-4	14	5	-4	13	5
14/03/2013	-2	12	5	-3	13	5	-3	13	5
15/03/2013	-2	12	5	-3	13	5	-3	12	6
18/03/2013	-2	12	5	-3	12	5	-3	12	6
19/03/2013	-1	11	6	-2	12	5	-2	11	6
20/03/2013	-1	11	6	-2	12	6	-2	11	6
21/03/2013	-1	11	6	-2	11	6	-2	11	6
22/03/2013	0	10	6	-1	11	6	-1	10	6
25/03/2013	0	10	6	-1	10	6	-1	10	6
26/03/2013	0	9	6	0	10	6	0	9	7
27/03/2013	1	9	7	0	9	6	0	9	7
28/03/2013	1	9	7	0	9	7	0	8	7
01/04/2013	1	8	7	1	8	7	1	8	7
02/04/2013	2	8	7	1	8	7	1	8	7
03/04/2013	2	7	7	2	7	7	2	7	7
04/04/2013	3	7	7	2	7	7	2	7	7
05/04/2013	3	6	8	3	6	8	3	6	8
08/04/2013	3	7	7	3	7	7	3	7	7
09/04/2013	2	7	7	2	7	7	2	7	7
10/04/2013	2	7	7	2	7	7	2	7	7
11/04/2013	2	7	7	2	7	7	2	7	7
12/04/2013	2	7	7	2	7	7	2	7	7
15/04/2013	1	8	7	1	8	7	1	8	7
16/04/2013	1	8	7	1	8	7	1	8	7
17/04/2013	1	8	7	1	8	7	1	8	7
18/04/2013	1	8	7	1	8	7	1	8	7
19/04/2013	0	9	7	0	9	7	0	9	7
22/04/2013	0	9	7	0	9	7	0	9	7
23/04/2013	0	9	7	0	9	7	0	9	7
24/04/2013	-1	9	7	-1	9	7	-1	9	7
25/04/2013	-1	10	6	-1	10	6	-1	10	6
26/04/2013	-1	10	6	-1	10	6	-1	10	6
29/04/2013	-2	10	6	-2	10	6	-2	10	6
30/04/2013	-2	11	6	-2	11	6	-2	11	6

Tabela A.8 – Quantidade de contratos futuro para as carteiras barbell com modelo curto

Datas	Modelo Curto 12			Modelo Curto 01			Modelo Curto 02		
	Barbell			Barbell			Barbell		
	CP1	CP2	CP3	CP1	CP2	CP3	CP1	CP2	CP3
01/03/2013	7	17	1	7	17	1	7	17	1
04/03/2013	7	16	1	7	17	1	7	17	1
05/03/2013	7	16	1	7	17	1	7	16	1
06/03/2013	7	16	1	7	16	1	7	16	1
07/03/2013	7	16	1	7	16	1	7	16	1
08/03/2013	8	16	1	7	16	1	7	16	1
11/03/2013	8	16	1	7	16	1	7	16	1
12/03/2013	8	16	1	7	16	1	7	16	1
13/03/2013	8	15	1	8	16	1	8	15	1
14/03/2013	8	15	1	8	15	1	8	15	1
15/03/2013	8	15	1	8	15	1	8	15	1
18/03/2013	9	15	1	8	15	1	8	15	2
19/03/2013	9	15	2	8	15	1	8	15	2
20/03/2013	9	14	2	9	15	2	9	14	2
21/03/2013	9	14	2	9	14	2	9	14	2
22/03/2013	9	14	2	9	14	2	9	14	2
25/03/2013	9	14	2	9	14	2	9	14	2
26/03/2013	10	14	2	9	14	2	9	14	2
27/03/2013	10	13	2	10	14	2	10	13	2
28/03/2013	10	13	2	10	13	2	10	13	2
01/04/2013	10	13	2	10	13	2	10	13	2
02/04/2013	11	13	2	10	13	2	10	13	2
03/04/2013	11	12	2	11	12	2	11	12	2
04/04/2013	11	12	2	11	12	2	11	12	2
05/04/2013	11	12	2	11	12	2	11	12	2
08/04/2013	11	13	2	11	13	2	11	13	2
09/04/2013	10	13	2	10	13	2	10	13	2
10/04/2013	10	13	2	10	13	2	10	13	2
11/04/2013	10	14	2	10	14	2	10	14	2
12/04/2013	9	14	2	9	14	2	9	14	2
15/04/2013	9	14	2	9	14	2	9	14	2
16/04/2013	9	15	2	9	15	2	9	15	2
17/04/2013	8	15	1	8	15	1	8	15	1
18/04/2013	8	16	1	8	16	1	8	16	1
19/04/2013	7	16	1	7	16	1	7	16	1
22/04/2013	7	16	1	7	16	1	7	16	1
23/04/2013	6	17	1	6	17	1	6	17	1
24/04/2013	6	17	1	6	17	1	6	17	1
25/04/2013	5	18	0	5	18	0	5	18	0
26/04/2013	5	18	0	5	18	0	5	18	0
29/04/2013	5	18	0	5	18	0	5	18	0
30/04/2013	5	18	0	5	18	0	5	18	0

Tabela A.9 – Quantidade de contratos futuro para as carteiras ladder com modelo curto

Datas	Modelo Curto 12			Modelo Curto 01			Modelo Curto 02		
	Ladder			Ladder			Ladder		
	CP1	CP2	CP3	CP1	CP2	CP3	CP1	CP2	CP3
01/03/2013	2	4	0	2	4	0	2	4	0
04/03/2013	2	4	0	2	4	0	2	4	0
05/03/2013	2	4	0	2	4	0	2	4	0
06/03/2013	2	4	0	2	4	0	2	4	0
07/03/2013	2	4	0	2	4	0	2	4	0
08/03/2013	2	4	0	2	4	0	2	4	0
11/03/2013	2	4	0	2	4	0	2	4	0
12/03/2013	2	4	0	2	4	0	2	4	0
13/03/2013	2	4	0	2	4	0	2	4	0
14/03/2013	2	4	0	2	4	0	2	4	0
15/03/2013	2	4	0	2	4	0	2	4	0
18/03/2013	2	4	0	2	4	0	2	4	0
19/03/2013	2	4	0	2	4	0	2	4	1
20/03/2013	2	4	1	2	4	0	2	4	1
21/03/2013	2	3	1	2	4	1	2	3	1
22/03/2013	2	3	1	2	3	1	2	3	1
25/03/2013	2	3	1	2	3	1	2	3	1
26/03/2013	2	3	1	2	3	1	2	3	1
27/03/2013	2	3	1	2	3	1	2	3	1
28/03/2013	3	3	1	2	3	1	2	3	1
01/04/2013	3	3	1	3	3	1	3	3	1
02/04/2013	3	3	1	3	3	1	3	3	1
03/04/2013	3	3	1	3	3	1	3	3	1
04/04/2013	3	3	1	3	3	1	3	3	1
05/04/2013	3	3	1	3	3	1	3	3	1
08/04/2013	3	3	1	3	3	1	3	3	1
09/04/2013	3	3	1	3	3	1	3	3	1
10/04/2013	3	3	1	3	3	1	3	3	1
11/04/2013	3	3	1	3	3	1	3	3	1
12/04/2013	3	3	1	3	3	1	3	3	1
15/04/2013	2	3	1	2	3	1	2	3	1
16/04/2013	2	3	1	2	3	1	2	3	1
17/04/2013	2	3	1	2	3	1	2	3	1
18/04/2013	2	3	1	2	3	1	2	3	1
19/04/2013	2	3	1	2	3	1	2	3	1
22/04/2013	2	3	1	2	3	1	2	3	1
23/04/2013	2	4	1	2	4	1	2	4	1
24/04/2013	2	4	1	2	4	1	2	4	1
25/04/2013	2	4	0	2	4	0	2	4	0
26/04/2013	1	4	0	1	4	0	1	4	0
29/04/2013	1	4	0	1	4	0	1	4	0
30/04/2013	1	4	0	1	4	0	1	4	0

Tabela A.10 – Quantidade de contratos futuro para as carteiras bullet com modelo longo

Datas	Modelo Longo 12			Modelo Longo 01			Modelo Longo 02		
	Bullet			Bullet			Bullet		
	CP1	CP2	CP3	CP1	CP2	CP3	CP1	CP2	CP3
01/03/2013	0	11	6	2	9	7	0	11	6
04/03/2013	0	11	6	2	9	7	0	11	6
05/03/2013	0	11	6	2	9	7	0	11	6
06/03/2013	0	11	6	2	9	7	0	11	6
07/03/2013	0	11	6	2	9	7	0	11	6
08/03/2013	0	11	6	2	9	7	0	11	6
11/03/2013	0	11	6	2	9	7	0	11	6
12/03/2013	0	11	6	2	9	7	0	11	6
13/03/2013	0	11	6	2	9	7	0	11	6
14/03/2013	0	11	7	2	9	7	0	11	6
15/03/2013	0	10	7	2	9	7	0	11	6
18/03/2013	1	10	7	2	9	7	1	10	7
19/03/2013	1	10	7	2	9	7	1	10	7
20/03/2013	1	10	7	2	8	7	1	10	7
21/03/2013	1	9	7	2	8	7	1	10	7
22/03/2013	1	9	7	2	8	8	1	9	7
25/03/2013	2	9	7	3	8	8	2	9	7
26/03/2013	2	9	7	3	8	8	2	9	7
27/03/2013	2	8	7	3	8	8	2	8	7
28/03/2013	2	8	8	3	7	8	2	8	7
01/04/2013	3	8	8	3	7	8	2	8	8
02/04/2013	3	8	8	3	7	8	3	8	8
03/04/2013	3	7	8	3	7	8	3	7	8
04/04/2013	3	7	8	3	7	8	3	7	8
05/04/2013	3	7	8	3	7	8	3	7	8
08/04/2013	3	7	8	3	7	8	3	7	8
09/04/2013	3	7	8	3	7	8	3	7	8
10/04/2013	3	7	8	3	7	8	3	7	8
11/04/2013	2	8	8	2	8	8	2	8	8
12/04/2013	2	8	8	2	8	8	2	8	8
15/04/2013	2	8	8	2	8	8	2	8	8
16/04/2013	2	8	8	2	8	8	2	8	8
17/04/2013	1	9	7	1	9	7	1	9	7
18/04/2013	1	9	7	1	9	7	1	9	7
19/04/2013	1	9	7	1	9	7	1	9	7
22/04/2013	1	9	7	1	9	7	1	9	7
23/04/2013	0	10	7	0	10	7	0	10	7
24/04/2013	0	10	7	0	10	7	0	10	7
25/04/2013	-1	10	7	-1	10	7	-1	10	7
26/04/2013	-1	10	7	-1	10	7	-1	10	7
29/04/2013	-1	11	7	-1	11	7	-1	11	7
30/04/2013	-2	11	7	-2	11	7	-2	11	7

Tabela A.11 – Quantidade de contratos futuro para as carteiras barbell com modelo longo

Datas	Modelo Longo 12			Modelo Longo 01			Modelo Longo 02		
	Barbell			Barbell			Barbell		
	CP1	CP2	CP3	CP1	CP2	CP3	CP1	CP2	CP3
01/03/2013	8	16	2	9	16	2	8	16	2
04/03/2013	8	16	2	9	16	2	8	16	2
05/03/2013	8	16	2	9	16	2	8	16	2
06/03/2013	8	16	2	9	15	2	8	16	2
07/03/2013	9	16	2	9	15	2	9	16	2
08/03/2013	9	16	2	9	15	2	9	16	2
11/03/2013	9	15	2	9	15	2	9	16	2
12/03/2013	9	15	2	9	15	2	9	15	2
13/03/2013	9	15	2	10	15	2	9	15	2
14/03/2013	9	15	2	10	14	2	9	15	2
15/03/2013	9	15	2	10	14	2	9	15	2
18/03/2013	10	15	2	10	14	2	10	15	2
19/03/2013	10	14	2	10	14	2	10	15	2
20/03/2013	10	14	2	10	14	2	10	14	2
21/03/2013	10	14	2	10	14	3	10	14	2
22/03/2013	10	14	2	11	14	3	10	14	2
25/03/2013	10	14	2	11	13	3	10	14	2
26/03/2013	11	14	3	11	13	3	11	14	3
27/03/2013	11	13	3	11	13	3	11	14	3
28/03/2013	11	13	3	11	13	3	11	13	3
01/04/2013	11	13	3	11	13	3	11	13	3
02/04/2013	11	13	3	11	13	3	11	13	3
03/04/2013	11	13	3	12	13	3	11	13	3
04/04/2013	12	13	3	12	13	3	12	13	3
05/04/2013	11	13	3	11	13	3	11	13	3
08/04/2013	11	13	3	11	13	3	11	13	3
09/04/2013	11	13	3	11	13	3	11	13	3
10/04/2013	11	14	3	11	14	3	11	14	3
11/04/2013	10	14	2	10	14	2	10	14	2
12/04/2013	10	14	2	10	14	2	10	14	2
15/04/2013	10	15	2	10	15	2	10	15	2
16/04/2013	9	15	2	9	15	2	9	15	2
17/04/2013	9	16	2	9	16	2	9	16	2
18/04/2013	8	16	2	8	16	2	8	16	2
19/04/2013	8	16	2	8	16	2	8	16	2
22/04/2013	7	17	1	7	17	1	7	17	1
23/04/2013	7	17	1	7	17	1	7	17	1
24/04/2013	6	18	1	6	18	1	6	18	1
25/04/2013	5	18	1	5	18	1	5	18	1
26/04/2013	5	18	1	5	18	1	5	18	1
29/04/2013	5	18	1	5	18	1	5	18	1
30/04/2013	5	19	1	5	19	1	5	19	1

Tabela A.12 – Quantidade de contratos futuro para as carteiras ladder com modelo longo

Datas	Modelo Longo 12			Modelo Longo 01			Modelo Longo 02		
	Ladder			Ladder			Ladder		
	CP1	CP2	CP3	CP1	CP2	CP3	CP1	CP2	CP3
01/03/2013	3	4	1	3	4	1	3	4	1
04/03/2013	3	4	1	3	4	1	3	4	1
05/03/2013	3	4	1	3	4	1	3	4	1
06/03/2013	3	4	1	3	4	1	3	4	1
07/03/2013	3	4	1	3	4	1	3	4	1
08/03/2013	3	4	1	3	4	1	3	4	1
11/03/2013	3	4	1	3	4	1	3	4	1
12/03/2013	3	4	1	3	4	1	3	4	1
13/03/2013	3	4	1	3	4	1	3	4	1
14/03/2013	3	4	1	3	4	1	3	4	1
15/03/2013	3	4	1	3	4	1	3	4	1
18/03/2013	3	4	1	3	4	1	3	4	1
19/03/2013	3	4	1	3	4	1	3	4	1
20/03/2013	3	4	1	3	4	1	3	4	1
21/03/2013	3	4	1	3	3	1	3	4	1
22/03/2013	3	4	1	3	3	1	3	4	1
25/03/2013	3	4	1	3	3	1	3	4	1
26/03/2013	3	4	1	3	3	1	3	4	1
27/03/2013	3	3	1	3	3	1	3	3	1
28/03/2013	3	3	1	3	3	1	3	3	1
01/04/2013	3	3	1	3	3	1	3	3	1
02/04/2013	3	3	1	3	3	1	3	3	1
03/04/2013	3	3	1	3	3	1	3	3	1
04/04/2013	3	3	1	3	3	1	3	3	1
05/04/2013	3	3	1	3	3	1	3	3	1
08/04/2013	3	3	1	3	3	1	3	3	1
09/04/2013	3	3	1	3	3	1	3	3	1
10/04/2013	3	3	1	3	3	1	3	3	1
11/04/2013	3	3	1	3	3	1	3	3	1
12/04/2013	3	3	1	3	3	1	3	3	1
15/04/2013	3	4	1	3	4	1	3	4	1
16/04/2013	3	4	1	3	4	1	3	4	1
17/04/2013	3	4	1	3	4	1	3	4	1
18/04/2013	3	4	1	3	4	1	3	4	1
19/04/2013	3	4	1	3	4	1	3	4	1
22/04/2013	2	4	1	2	4	1	2	4	1
23/04/2013	2	4	1	2	4	1	2	4	1
24/04/2013	2	4	1	2	4	1	2	4	1
25/04/2013	2	4	1	2	4	1	2	4	1
26/04/2013	2	4	1	2	4	1	2	4	1
29/04/2013	2	4	1	2	4	1	2	4	1
30/04/2013	2	4	1	2	4	1	2	4	1

Tabela A.13 – Resultados da carteira *bullet* e rentabilidades no modelo longo

Data	Resultado sem hedge	Resultado 12	Resultado 01	Resultado 02	Rentabilidade sem hedge	Rentabilidade 12	Rentabilidade 01	Rentabilidade 02
01/03/2013								
04/03/2013	1716.325,30	1716.438,61	1716.436,48	1716.438,61				
05/03/2013	1716.400,51	1716.613,90	1716.638,18	1716.613,90	0,004%	0,010%	0,012%	0,010%
06/03/2013	1717.287,30	1717.196,35	1717.188,75	1717.196,35	0,052%	0,034%	0,032%	0,034%
07/03/2013	1715.613,58	1716.609,01	1716.614,52	1716.609,01	-0,097%	-0,034%	-0,033%	-0,034%
08/03/2013	1714.173,71	1715.539,01	1715.583,87	1715.539,01	-0,084%	-0,062%	-0,060%	-0,062%
11/03/2013	1718.296,58	1717.220,64	1717.197,82	1717.220,64	0,241%	0,098%	0,094%	0,098%
12/03/2013	1716.531,26	1717.132,66	1717.121,20	1717.132,66	-0,103%	-0,005%	-0,004%	-0,005%
13/03/2013	1716.860,67	1717.137,14	1717.163,15	1717.137,14	0,019%	0,000%	0,002%	0,000%
14/03/2013	1720.100,34	1718.802,79	1718.870,91	1718.890,81	0,189%	0,097%	0,099%	0,102%
15/03/2013	1719.541,41	1719.401,59	1719.412,12	1719.392,63	-0,032%	0,035%	0,031%	0,029%
18/03/2013	1719.861,20	1719.920,36	1719.914,49	1719.920,36	0,019%	0,030%	0,029%	0,031%
19/03/2013	1721.149,56	1720.664,51	1720.689,85	1720.664,51	0,075%	0,043%	0,045%	0,043%
20/03/2013	1721.274,56	1721.237,96	1721.243,55	1721.237,96	0,007%	0,033%	0,032%	0,033%
21/03/2013	1721.297,13	1721.490,98	1721.482,55	1721.498,71	0,001%	0,015%	0,014%	0,015%
22/03/2013	1723.212,37	1722.615,42	1722.581,98	1722.615,42	0,111%	0,065%	0,064%	0,065%
25/03/2013	1722.944,09	1722.998,61	1722.999,17	1722.998,61	-0,016%	0,022%	0,024%	0,022%
26/03/2013	1723.282,78	1723.388,00	1723.388,67	1723.388,00	0,020%	0,023%	0,023%	0,023%
27/03/2013	1724.773,40	1724.332,58	1724.285,79	1724.332,58	0,086%	0,055%	0,052%	0,055%
28/03/2013	1724.346,20	1724.555,74	1724.552,35	1724.538,12	-0,025%	0,013%	0,015%	0,012%
01/04/2013	1724.910,56	1724.974,83	1724.971,96	1724.971,90	0,033%	0,024%	0,024%	0,025%
02/04/2013	1725.961,33	1725.728,10	1725.734,37	1725.728,10	0,061%	0,044%	0,044%	0,044%
03/04/2013	1724.472,87	1725.285,64	1725.285,64	1725.285,64	-0,086%	-0,026%	-0,026%	-0,026%
04/04/2013	1725.840,85	1725.838,38	1725.838,38	1725.838,38	0,079%	0,032%	0,032%	0,032%
05/04/2013	1727.658,38	1726.997,60	1726.997,60	1726.997,60	0,105%	0,067%	0,067%	0,067%
08/04/2013	1726.619,44	1727.015,16	1727.015,16	1727.015,16	-0,060%	0,001%	0,001%	0,001%
09/04/2013	1726.384,78	1726.925,95	1726.925,95	1726.925,95	-0,014%	-0,005%	-0,005%	-0,005%
10/04/2013	1727.138,10	1727.271,26	1727.271,26	1727.271,26	0,044%	0,020%	0,020%	0,020%
11/04/2013	1727.412,29	1727.553,32	1727.553,32	1727.553,32	0,016%	0,016%	0,016%	0,016%
12/04/2013	1723.857,42	1726.052,51	1726.052,51	1726.052,51	-0,206%	-0,087%	-0,087%	-0,087%
15/04/2013	1725.645,37	1726.051,66	1726.051,66	1726.051,66	0,104%	0,000%	0,000%	0,000%
16/04/2013	1726.265,64	1726.376,03	1726.376,03	1726.376,03	0,036%	0,019%	0,019%	0,019%
17/04/2013	1726.979,62	1726.876,39	1726.876,39	1726.876,39	0,041%	0,029%	0,029%	0,029%
18/04/2013	1733.877,48	1730.688,47	1730.688,47	1730.688,47	0,399%	0,221%	0,221%	0,221%
19/04/2013	1730.702,87	1730.919,08	1730.919,08	1730.919,08	-0,183%	0,013%	0,013%	0,013%
22/04/2013	1732.164,31	1731.804,02	1731.804,02	1731.804,02	0,084%	0,051%	0,051%	0,051%
23/04/2013	1732.469,39	1732.356,28	1732.356,28	1732.356,28	0,018%	0,032%	0,032%	0,032%
24/04/2013	1732.622,36	1732.719,38	1732.719,38	1732.719,38	0,009%	0,021%	0,021%	0,021%
25/04/2013	1731.672,04	1732.501,27	1732.501,27	1732.501,27	-0,055%	-0,013%	-0,013%	-0,013%
26/04/2013	1733.250,52	1733.090,98	1733.090,98	1733.090,98	0,091%	0,034%	0,034%	0,034%
29/04/2013	1733.790,87	1733.667,09	1733.667,09	1733.667,09	0,031%	0,033%	0,033%	0,033%
30/04/2013	1734.126,09	1734.135,69	1734.135,69	1734.135,69	0,019%	0,027%	0,027%	0,027%
Rentabilidade Acumulada					1,037%	1,031%	1,031%	1,031%
Desvio -Padrão					0,105%	0,047%	0,047%	0,047%

Tabela A.14 – Resultados da carteira *barbell* e rentabilidades no modelo longo

Data	Resultado sem hedge	Resultado I2	Resultado 01	Resultado 02	Rentabilidade sem hedge	Rentabilidade I2	Rentabilidade 01	Rentabilidade 02
01/03/2013								
04/03/2013	2.505.100,22	2.505.150,75	2.505.146,95	2.505.150,75				
05/03/2013	2.505.267,56	2.505.533,31	2.505.544,27	2.505.533,31	0,007%	0,015%	0,016%	0,015%
06/03/2013	2.506.587,56	2.506.394,43	2.506.391,81	2.506.394,43	0,053%	0,034%	0,034%	0,034%
07/03/2013	2.505.234,79	2.506.158,65	2.506.114,24	2.506.158,65	-0,054%	-0,009%	-0,011%	-0,009%
08/03/2013	2.504.052,70	2.505.430,76	2.505.371,78	2.505.430,76	-0,047%	-0,029%	-0,030%	-0,029%
11/03/2013	2.508.486,32	2.507.315,02	2.507.315,02	2.507.261,95	0,177%	0,075%	0,078%	0,073%
12/03/2013	2.506.704,03	2.507.344,92	2.507.344,92	2.507.344,92	-0,071%	0,001%	0,001%	0,003%
13/03/2013	2.507.498,61	2.507.716,52	2.507.720,98	2.507.716,52	0,032%	0,015%	0,015%	0,015%
14/03/2013	2.511.150,04	2.509.793,88	2.509.827,95	2.509.793,88	0,146%	0,083%	0,084%	0,083%
15/03/2013	2.510.797,48	2.510.606,66	2.510.617,88	2.510.606,66	-0,014%	0,032%	0,031%	0,032%
18/03/2013	2.511.098,65	2.511.228,87	2.511.221,07	2.511.228,87	0,012%	0,025%	0,024%	0,025%
19/03/2013	2.512.948,18	2.512.404,58	2.512.404,58	2.512.373,36	0,074%	0,047%	0,047%	0,046%
20/03/2013	2.513.123,72	2.513.110,99	2.513.110,99	2.513.110,99	0,007%	0,028%	0,028%	0,029%
21/03/2013	2.513.458,93	2.513.595,99	2.513.613,84	2.513.595,99	0,013%	0,019%	0,020%	0,019%
22/03/2013	2.515.470,66	2.514.927,43	2.514.868,27	2.514.927,43	0,080%	0,053%	0,050%	0,053%
25/03/2013	2.515.461,12	2.515.505,28	2.515.505,84	2.515.505,28	0,000%	0,023%	0,025%	0,023%
26/03/2013	2.515.887,98	2.516.052,96	2.516.045,35	2.516.052,96	0,017%	0,022%	0,021%	0,022%
27/03/2013	2.517.677,00	2.517.189,41	2.517.189,41	2.517.168,93	0,071%	0,045%	0,045%	0,044%
28/03/2013	2.517.472,32	2.517.668,79	2.517.668,79	2.517.668,79	-0,008%	0,019%	0,019%	0,020%
01/04/2013	2.518.249,73	2.518.331,53	2.518.331,53	2.518.331,53	0,031%	0,026%	0,026%	0,026%
02/04/2013	2.519.582,15	2.519.426,80	2.519.426,80	2.519.426,80	0,053%	0,043%	0,043%	0,043%
03/04/2013	2.518.422,70	2.519.166,79	2.519.179,81	2.519.166,79	-0,046%	-0,010%	-0,010%	-0,010%
04/04/2013	2.519.754,35	2.519.849,73	2.519.849,73	2.519.849,73	0,053%	0,027%	0,027%	0,027%
05/04/2013	2.521.558,87	2.521.023,23	2.521.023,23	2.521.023,23	0,072%	0,047%	0,047%	0,047%
08/04/2013	2.520.864,37	2.521.267,53	2.521.267,53	2.521.267,53	-0,028%	0,010%	0,010%	0,010%
09/04/2013	2.520.776,06	2.521.328,91	2.521.328,91	2.521.328,91	-0,004%	0,002%	0,002%	0,002%
10/04/2013	2.521.760,31	2.521.913,77	2.521.913,77	2.521.913,77	0,039%	0,023%	0,023%	0,023%
11/04/2013	2.521.990,33	2.522.163,04	2.522.163,04	2.522.163,04	0,009%	0,010%	0,010%	0,010%
12/04/2013	2.518.724,46	2.520.937,30	2.520.937,30	2.520.937,30	-0,129%	-0,049%	-0,049%	-0,049%
15/04/2013	2.520.377,34	2.520.945,47	2.520.945,47	2.520.945,47	0,066%	0,000%	0,000%	0,000%
16/04/2013	2.521.357,43	2.521.468,36	2.521.468,36	2.521.468,36	0,039%	0,021%	0,021%	0,021%
17/04/2013	2.522.200,93	2.522.045,72	2.522.045,72	2.522.045,72	0,033%	0,023%	0,023%	0,023%
18/04/2013	2.529.580,58	2.526.224,30	2.526.224,30	2.526.224,30	0,293%	0,166%	0,166%	0,166%
19/04/2013	2.526.614,63	2.526.844,17	2.526.844,17	2.526.844,17	-0,117%	0,025%	0,025%	0,025%
22/04/2013	2.528.173,35	2.527.883,51	2.527.883,51	2.527.883,51	0,062%	0,041%	0,041%	0,041%
23/04/2013	2.528.707,26	2.528.596,86	2.528.596,86	2.528.596,86	0,021%	0,028%	0,028%	0,028%
24/04/2013	2.529.118,44	2.529.172,29	2.529.172,29	2.529.172,29	0,016%	0,023%	0,023%	0,023%
25/04/2013	2.528.454,06	2.529.287,41	2.529.287,41	2.529.287,41	-0,026%	0,005%	0,005%	0,005%
26/04/2013	2.530.132,52	2.530.008,59	2.530.008,59	2.530.008,59	0,066%	0,029%	0,029%	0,029%
29/04/2013	2.530.954,51	2.530.845,79	2.530.845,79	2.530.845,79	0,032%	0,033%	0,033%	0,033%
30/04/2013	2.531.576,66	2.531.532,24	2.531.532,24	2.531.532,24	0,025%	0,027%	0,027%	0,027%
Rentabilidade Acumulada					1057%	1053%	1053%	1053%
Desvio -Padrão					0,073%	0,033%	0,033%	0,033%

Tabela A.15 – Resultados da carteira *ladder* e rentabilidades no modelo longo

Data	Resultado sem hedge	Resultado I2	Resultado 01	Resultado 02	Rentabilidade sem hedge	Rentabilidade I2	Rentabilidade 01	Rentabilidade 02
01/03/2013								
04/03/2013	771.332,71	771.347,77	771.347,77	771.347,77				
05/03/2013	771.388,89	771.476,13	771.476,13	771.476,13	0,007%	0,017%	0,017%	0,017%
06/03/2013	771.782,48	771.723,42	771.723,42	771.723,42	0,051%	0,032%	0,032%	0,032%
07/03/2013	771.370,97	771.647,87	771.647,87	771.647,87	-0,053%	-0,010%	-0,010%	-0,010%
08/03/2013	771.009,71	771.430,22	771.430,22	771.430,22	-0,047%	-0,028%	-0,028%	-0,028%
11/03/2013	772.353,12	771.988,41	771.988,41	771.988,41	0,174%	0,072%	0,072%	0,072%
12/03/2013	771.838,08	772.031,96	772.031,96	772.031,96	-0,067%	0,006%	0,006%	0,006%
13/03/2013	772.049,05	772.124,86	772.124,86	772.124,86	0,027%	0,012%	0,012%	0,012%
14/03/2013	773.152,68	772.733,24	772.733,24	772.733,24	0,143%	0,079%	0,079%	0,079%
15/03/2013	773.045,19	772.992,52	772.992,52	772.992,52	-0,014%	0,034%	0,034%	0,034%
18/03/2013	773.161,11	773.195,10	773.195,10	773.195,10	0,015%	0,026%	0,026%	0,026%
19/03/2013	773.692,72	773.526,34	773.526,34	773.526,34	0,069%	0,043%	0,043%	0,043%
20/03/2013	773.762,81	773.758,21	773.758,21	773.758,21	0,009%	0,030%	0,030%	0,030%
21/03/2013	773.860,26	773.906,97	773.899,24	773.906,97	0,013%	0,019%	0,018%	0,019%
22/03/2013	774.480,86	774.302,61	774.328,33	774.302,61	0,080%	0,051%	0,055%	0,051%
25/03/2013	774.478,02	774.492,32	774.489,34	774.492,32	0,000%	0,025%	0,021%	0,025%
26/03/2013	774.623,55	774.670,66	774.663,06	774.670,66	0,019%	0,023%	0,022%	0,023%
27/03/2013	775.160,71	775.032,24	775.032,24	775.032,24	0,069%	0,047%	0,048%	0,047%
28/03/2013	775.100,85	775.153,53	775.153,53	775.153,53	-0,008%	0,016%	0,016%	0,016%
01/04/2013	775.334,34	775.355,82	775.355,82	775.355,82	0,030%	0,026%	0,026%	0,026%
02/04/2013	775.724,66	775.681,59	775.681,59	775.681,59	0,050%	0,042%	0,042%	0,042%
03/04/2013	775.370,91	775.570,33	775.570,33	775.570,33	-0,046%	-0,014%	-0,014%	-0,014%
04/04/2013	775.800,70	775.819,29	775.819,29	775.819,29	0,055%	0,032%	0,032%	0,032%
05/04/2013	776.372,00	776.225,45	776.225,45	776.225,45	0,074%	0,052%	0,052%	0,052%
08/04/2013	776.153,61	776.258,05	776.258,05	776.258,05	-0,028%	0,004%	0,004%	0,004%
09/04/2013	776.138,54	776.283,92	776.283,92	776.283,92	-0,002%	0,003%	0,003%	0,003%
10/04/2013	776.436,77	776.475,22	776.475,22	776.475,22	0,038%	0,025%	0,025%	0,025%
11/04/2013	776.541,66	776.589,92	776.589,92	776.589,92	0,014%	0,015%	0,015%	0,015%
12/04/2013	775.521,40	776.117,88	776.117,88	776.117,88	-0,131%	-0,061%	-0,061%	-0,061%
15/04/2013	776.068,85	776.234,75	776.234,75	776.234,75	0,071%	0,015%	0,015%	0,015%
16/04/2013	776.355,50	776.390,56	776.390,56	776.390,56	0,037%	0,020%	0,020%	0,020%
17/04/2013	776.633,59	776.590,94	776.590,94	776.590,94	0,036%	0,026%	0,026%	0,026%
18/04/2013	778.837,82	777.829,57	777.829,57	777.829,57	0,284%	0,159%	0,159%	0,159%
19/04/2013	777.941,16	778.009,88	778.009,88	778.009,88	-0,115%	0,023%	0,023%	0,023%
22/04/2013	778.426,09	778.331,39	778.331,39	778.331,39	0,062%	0,041%	0,041%	0,041%
23/04/2013	778.596,29	778.563,65	778.563,65	778.563,65	0,022%	0,030%	0,030%	0,030%
24/04/2013	778.723,10	778.742,92	778.742,92	778.742,92	0,016%	0,023%	0,023%	0,023%
25/04/2013	778.518,48	778.752,85	778.752,85	778.752,85	-0,026%	0,001%	0,001%	0,001%
26/04/2013	779.042,05	779.002,46	779.002,46	779.002,46	0,067%	0,032%	0,032%	0,032%
29/04/2013	779.284,93	779.255,00	779.255,00	779.255,00	0,031%	0,032%	0,032%	0,032%
30/04/2013	779.475,22	779.466,47	779.466,47	779.466,47	0,024%	0,027%	0,027%	0,027%
Rentabilidade Acumulada					1056%	1053%	1053%	1053%
Desvio -Padrão					0,072%	0,033%	0,033%	0,033%

Tabela A.16 – Resultados da carteira *bullet* e rentabilidades no modelo curto

Data	Resultado sem hedge	Resultado I2	Resultado 01	Resultado 02	Rentabilidade sem hedge	Rentabilidade I2	Rentabilidade 01	Rentabilidade 02
01/03/2013								
04/03/2013	1716.325,30	1716.437,24	1716.444,55	1716.444,55				
05/03/2013	1716.400,51	1716.580,97	1716.578,67	1716.578,67	0,004%	0,008%	0,008%	0,008%
06/03/2013	1717.287,30	1717.203,94	1717.213,54	1717.213,54	0,052%	0,036%	0,037%	0,037%
07/03/2013	1715.613,58	1716.603,50	1716.598,58	1716.593,65	-0,097%	-0,035%	-0,036%	-0,036%
08/03/2013	1714.173,71	1715.494,14	1715.509,69	1715.450,70	-0,084%	-0,065%	-0,063%	-0,067%
11/03/2013	1718.296,58	1717.266,92	1717.237,31	1717.290,38	0,241%	0,103%	0,101%	0,107%
12/03/2013	1716.531,26	1717.136,73	1717.162,33	1717.129,34	-0,103%	-0,008%	-0,004%	-0,009%
13/03/2013	1716.860,67	1717.111,12	1717.109,77	1717.102,21	0,019%	-0,001%	-0,003%	-0,002%
14/03/2013	1720.100,34	1718.972,65	1718.938,59	1718.938,59	0,189%	0,108%	0,107%	0,107%
15/03/2013	1719.541,41	1719.385,05	1719.373,83	1719.382,79	-0,032%	0,024%	0,025%	0,026%
18/03/2013	1719.861,20	1719.936,09	1719.934,17	1719.931,21	0,019%	0,032%	0,033%	0,032%
19/03/2013	1721.149,56	1720.668,91	1720.667,43	1720.674,80	0,075%	0,043%	0,043%	0,043%
20/03/2013	1721.274,56	1721.235,19	1721.231,45	1721.233,30	0,007%	0,033%	0,033%	0,032%
21/03/2013	1721.297,13	1721.489,98	1721.490,67	1721.490,67	0,001%	0,015%	0,015%	0,015%
22/03/2013	1723.212,37	1722.648,85	1722.631,24	1722.656,96	0,111%	0,067%	0,066%	0,068%
25/03/2013	1722.944,09	1722.998,63	1722.999,21	1722.999,21	-0,016%	0,020%	0,021%	0,020%
26/03/2013	1723.282,78	1723.375,52	1723.383,12	1723.379,57	0,020%	0,022%	0,022%	0,022%
27/03/2013	1724.773,40	1724.322,21	1724.369,00	1724.332,32	0,086%	0,055%	0,057%	0,055%
28/03/2013	1724.346,20	1724.541,51	1724.537,36	1724.529,83	-0,025%	0,013%	0,010%	0,011%
01/04/2013	1724.910,56	1724.964,92	1724.964,92	1724.964,92	0,033%	0,025%	0,025%	0,025%
02/04/2013	1725.961,33	1725.751,32	1725.751,85	1725.751,85	0,061%	0,046%	0,046%	0,046%
03/04/2013	1724.472,87	1725.202,12	1725.202,12	1725.202,12	-0,086%	-0,032%	-0,032%	-0,032%
04/04/2013	1725.840,85	1725.847,95	1725.850,05	1725.850,05	0,079%	0,037%	0,038%	0,038%
05/04/2013	1727.658,38	1727.017,46	1727.017,46	1727.017,46	0,105%	0,068%	0,068%	0,068%
08/04/2013	1726.619,44	1726.985,05	1726.985,05	1726.985,05	-0,060%	-0,002%	-0,002%	-0,002%
09/04/2013	1726.384,78	1726.873,14	1726.873,14	1726.873,14	-0,014%	-0,006%	-0,006%	-0,006%
10/04/2013	1727.138,10	1727.258,21	1727.258,21	1727.258,21	0,044%	0,022%	0,022%	0,022%
11/04/2013	1727.412,29	1727.537,34	1727.537,34	1727.537,34	0,016%	0,016%	0,016%	0,016%
12/04/2013	1723.857,42	1725.787,71	1725.787,71	1725.787,71	-0,206%	-0,101%	-0,101%	-0,101%
15/04/2013	1725.645,37	1726.016,99	1726.016,99	1726.016,99	0,104%	0,013%	0,013%	0,013%
16/04/2013	1726.265,64	1726.365,03	1726.365,03	1726.365,03	0,036%	0,020%	0,020%	0,020%
17/04/2013	1726.979,62	1726.884,28	1726.884,28	1726.884,28	0,041%	0,030%	0,030%	0,030%
18/04/2013	1733.877,48	1730.844,68	1730.844,68	1730.844,68	0,399%	0,229%	0,229%	0,229%
19/04/2013	1730.702,87	1730.916,06	1730.916,06	1730.916,06	-0,183%	0,004%	0,004%	0,004%
22/04/2013	1732.164,31	1731.807,09	1731.807,09	1731.807,09	0,084%	0,051%	0,051%	0,051%
23/04/2013	1732.469,39	1732.361,84	1732.361,84	1732.361,84	0,018%	0,032%	0,032%	0,032%
24/04/2013	1732.622,36	1732.717,11	1732.717,11	1732.717,11	0,009%	0,021%	0,021%	0,021%
25/04/2013	1731.672,04	1732.442,27	1732.442,27	1732.442,27	-0,055%	-0,016%	-0,016%	-0,016%
26/04/2013	1733.250,52	1733.105,53	1733.105,53	1733.105,53	0,091%	0,038%	0,038%	0,038%
29/04/2013	1733.790,87	1733.680,45	1733.680,45	1733.680,45	0,031%	0,033%	0,033%	0,033%
30/04/2013	1734.126,09	1734.132,03	1734.132,03	1734.132,03	0,019%	0,026%	0,026%	0,026%
Rentabilidade Acumulada					1,037%	1,031%	1,030%	1,030%
Desvio -Padrão					0,105%	0,050%	0,050%	0,051%

Tabela A.17 – Resultados da carteira *barbell* e rentabilidades no modelo curto

Data	Resultado sem hedge	Resultado I2	Resultado 01	Resultado 02	Rentabilidade sem hedge	Rentabilidade I2	Rentabilidade 01	Rentabilidade 02
01/03/2013								
04/03/2013	2.505.100,22	2.505.142,08	2.505.145,58	2.505.145,58				
05/03/2013	2.505.267,56	2.505.502,67	2.505.511,33	2.505.502,67	0,007%	0,014%	0,015%	0,014%
06/03/2013	2.506.587,56	2.506.406,39	2.506.406,39	2.506.406,39	0,053%	0,036%	0,036%	0,036%
07/03/2013	2.505.234,79	2.506.064,31	2.506.064,31	2.506.064,31	-0,054%	-0,014%	-0,014%	-0,014%
08/03/2013	2.504.052,70	2.505.289,64	2.505.267,92	2.505.267,92	-0,047%	-0,031%	-0,032%	-0,032%
11/03/2013	2.508.486,32	2.507.367,45	2.507.390,91	2.507.390,91	0,177%	0,083%	0,085%	0,085%
12/03/2013	2.506.704,03	2.507.330,78	2.507.323,39	2.507.323,39	-0,071%	-0,001%	-0,003%	-0,003%
13/03/2013	2.507.498,61	2.507.679,85	2.507.687,41	2.507.679,85	0,032%	0,014%	0,015%	0,014%
14/03/2013	2.511.150,04	2.509.909,79	2.509.909,79	2.509.909,79	0,146%	0,089%	0,089%	0,089%
15/03/2013	2.510.797,48	2.510.610,30	2.510.610,30	2.510.610,30	-0,014%	0,028%	0,028%	0,028%
18/03/2013	2.511.098,65	2.511.229,90	2.511.227,98	2.511.225,02	0,012%	0,025%	0,025%	0,024%
19/03/2013	2.512.948,18	2.512.379,25	2.512.408,98	2.512.385,13	0,074%	0,046%	0,047%	0,046%
20/03/2013	2.513.123,72	2.513.109,10	2.513.107,25	2.513.109,10	0,007%	0,029%	0,028%	0,029%
21/03/2013	2.513.458,93	2.513.596,68	2.513.596,68	2.513.596,68	0,013%	0,019%	0,019%	0,019%
22/03/2013	2.515.470,66	2.514.935,53	2.514.935,53	2.514.935,53	0,080%	0,053%	0,053%	0,053%
25/03/2013	2.515.461,12	2.515.505,86	2.515.505,86	2.515.505,86	0,000%	0,023%	0,023%	0,023%
26/03/2013	2.515.887,98	2.516.044,68	2.516.040,47	2.516.040,47	0,017%	0,021%	0,021%	0,021%
27/03/2013	2.517.677,00	2.517.236,20	2.517.215,72	2.517.236,20	0,071%	0,047%	0,047%	0,048%
28/03/2013	2.517.472,32	2.517.647,02	2.517.647,02	2.517.647,02	-0,008%	0,016%	0,017%	0,016%
01/04/2013	2.518.249,73	2.518.324,54	2.518.324,54	2.518.324,54	0,031%	0,027%	0,027%	0,027%
02/04/2013	2.519.582,15	2.519.449,49	2.519.450,02	2.519.450,02	0,053%	0,045%	0,045%	0,045%
03/04/2013	2.518.422,70	2.519.066,33	2.519.066,33	2.519.066,33	-0,046%	-0,015%	-0,015%	-0,015%
04/04/2013	2.519.754,35	2.519.849,92	2.519.849,92	2.519.849,92	0,053%	0,031%	0,031%	0,031%
05/04/2013	2.521.558,87	2.521.105,20	2.521.105,20	2.521.105,20	0,072%	0,050%	0,050%	0,050%
08/04/2013	2.520.864,37	2.521.237,43	2.521.237,43	2.521.237,43	-0,028%	0,005%	0,005%	0,005%
09/04/2013	2.520.776,06	2.521.276,10	2.521.276,10	2.521.276,10	-0,004%	0,002%	0,002%	0,002%
10/04/2013	2.521.760,31	2.521.894,35	2.521.894,35	2.521.894,35	0,039%	0,025%	0,025%	0,025%
11/04/2013	2.521.990,33	2.522.163,04	2.522.163,04	2.522.163,04	0,009%	0,011%	0,011%	0,011%
12/04/2013	2.518.724,46	2.520.898,94	2.520.898,94	2.520.898,94	-0,129%	-0,050%	-0,050%	-0,050%
15/04/2013	2.520.377,34	2.520.905,99	2.520.905,99	2.520.905,99	0,066%	0,000%	0,000%	0,000%
16/04/2013	2.521.357,43	2.521.468,36	2.521.468,36	2.521.468,36	0,039%	0,022%	0,022%	0,022%
17/04/2013	2.522.200,93	2.522.060,17	2.522.060,17	2.522.060,17	0,033%	0,023%	0,023%	0,023%
18/04/2013	2.529.580,58	2.526.472,59	2.526.472,59	2.526.472,59	0,293%	0,175%	0,175%	0,175%
19/04/2013	2.526.614,63	2.526.824,52	2.526.824,52	2.526.824,52	-0,117%	0,014%	0,014%	0,014%
22/04/2013	2.528.173,35	2.527.897,34	2.527.897,34	2.527.897,34	0,062%	0,042%	0,042%	0,042%
23/04/2013	2.528.707,26	2.528.597,95	2.528.597,95	2.528.597,95	0,021%	0,028%	0,028%	0,028%
24/04/2013	2.529.118,44	2.529.169,80	2.529.169,80	2.529.169,80	0,016%	0,023%	0,023%	0,023%
25/04/2013	2.528.454,06	2.529.228,41	2.529.228,41	2.529.228,41	-0,026%	0,002%	0,002%	0,002%
26/04/2013	2.530.132,52	2.530.023,15	2.530.023,15	2.530.023,15	0,066%	0,031%	0,031%	0,031%
29/04/2013	2.530.954,51	2.530.854,21	2.530.854,21	2.530.854,21	0,032%	0,033%	0,033%	0,033%
30/04/2013	2.531.576,66	2.531.530,47	2.531.530,47	2.531.530,47	0,025%	0,027%	0,027%	0,027%
Rentabilidade Acumulada					1,057%	1,053%	1,053%	1,053%
Desvio -Padrão					0,073%	0,035%	0,035%	0,035%

Tabela A.18 – Resultados da carteira *ladder* e rentabilidades no modelo curto

Data	Resultado sem hedge	Resultado I2	Resultado 01	Resultado 02	Rentabilidade sem hedge	Rentabilidade I2	Rentabilidade 01	Rentabilidade 02
01/03/2013								
04/03/2013	771332,71	771339,10	771339,10	771339,10				
05/03/2013	771388,89	771445,49	771445,49	771445,49	0,007%	0,014%	0,014%	0,014%
06/03/2013	771782,48	771735,38	771735,38	771735,38	0,051%	0,038%	0,038%	0,038%
07/03/2013	771370,97	771558,46	771558,46	771558,46	-0,053%	-0,023%	-0,023%	-0,023%
08/03/2013	771009,71	771289,09	771289,09	771289,09	-0,047%	-0,035%	-0,035%	-0,035%
11/03/2013	772.353,12	772.093,90	772.093,90	772.093,90	0,174%	0,104%	0,104%	0,104%
12/03/2013	771838,08	771984,83	771984,83	771984,83	-0,067%	-0,014%	-0,014%	-0,014%
13/03/2013	772.049,05	772.088,19	772.088,19	772.088,19	0,027%	0,013%	0,013%	0,013%
14/03/2013	773.152,68	772.849,14	772.849,14	772.849,14	0,143%	0,099%	0,099%	0,099%
15/03/2013	773.045,19	772.996,16	772.996,16	772.996,16	-0,014%	0,019%	0,019%	0,019%
18/03/2013	773.161,11	773.196,13	773.196,13	773.196,13	0,015%	0,026%	0,026%	0,026%
19/03/2013	773.692,72	773.556,08	773.556,08	773.532,22	0,069%	0,047%	0,047%	0,043%
20/03/2013	773.762,81	773.756,33	773.759,18	773.756,33	0,009%	0,026%	0,026%	0,029%
21/03/2013	773.860,26	773.899,93	773.907,66	773.899,93	0,013%	0,019%	0,019%	0,019%
22/03/2013	774.480,86	774.336,44	774.336,44	774.336,44	0,080%	0,056%	0,055%	0,056%
25/03/2013	774.478,02	774.489,92	774.489,92	774.489,92	0,000%	0,020%	0,020%	0,020%
26/03/2013	774.623,55	774.658,84	774.658,84	774.658,84	0,019%	0,022%	0,022%	0,022%
27/03/2013	775.160,71	775.042,36	775.042,36	775.042,36	0,069%	0,050%	0,050%	0,050%
28/03/2013	775.100,85	775.153,53	775.149,38	775.149,38	-0,008%	0,014%	0,014%	0,014%
01/04/2013	775.334,34	775.355,82	775.355,82	775.355,82	0,030%	0,026%	0,027%	0,027%
02/04/2013	775.724,66	775.681,59	775.681,59	775.681,59	0,050%	0,042%	0,042%	0,042%
03/04/2013	775.370,91	775.570,33	775.570,33	775.570,33	-0,046%	-0,014%	-0,014%	-0,014%
04/04/2013	775.800,70	775.819,29	775.819,29	775.819,29	0,055%	0,032%	0,032%	0,032%
05/04/2013	776.372,00	776.225,45	776.225,45	776.225,45	0,074%	0,052%	0,052%	0,052%
08/04/2013	776.153,61	776.258,05	776.258,05	776.258,05	-0,028%	0,004%	0,004%	0,004%
09/04/2013	776.138,54	776.283,92	776.283,92	776.283,92	-0,002%	0,003%	0,003%	0,003%
10/04/2013	776.436,77	776.475,22	776.475,22	776.475,22	0,038%	0,025%	0,025%	0,025%
11/04/2013	776.541,66	776.589,92	776.589,92	776.589,92	0,014%	0,015%	0,015%	0,015%
12/04/2013	775.521,40	776.117,88	776.117,88	776.117,88	-0,131%	-0,061%	-0,061%	-0,061%
15/04/2013	776.068,85	776.195,26	776.195,26	776.195,26	0,071%	0,010%	0,010%	0,010%
16/04/2013	776.355,50	776.383,26	776.383,26	776.383,26	0,037%	0,024%	0,024%	0,024%
17/04/2013	776.633,59	776.601,10	776.601,10	776.601,10	0,036%	0,028%	0,028%	0,028%
18/04/2013	778.837,82	778.030,82	778.030,82	778.030,82	0,284%	0,184%	0,184%	0,184%
19/04/2013	777.941,16	777.996,10	777.996,10	777.996,10	-0,115%	-0,004%	-0,004%	-0,004%
22/04/2013	778.426,09	778.345,22	778.345,22	778.345,22	0,062%	0,045%	0,045%	0,045%
23/04/2013	778.596,29	778.563,65	778.563,65	778.563,65	0,022%	0,028%	0,028%	0,028%
24/04/2013	778.723,10	778.742,92	778.742,92	778.742,92	0,016%	0,023%	0,023%	0,023%
25/04/2013	778.518,48	778.693,85	778.693,85	778.693,85	-0,026%	-0,006%	-0,006%	-0,006%
26/04/2013	779.042,05	779.017,84	779.017,84	779.017,84	0,067%	0,042%	0,042%	0,042%
29/04/2013	779.284,93	779.262,54	779.262,54	779.262,54	0,031%	0,031%	0,031%	0,031%
30/04/2013	779.475,22	779.465,22	779.465,22	779.465,22	0,024%	0,026%	0,026%	0,026%
Rentabilidade Acumulada					1,056%	1,054%	1,054%	1,054%
Desvio -Padrão					0,072%	0,040%	0,039%	0,039%

Tabela A.19 – Resultados da carteira *bullet* e margem de garantia no modelo longo

Data	Carteira Original	Carteira DI 12	Carteira DI 01	Carteira DI 02	Resultado 12	Resultado 01	Resultado 02
01/03/2013							
04/03/2013	-122,05	113,31	111,18	113,31	-8,74	-10,87	-8,74
05/03/2013	-253,52	213,39	237,66	213,39	-40,13	-15,86	-40,13
06/03/2013	86,46	-90,95	-98,54	-90,95	-4,49	-12,08	-4,49
07/03/2013	-1.023,72	995,43	1.000,94	995,43	-28,29	-22,78	-28,29
08/03/2013	-1.461,76	1.365,29	1.410,16	1.365,29	-96,47	-51,60	-96,47
11/03/2013	1.100,38	-1.075,94	-1.098,76	-1.075,94	24,44	1,62	24,44
12/03/2013	-562,62	601,39	589,93	601,39	38,77	27,31	38,77
13/03/2013	-346,78	276,47	302,48	276,47	-70,31	-44,30	-70,31
14/03/2013	1216,05	-1.297,55	-1.229,42	-1.209,53	-81,51	-13,38	6,52
15/03/2013	98,08	-139,82	-129,28	-148,78	-41,73	-31,20	-50,69
18/03/2013	-2.159	59,16	53,29	59,16	37,57	31,70	37,57
19/03/2013	402,74	-485,05	-459,72	-485,05	-82,31	-56,98	-82,31
20/03/2013	33,15	-36,60	-31,01	-36,60	-3,44	2,15	-3,44
21/03/2013	-202,89	193,85	185,42	201,58	-9,04	-17,47	-1,31
22/03/2013	625,28	-596,95	-630,39	-596,95	28,33	-5,11	28,33
25/03/2013	-52,45	54,52	55,08	54,52	2,07	2,63	2,07
26/03/2013	-87,87	105,22	105,89	105,22	17,35	18,01	17,35
27/03/2013	470,25	-440,82	-487,61	-440,82	29,42	-17,36	29,42
28/03/2013	-210,27	209,54	206,15	191,92	-0,73	-4,12	-18,35
01/04/2013	-55,12	64,27	61,39	61,34	9,14	6,27	6,22
02/04/2013	265,55	-233,23	-226,96	-233,23	32,32	38,59	32,32
03/04/2013	-843,35	812,77	812,77	812,77	-30,58	-30,58	-30,58
04/04/2013	30,35	-2,47	-2,47	-2,47	27,88	27,88	27,88
05/04/2013	691,82	-660,77	-660,77	-660,77	31,04	31,04	31,04
08/04/2013	-405,68	395,71	395,71	395,71	-9,97	-9,97	-9,97
09/04/2013	-552,29	541,17	541,17	541,17	-11,12	-11,12	-11,12
10/04/2013	-131,65	133,17	133,17	133,17	1,52	1,52	1,52
11/04/2013	-160,93	141,02	141,02	141,02	-19,90	-19,90	-19,90
12/04/2013	-2.089,88	2.195,09	2.195,09	2.195,09	105,20	105,20	105,20
15/04/2013	-382,96	406,29	406,29	406,29	23,33	23,33	23,33
16/04/2013	-113,06	110,39	110,39	110,39	-2,68	-2,68	-2,68
17/04/2013	68,67	-103,23	-103,23	-103,23	-34,56	-34,56	-34,56
18/04/2013	3.243,27	-3.189,01	-3.189,01	-3.189,01	54,26	54,26	54,26
19/04/2013	-205,70	216,21	216,21	216,21	10,51	10,51	10,51
22/04/2013	387,72	-360,29	-360,29	-360,29	27,44	27,44	27,44
23/04/2013	106,17	-113,11	-113,11	-113,11	-6,94	-6,94	-6,94
24/04/2013	-110,71	97,01	97,01	97,01	-13,69	-13,69	-13,69
25/04/2013	-770,76	829,23	829,23	829,23	58,47	58,47	58,47
26/04/2013	163,85	-159,54	-159,54	-159,54	4,31	4,31	4,31
29/04/2013	112,01	-123,78	-123,78	-123,78	-11,77	-11,77	-11,77
30/04/2013	-16,54	9,61	9,61	9,61	-6,94	-6,94	-6,94
Margem de Garantia	-1.082,36	1.030,40	1.103,35	1.096,65	-51,96	20,99	14,29
Média	-26,40	25,13	26,91	26,75	-1,27	0,51	0,35
Desvio - Padrão	789,43	787,83	788,97	784,24	39,48	30,86	37,70

Tabela A.20 – Resultados da carteira *barbell* e margem de garantia no modelo longo

Data	Carteira Original	Carteira DI 12	Carteira DI 01	Carteira DI 02	Resultado 12	Resultado 01	Resultado 02
01/03/2013							
04/03/2013	-56,74	50,53	46,73	50,53	-6,21	-10,01	-6,21
05/03/2013	-280,54	265,74	276,71	265,74	-14,80	-3,83	-14,80
06/03/2013	183,77	-193,13	-195,75	-193,13	-9,36	-11,97	-9,36
07/03/2013	-920,42	923,85	879,44	923,85	3,43	-40,98	3,43
08/03/2013	-1.387,08	1.378,06	1.319,07	1.378,06	-9,02	-68,01	-9,02
11/03/2013	1.187,19	-1.171,29	-1.171,29	-1.224,36	15,90	15,90	-37,17
12/03/2013	-633,63	640,89	640,89	640,89	7,26	7,26	7,26
13/03/2013	-255,66	217,91	222,36	217,91	-37,75	-33,30	-37,75
14/03/2013	1.361,47	-1.356,16	-1.322,09	-1.356,16	5,32	39,38	5,32
15/03/2013	167,93	-190,82	-179,60	-190,82	-22,89	-11,66	-22,89
18/03/2013	-102,05	130,22	122,42	130,22	28,17	20,38	28,17
19/03/2013	536,98	-543,60	-543,60	-574,82	-6,62	-6,62	-37,84
20/03/2013	19,41	-12,74	-12,74	-12,74	6,67	6,67	6,67
21/03/2013	-159,62	137,06	154,91	137,06	-22,55	-4,71	-22,55
22/03/2013	588,97	-543,24	-602,40	-543,24	45,73	-13,43	45,73
25/03/2013	-47,46	44,16	44,71	44,16	-3,31	-2,75	-3,31
26/03/2013	-147,55	164,97	157,37	164,97	17,42	9,82	17,42
27/03/2013	483,33	-487,58	-487,58	-508,07	-4,25	-4,25	-24,74
28/03/2013	-199,07	196,47	196,47	196,47	-2,60	-2,60	-2,60
01/04/2013	-49,78	81,80	81,80	81,80	32,02	32,02	32,02
02/04/2013	302,25	-155,35	-155,35	-155,35	146,89	146,89	146,89
03/04/2013	-767,21	744,09	757,11	744,09	-23,11	-10,10	-23,11
04/04/2013	-56,47	95,39	95,39	95,39	38,92	38,92	38,92
05/04/2013	535,18	-535,65	-535,65	-535,65	-0,46	-0,46	-0,46
08/04/2013	-418,54	403,16	403,16	403,16	-15,38	-15,38	-15,38
09/04/2013	-592,32	552,85	552,85	552,85	-39,47	-39,47	-39,47
10/04/2013	-143,00	153,46	153,46	153,46	10,46	10,46	10,46
11/04/2013	-295,51	172,72	172,72	172,72	-122,79	-122,79	-122,79
12/04/2013	-2.119,51	2.212,84	2.212,84	2.212,84	93,33	93,33	93,33
15/04/2013	-572,15	568,14	568,14	568,14	-4,02	-4,02	-4,02
16/04/2013	-134,48	110,94	110,94	110,94	-23,54	-23,54	-23,54
17/04/2013	15,98	-155,21	-155,21	-155,21	-139,23	-139,23	-139,23
18/04/2013	3.347,50	-3.356,28	-3.356,28	-3.356,28	-8,78	-8,78	-8,78
19/04/2013	-159,62	229,55	229,55	229,55	69,93	69,93	69,93
22/04/2013	349,01	-289,84	-289,84	-289,84	59,18	59,18	59,18
23/04/2013	90,81	-110,39	-110,39	-110,39	-19,58	-19,58	-19,58
24/04/2013	-99,74	53,85	53,85	53,85	-45,88	-45,88	-45,88
25/04/2013	-732,78	833,35	833,35	833,35	100,57	100,57	100,57
26/04/2013	122,47	-123,93	-123,93	-123,93	-1,47	-1,47	-1,47
29/04/2013	121,74	-108,72	-108,72	-108,72	13,02	13,02	13,02
30/04/2013	21,36	-44,42	-44,42	-44,42	-23,06	-23,06	-23,06
Margem de Garantia	-895,58	983,64	891,41	878,87	88,06	-4,18	-16,71
Média	-2,184	23,99	21,74	21,44	2,15	-0,10	-0,41
Desvio - Padrão	805,86	810,48	806,87	813,36	49,61	50,53	50,43

Tabela A.21 – Resultados da carteira *ladder* e margem de garantia no modelo longo

Data	Carteira Original	Carteira DI 12	Carteira DI 01	Carteira DI 02	Resultado 12	Resultado 01	Resultado 02
01/03/2013							
04/03/2013	-21,06	15,07	15,07	15,07	-5,99	-5,99	-5,99
05/03/2013	-85,84	87,24	87,24	87,24	1,39	1,39	1,39
06/03/2013	50,43	-59,06	-59,06	-59,06	-8,63	-8,63	-8,63
07/03/2013	-283,97	276,90	276,90	276,90	-7,07	-7,07	-7,07
08/03/2013	-426,02	420,51	420,51	420,51	-5,51	-5,51	-5,51
11/03/2013	355,22	-364,70	-364,70	-364,70	-9,49	-9,49	-9,49
12/03/2013	-183,39	193,89	193,89	193,89	10,49	10,49	10,49
13/03/2013	-89,71	75,82	75,82	75,82	-13,89	-13,89	-13,89
14/03/2013	403,39	-419,45	-419,45	-419,45	-16,06	-16,06	-16,06
15/03/2013	44,34	-52,68	-52,68	-52,68	-8,34	-8,34	-8,34
18/03/2013	-23,51	33,99	33,99	33,99	10,48	10,48	10,48
19/03/2013	150,36	-166,38	-166,38	-166,38	-16,01	-16,01	-16,01
20/03/2013	6,51	-4,59	-4,59	-4,59	1,92	1,92	1,92
21/03/2013	-51,75	46,71	38,98	46,71	-5,04	-12,78	-5,04
22/03/2013	180,64	-178,25	-152,53	-178,25	2,39	28,11	2,39
25/03/2013	-14,91	14,30	11,32	14,30	-0,61	-3,59	-0,61
26/03/2013	-38,53	47,11	39,51	47,11	8,58	0,98	8,58
27/03/2013	145,44	-128,47	-128,47	-128,47	16,96	16,96	16,96
28/03/2013	-61,40	52,67	52,67	52,67	-8,73	-8,73	-8,73
01/04/2013	-18,31	21,48	21,48	21,48	3,16	3,16	3,16
02/04/2013	81,61	-43,08	-43,08	-43,08	38,53	38,53	38,53
03/04/2013	-240,32	199,41	199,41	199,41	-40,91	-40,91	-40,91
04/04/2013	-9,54	18,58	18,58	18,58	9,04	9,04	9,04
05/04/2013	176,55	-146,55	-146,55	-146,55	30,00	30,00	30,00
08/04/2013	-125,26	104,44	104,44	104,44	-20,82	-20,82	-20,82
09/04/2013	-174,51	145,38	145,38	145,38	-29,13	-29,13	-29,13
10/04/2013	-42,50	38,45	38,45	38,45	-4,05	-4,05	-4,05
11/04/2013	-73,19	48,26	48,26	48,26	-24,93	-24,93	-24,93
12/04/2013	-651,05	596,48	596,48	596,48	-54,57	-54,57	-54,57
15/04/2013	-156,13	165,90	165,90	165,90	9,77	9,77	9,77
16/04/2013	-38,95	35,06	35,06	35,06	-3,89	-3,89	-3,89
17/04/2013	15,33	-42,65	-42,65	-42,65	-27,32	-27,32	-27,32
18/04/2013	1.001,91	-1.008,25	-1.008,25	-1.008,25	-6,33	-6,33	-6,33
19/04/2013	-55,26	68,72	68,72	68,72	13,47	13,47	13,47
22/04/2013	106,91	-94,71	-94,71	-94,71	12,20	12,20	12,20
23/04/2013	30,59	-32,64	-32,64	-32,64	-2,05	-2,05	-2,05
24/04/2013	-29,29	19,83	19,83	19,83	-9,47	-9,47	-9,47
25/04/2013	-224,94	234,37	234,37	234,37	9,43	9,43	9,43
26/04/2013	41,43	-39,59	-39,59	-39,59	1,84	1,84	1,84
29/04/2013	34,24	-29,93	-29,93	-29,93	4,31	4,31	4,31
30/04/2013	4,32	-8,75	-8,75	-8,75	-4,44	-4,44	-4,44
Margem de Garantia	-290,16	140,85	148,25	140,85	-149,31	-141,91	-149,31
Média	-7,08	3,44	3,62	3,44	-3,64	-3,46	-3,64
Desvio - Padrão	242,95	238,71	238,18	238,71	17,11	17,76	17,11

Tabela A.22 – Resultados da carteira *bullet* e margem de garantia no modelo curto

Data	Carteira Original	Carteira DI I2	Carteira DI 01	Carteira DI 02	Resultado I2	Resultado 01	Resultado 02
01/03/2013							
04/03/2013	-122,05	111,95	119,25	119,25	-10,11	-2,81	-2,81
05/03/2013	-253,52	180,45	178,16	178,16	-73,06	-75,36	-75,36
06/03/2013	86,46	-83,35	-73,76	-73,76	3,11	12,70	12,70
07/03/2013	-1023,72	989,92	984,99	980,07	-33,81	-38,73	-43,65
08/03/2013	-1461,76	1320,43	1335,98	1276,99	-141,33	-125,78	-184,77
11/03/2013	1100,38	-1029,66	-1059,27	-1006,20	70,72	41,11	94,18
12/03/2013	-562,62	605,47	631,07	598,08	42,84	68,45	35,45
13/03/2013	-346,78	250,46	249,10	241,55	-96,33	-97,68	-105,24
14/03/2013	1216,05	-1127,69	-1161,75	-1161,75	88,36	54,29	54,29
15/03/2013	98,08	-156,35	-167,58	-158,62	-58,27	-69,49	-60,53
18/03/2013	-215,9	74,90	72,97	70,02	53,30	51,38	48,42
19/03/2013	402,74	-480,65	-482,13	-474,77	-77,91	-79,39	-72,03
20/03/2013	33,15	-39,37	-43,11	-41,26	-6,21	-9,95	-8,10
21/03/2013	-202,89	192,85	193,54	193,54	-10,04	-9,35	-9,35
22/03/2013	625,28	-563,51	-581,13	-555,41	61,77	44,15	69,87
25/03/2013	-52,45	54,54	55,13	55,13	2,10	2,68	2,68
26/03/2013	-87,87	92,73	100,33	96,78	4,86	12,46	8,91
27/03/2013	470,25	-451,19	-404,41	-441,08	19,05	65,84	29,17
28/03/2013	-210,27	195,31	191,16	183,62	-14,96	-19,11	-26,65
01/04/2013	-55,12	54,35	54,35	54,35	-0,77	-0,77	-0,77
02/04/2013	265,55	-210,01	-209,48	-209,48	55,54	56,07	56,07
03/04/2013	-843,35	729,24	729,24	729,24	-114,11	-114,11	-114,11
04/04/2013	30,35	7,10	9,20	9,20	37,45	39,55	39,55
05/04/2013	691,82	-640,92	-640,92	-640,92	50,90	50,90	50,90
08/04/2013	-405,68	365,61	365,61	365,61	-40,08	-40,08	-40,08
09/04/2013	-552,29	488,36	488,36	488,36	-63,93	-63,93	-63,93
10/04/2013	-131,65	120,11	120,11	120,11	-11,54	-11,54	-11,54
11/04/2013	-160,93	125,05	125,05	125,05	-35,88	-35,88	-35,88
12/04/2013	-2.089,88	1930,29	1930,29	1930,29	-159,59	-159,59	-159,59
15/04/2013	-382,96	371,63	371,63	371,63	-11,34	-11,34	-11,34
16/04/2013	-113,06	99,39	99,39	99,39	-13,67	-13,67	-13,67
17/04/2013	68,67	-95,35	-95,35	-95,35	-26,68	-26,68	-26,68
18/04/2013	3.243,27	-3.032,80	-3.032,80	-3.032,80	210,47	210,47	210,47
19/04/2013	-205,70	213,19	213,19	213,19	7,49	7,49	7,49
22/04/2013	387,72	-357,22	-357,22	-357,22	30,50	30,50	30,50
23/04/2013	106,17	-107,55	-107,55	-107,55	-1,37	-1,37	-1,37
24/04/2013	-110,71	94,74	94,74	94,74	-15,97	-15,97	-15,97
25/04/2013	-770,76	770,23	770,23	770,23	-0,53	-0,53	-0,53
26/04/2013	163,85	-144,99	-144,99	-144,99	18,86	18,86	18,86
29/04/2013	112,01	-110,42	-110,42	-110,42	1,59	1,59	1,59
30/04/2013	-16,54	5,95	5,95	5,95	-10,59	-10,59	-10,59
Margem de Garantia	-1082,35	813,22	817,15	758,95	-269,17	-265,21	-323,44
Média	-26,40	19,83	19,93	18,51	-6,57	-6,47	-7,89
Desvio -Padrão	789,43	736,28	739,44	733,88	64,29	63,45	67,33

Tabela A.23 – Resultados da carteira *barbell* e margem de garantia no modelo curto

Data	Carteira Original	Carteira DI I2	Carteira DI 01	Carteira DI 02	Resultado I2	Resultado 01	Resultado 02
01/03/2013							
04/03/2013	-56,74	4186	45,36	45,36	-14,88	-11,38	-11,38
05/03/2013	-280,54	235,10	243,77	235,10	-45,44	-36,77	-45,44
06/03/2013	183,77	-181,17	-181,17	-181,17	2,60	2,60	2,60
07/03/2013	-920,42	829,52	829,52	829,52	-90,90	-90,90	-90,90
08/03/2013	-1.387,08	1.236,93	1.215,22	1.215,22	-150,15	-171,87	-171,87
11/03/2013	1.187,19	-1.118,87	-1.095,41	-1.095,41	68,32	91,78	91,78
12/03/2013	-633,63	626,75	619,36	619,36	-6,88	-14,27	-14,27
13/03/2013	-255,66	181,23	188,79	181,23	-74,43	-66,87	-74,43
14/03/2013	1.361,47	-1.240,25	-1.240,25	-1.240,25	121,22	121,22	121,22
15/03/2013	167,93	-187,17	-187,17	-187,17	-19,24	-19,24	-19,24
18/03/2013	-102,05	131,25	129,33	126,37	29,20	27,28	24,32
19/03/2013	536,98	-568,93	-539,20	-563,05	-31,95	-2,22	-26,07
20/03/2013	19,41	-14,62	-16,47	-14,62	4,78	2,93	4,78
21/03/2013	-159,62	137,76	137,76	137,76	-21,86	-21,86	-21,86
22/03/2013	588,97	-535,13	-535,13	-535,13	53,83	53,83	53,83
25/03/2013	-47,46	44,74	44,74	44,74	-2,73	-2,73	-2,73
26/03/2013	-147,55	156,70	152,49	152,49	9,15	4,94	4,94
27/03/2013	483,33	-440,80	-461,28	-440,80	42,54	22,05	42,54
28/03/2013	-199,07	174,70	174,70	174,70	-24,37	-24,37	-24,37
01/04/2013	-49,78	74,81	74,81	74,81	25,03	25,03	25,03
02/04/2013	302,25	-132,66	-132,14	-132,14	169,58	170,11	170,11
03/04/2013	-767,21	643,63	643,63	643,63	-123,57	-123,57	-123,57
04/04/2013	-56,47	95,57	95,57	95,57	39,11	39,11	39,11
05/04/2013	535,18	-453,67	-453,67	-453,67	81,51	81,51	81,51
08/04/2013	-418,54	373,06	373,06	373,06	-45,48	-45,48	-45,48
09/04/2013	-592,32	500,04	500,04	500,04	-92,28	-92,28	-92,28
10/04/2013	-143,00	134,04	134,04	134,04	-8,96	-8,96	-8,96
11/04/2013	-295,51	172,72	172,72	172,72	-122,79	-122,79	-122,79
12/04/2013	-2.119,51	2.174,49	2.174,49	2.174,49	54,97	54,97	54,97
15/04/2013	-572,15	528,65	528,65	528,65	-43,50	-43,50	-43,50
16/04/2013	-134,48	110,94	110,94	110,94	-23,54	-23,54	-23,54
17/04/2013	15,98	-140,76	-140,76	-140,76	-124,79	-124,79	-124,79
18/04/2013	3.347,50	-3.107,99	-3.107,99	-3.107,99	239,51	239,51	239,51
19/04/2013	-159,62	209,90	209,90	209,90	50,27	50,27	50,27
22/04/2013	349,01	-276,01	-276,01	-276,01	73,00	73,00	73,00
23/04/2013	90,81	-109,31	-109,31	-109,31	-18,50	-18,50	-18,50
24/04/2013	-99,74	51,36	51,36	51,36	-48,38	-48,38	-48,38
25/04/2013	-732,78	774,35	774,35	774,35	41,57	41,57	41,57
26/04/2013	122,47	-109,38	-109,38	-109,38	13,09	13,09	13,09
29/04/2013	121,74	-100,30	-100,30	-100,30	21,44	21,44	21,44
30/04/2013	21,36	-46,18	-46,18	-46,18	-24,83	-24,83	-24,83
Margem de Garantia	-895,58	876,90	892,78	872,07	-18,73	-2,86	-23,56
Média	-2,184	21,39	21,78	21,27	-0,46	-0,07	-0,57
Desvio - Padrão	805,86	758,05	756,00	756,01	76,92	78,00	78,58

Tabela A.24 – Resultados da carteira *ladder* e margem de garantia no modelo curto

Data	Carteira Original	Carteira DI 12	Carteira DI 01	Carteira DI 02	Resultado 12	Resultado 01	Resultado 02
01/03/2013							
04/03/2013	-21,06	6,40	6,40	6,40	-14,66	-14,66	-14,66
05/03/2013	-85,84	56,60	56,60	56,60	-29,25	-29,25	-29,25
06/03/2013	50,43	-47,10	-47,10	-47,10	3,33	3,33	3,33
07/03/2013	-283,97	187,49	187,49	187,49	-96,48	-96,48	-96,48
08/03/2013	-426,02	279,38	279,38	279,38	-146,64	-146,64	-146,64
11/03/2013	355,22	-259,21	-259,21	-259,21	96,00	96,00	96,00
12/03/2013	-183,39	146,75	146,75	146,75	-36,64	-36,64	-36,64
13/03/2013	-89,71	39,14	39,14	39,14	-50,57	-50,57	-50,57
14/03/2013	403,39	-303,54	-303,54	-303,54	99,84	99,84	99,84
15/03/2013	44,34	-49,03	-49,03	-49,03	-4,70	-4,70	-4,70
18/03/2013	-23,51	35,02	35,02	35,02	11,51	11,51	11,51
19/03/2013	150,36	-136,64	-136,64	-160,50	13,72	13,72	-10,13
20/03/2013	6,51	-6,48	-3,63	-6,48	0,03	2,89	0,03
21/03/2013	-51,75	39,67	47,40	39,67	-12,08	-4,35	-12,08
22/03/2013	180,64	-144,42	-144,42	-144,42	36,22	36,22	36,22
25/03/2013	-14,91	11,90	11,90	11,90	-3,01	-3,01	-3,01
26/03/2013	-38,53	35,29	35,29	35,29	-3,24	-3,24	-3,24
27/03/2013	145,44	-118,36	-118,36	-118,36	27,08	27,08	27,08
28/03/2013	-61,40	52,67	48,53	48,53	-8,73	-12,87	-12,87
01/04/2013	-18,31	21,48	21,48	21,48	3,16	3,16	3,16
02/04/2013	81,61	-43,08	-43,08	-43,08	38,53	38,53	38,53
03/04/2013	-240,32	199,41	199,41	199,41	-40,91	-40,91	-40,91
04/04/2013	-9,54	18,58	18,58	18,58	9,04	9,04	9,04
05/04/2013	176,55	-146,55	-146,55	-146,55	30,00	30,00	30,00
08/04/2013	-125,26	104,44	104,44	104,44	-20,82	-20,82	-20,82
09/04/2013	-174,51	145,38	145,38	145,38	-29,13	-29,13	-29,13
10/04/2013	-42,50	38,45	38,45	38,45	-4,05	-4,05	-4,05
11/04/2013	-73,19	48,26	48,26	48,26	-24,93	-24,93	-24,93
12/04/2013	-65,105	596,48	596,48	596,48	-54,57	-54,57	-54,57
15/04/2013	-156,13	126,42	126,42	126,42	-29,72	-29,72	-29,72
16/04/2013	-38,95	27,76	27,76	27,76	-11,19	-11,19	-11,19
17/04/2013	15,33	-32,49	-32,49	-32,49	-17,16	-17,16	-17,16
18/04/2013	1001,91	-807,00	-807,00	-807,00	194,91	194,91	194,91
19/04/2013	-55,26	54,94	54,94	54,94	-0,32	-0,32	-0,32
22/04/2013	106,91	-80,88	-80,88	-80,88	26,03	26,03	26,03
23/04/2013	30,59	-32,64	-32,64	-32,64	-2,05	-2,05	-2,05
24/04/2013	-29,29	19,83	19,83	19,83	-9,47	-9,47	-9,47
25/04/2013	-224,94	175,37	175,37	175,37	-49,57	-49,57	-49,57
26/04/2013	41,43	-24,22	-24,22	-24,22	17,22	17,22	17,22
29/04/2013	34,24	-22,39	-22,39	-22,39	11,85	11,85	11,85
30/04/2013	4,32	-9,99	-9,99	-9,99	-5,68	-5,68	-5,68
Margem de Garantia	-290,12	203,09	209,53	175,09	-87,10	-80,65	-115,09
Média	-7,08	4,95	5,11	4,27	-2,12	-1,97	-2,81
Desvio - Padrão	242,95	195,61	195,62	196,05	52,31	52,31	52,28

Tabela A.25 – Yield to Maturity da carteira bullet no modelo longo

Data	YtM s e m h e d g e	YtM 12	YtM 01	YtM 02
01/03/2013				
04/03/2013	7,477%	7,466%	7,466%	7,466%
05/03/2013	7,517%	7,496%	7,494%	7,496%
06/03/2013	7,479%	7,488%	7,488%	7,488%
07/03/2013	7,689%	7,592%	7,592%	7,592%
08/03/2013	7,879%	7,745%	7,741%	7,745%
11/03/2013	7,524%	7,630%	7,632%	7,630%
12/03/2013	7,747%	7,688%	7,689%	7,688%
13/03/2013	7,765%	7,738%	7,735%	7,738%
14/03/2013	7,493%	7,622%	7,615%	7,613%
15/03/2013	7,598%	7,612%	7,611%	7,613%
18/03/2013	7,616%	7,610%	7,611%	7,610%
19/03/2013	7,536%	7,586%	7,583%	7,586%
20/03/2013	7,574%	7,578%	7,578%	7,578%
21/03/2013	7,623%	7,603%	7,604%	7,603%
22/03/2013	7,477%	7,539%	7,542%	7,539%
25/03/2013	7,556%	7,551%	7,551%	7,551%
26/03/2013	7,573%	7,562%	7,562%	7,562%
27/03/2013	7,469%	7,515%	7,520%	7,515%
28/03/2013	7,566%	7,544%	7,544%	7,544%
01/04/2013	7,559%	7,552%	7,553%	7,553%
02/04/2013	7,500%	7,525%	7,524%	7,525%
03/04/2013	7,715%	7,627%	7,627%	7,627%
04/04/2013	7,621%	7,621%	7,621%	7,621%
05/04/2013	7,477%	7,549%	7,549%	7,549%
08/04/2013	7,646%	7,602%	7,602%	7,602%
09/04/2013	7,729%	7,668%	7,668%	7,668%
10/04/2013	7,701%	7,686%	7,686%	7,686%
11/04/2013	7,728%	7,712%	7,712%	7,712%
12/04/2013	8,192%	7,941%	7,941%	7,941%
15/04/2013	8,048%	8,001%	8,001%	8,001%
16/04/2013	8,038%	8,025%	8,025%	8,025%
17/04/2013	8,016%	8,028%	8,028%	8,028%
18/04/2013	7,271%	7,643%	7,643%	7,643%
19/04/2013	7,701%	7,676%	7,676%	7,676%
22/04/2013	7,588%	7,631%	7,631%	7,631%
23/04/2013	7,612%	7,625%	7,625%	7,625%
24/04/2013	7,654%	7,642%	7,642%	7,642%
25/04/2013	7,831%	7,730%	7,730%	7,730%
26/04/2013	7,701%	7,721%	7,721%	7,721%
29/04/2013	7,698%	7,713%	7,713%	7,713%
30/04/2013	7,719%	7,718%	7,718%	7,718%
Média	7,656%	7,654%	7,654%	7,654%
Desvio- Padrão	0,181%	0,136%	0,136%	0,136%

Tabela A.26 – *Yield to Maturity* da carteira *barbell* no modelo longo

Data	YtM s e m h e d g e	YtM 12	YtM 01	YtM 02
01/03/2013				
04/03/2013	7,343%	7,339%	7,340%	7,339%
05/03/2013	7,388%	7,366%	7,365%	7,366%
06/03/2013	7,337%	7,353%	7,353%	7,353%
07/03/2013	7,509%	7,432%	7,435%	7,432%
08/03/2013	7,670%	7,553%	7,558%	7,553%
11/03/2013	7,355%	7,455%	7,455%	7,459%
12/03/2013	7,568%	7,513%	7,513%	7,513%
13/03/2013	7,562%	7,544%	7,543%	7,544%
14/03/2013	7,308%	7,426%	7,423%	7,426%
15/03/2013	7,400%	7,417%	7,416%	7,417%
18/03/2013	7,437%	7,425%	7,426%	7,425%
19/03/2013	7,336%	7,384%	7,384%	7,387%
20/03/2013	7,383%	7,384%	7,384%	7,384%
21/03/2013	7,417%	7,405%	7,403%	7,405%
22/03/2013	7,299%	7,348%	7,354%	7,348%
25/03/2013	7,364%	7,360%	7,360%	7,360%
26/03/2013	7,390%	7,375%	7,376%	7,375%
27/03/2013	7,290%	7,335%	7,335%	7,337%
28/03/2013	7,375%	7,357%	7,357%	7,357%
01/04/2013	7,369%	7,361%	7,361%	7,361%
02/04/2013	7,309%	7,324%	7,324%	7,324%
03/04/2013	7,490%	7,418%	7,417%	7,418%
04/04/2013	7,430%	7,421%	7,421%	7,421%
05/04/2013	7,323%	7,376%	7,376%	7,376%
08/04/2013	7,462%	7,422%	7,422%	7,422%
09/04/2013	7,544%	7,488%	7,488%	7,488%
10/04/2013	7,518%	7,502%	7,502%	7,502%
11/04/2013	7,568%	7,551%	7,551%	7,551%
12/04/2013	7,982%	7,753%	7,753%	7,753%
15/04/2013	7,890%	7,830%	7,830%	7,830%
16/04/2013	7,866%	7,854%	7,854%	7,854%
17/04/2013	7,857%	7,874%	7,874%	7,874%
18/04/2013	7,147%	7,506%	7,506%	7,506%
19/04/2013	7,542%	7,518%	7,518%	7,518%
22/04/2013	7,452%	7,483%	7,483%	7,483%
23/04/2013	7,472%	7,485%	7,485%	7,485%
24/04/2013	7,507%	7,501%	7,501%	7,501%
25/04/2013	7,664%	7,570%	7,570%	7,570%
26/04/2013	7,557%	7,571%	7,571%	7,571%
29/04/2013	7,547%	7,559%	7,559%	7,559%
30/04/2013	7,559%	7,565%	7,565%	7,565%
Média	7,483%	7,481%	7,481%	7,481%
Desvio- Padrão	0,177%	0,138%	0,138%	0,138%

Tabela A.27 – Yield to Maturity da carteira ladder no modelo longo

Data	YtM s e m h e d g e	YtM 12	YtM 01	YtM 02
01/03/2013				
04/03/2013	7,350%	7,346%	7,346%	7,346%
05/03/2013	7,394%	7,370%	7,370%	7,370%
06/03/2013	7,345%	7,362%	7,362%	7,362%
07/03/2013	7,520%	7,443%	7,443%	7,443%
08/03/2013	7,684%	7,566%	7,566%	7,566%
11/03/2013	7,368%	7,471%	7,471%	7,471%
12/03/2013	7,577%	7,521%	7,521%	7,521%
13/03/2013	7,580%	7,559%	7,559%	7,559%
14/03/2013	7,326%	7,447%	7,447%	7,447%
15/03/2013	7,421%	7,436%	7,436%	7,436%
18/03/2013	7,451%	7,441%	7,441%	7,441%
19/03/2013	7,359%	7,408%	7,408%	7,408%
20/03/2013	7,403%	7,404%	7,404%	7,404%
21/03/2013	7,440%	7,426%	7,428%	7,426%
22/03/2013	7,318%	7,372%	7,365%	7,372%
25/03/2013	7,386%	7,381%	7,382%	7,381%
26/03/2013	7,408%	7,394%	7,396%	7,394%
27/03/2013	7,310%	7,350%	7,350%	7,350%
28/03/2013	7,396%	7,380%	7,380%	7,380%
01/04/2013	7,392%	7,385%	7,385%	7,385%
02/04/2013	7,337%	7,351%	7,351%	7,351%
03/04/2013	7,522%	7,457%	7,457%	7,457%
04/04/2013	7,454%	7,448%	7,448%	7,448%
05/04/2013	7,340%	7,388%	7,388%	7,388%
08/04/2013	7,484%	7,450%	7,450%	7,450%
09/04/2013	7,564%	7,515%	7,515%	7,515%
10/04/2013	7,539%	7,526%	7,526%	7,526%
11/04/2013	7,579%	7,563%	7,563%	7,563%
12/04/2013	8,010%	7,803%	7,803%	7,803%
15/04/2013	7,901%	7,843%	7,843%	7,843%
16/04/2013	7,883%	7,870%	7,870%	7,870%
17/04/2013	7,867%	7,882%	7,882%	7,882%
18/04/2013	7,162%	7,522%	7,522%	7,522%
19/04/2013	7,562%	7,537%	7,537%	7,537%
22/04/2013	7,467%	7,502%	7,502%	7,502%
23/04/2013	7,487%	7,499%	7,499%	7,499%
24/04/2013	7,523%	7,515%	7,515%	7,515%
25/04/2013	7,684%	7,596%	7,596%	7,596%
26/04/2013	7,572%	7,587%	7,587%	7,587%
29/04/2013	7,565%	7,577%	7,577%	7,577%
30/04/2013	7,579%	7,582%	7,582%	7,582%
Média	7,500%	7,499%	7,499%	7,499%
Desvio- Padrão	0,176%	0,139%	0,139%	0,139%

Tabela A.28 – Yield to Maturity da carteira *bullet* no modelo curto

Data	YtM s e m h e d g e	YtM 12	YtM 01	YtM 02
01/03/2013				
04/03/2013	7,477%	7,466%	7,466%	7,466%
05/03/2013	7,517%	7,499%	7,500%	7,500%
06/03/2013	7,479%	7,487%	7,486%	7,486%
07/03/2013	7,689%	7,593%	7,593%	7,594%
08/03/2013	7,879%	7,750%	7,748%	7,754%
11/03/2013	7,524%	7,625%	7,628%	7,623%
12/03/2013	7,747%	7,688%	7,685%	7,688%
13/03/2013	7,765%	7,740%	7,740%	7,741%
14/03/2013	7,493%	7,605%	7,609%	7,609%
15/03/2013	7,598%	7,614%	7,615%	7,614%
18/03/2013	7,616%	7,609%	7,609%	7,609%
19/03/2013	7,536%	7,585%	7,585%	7,585%
20/03/2013	7,574%	7,578%	7,579%	7,579%
21/03/2013	7,623%	7,604%	7,603%	7,603%
22/03/2013	7,477%	7,535%	7,537%	7,535%
25/03/2013	7,556%	7,551%	7,551%	7,551%
26/03/2013	7,573%	7,563%	7,563%	7,563%
27/03/2013	7,469%	7,516%	7,511%	7,515%
28/03/2013	7,566%	7,545%	7,546%	7,547%
01/04/2013	7,559%	7,553%	7,553%	7,553%
02/04/2013	7,500%	7,522%	7,522%	7,522%
03/04/2013	7,715%	7,636%	7,636%	7,636%
04/04/2013	7,621%	7,620%	7,620%	7,620%
05/04/2013	7,477%	7,547%	7,547%	7,547%
08/04/2013	7,646%	7,606%	7,606%	7,606%
09/04/2013	7,729%	7,674%	7,674%	7,674%
10/04/2013	7,701%	7,688%	7,688%	7,688%
11/04/2013	7,728%	7,714%	7,714%	7,714%
12/04/2013	8,192%	7,971%	7,971%	7,971%
15/04/2013	8,048%	8,005%	8,005%	8,005%
16/04/2013	8,038%	8,026%	8,026%	8,026%
17/04/2013	8,016%	8,027%	8,027%	8,027%
18/04/2013	7,271%	7,625%	7,625%	7,625%
19/04/2013	7,701%	7,676%	7,676%	7,676%
22/04/2013	7,588%	7,631%	7,631%	7,631%
23/04/2013	7,612%	7,625%	7,625%	7,625%
24/04/2013	7,654%	7,643%	7,643%	7,643%
25/04/2013	7,831%	7,738%	7,738%	7,738%
26/04/2013	7,701%	7,719%	7,719%	7,719%
29/04/2013	7,698%	7,711%	7,711%	7,711%
30/04/2013	7,719%	7,719%	7,719%	7,719%
Média	7,656%	7,654%	7,654%	7,655%
Desvio- Padrão	0,181%	0,138%	0,138%	0,138%

Tabela A.29 – Yield to Maturity da carteira *barbell* no modelo curto

Data	YtM s e m h e d g e	YtM 12	YtM 01	YtM 02
01/03/2013				
04/03/2013	7,343%	7,340%	7,340%	7,340%
05/03/2013	7,388%	7,368%	7,368%	7,368%
06/03/2013	7,337%	7,352%	7,352%	7,352%
07/03/2013	7,509%	7,440%	7,440%	7,440%
08/03/2013	7,670%	7,565%	7,567%	7,567%
11/03/2013	7,355%	7,450%	7,448%	7,448%
12/03/2013	7,568%	7,515%	7,515%	7,515%
13/03/2013	7,562%	7,547%	7,546%	7,547%
14/03/2013	7,308%	7,416%	7,416%	7,416%
15/03/2013	7,400%	7,417%	7,417%	7,417%
18/03/2013	7,437%	7,425%	7,425%	7,425%
19/03/2013	7,336%	7,386%	7,384%	7,386%
20/03/2013	7,383%	7,384%	7,385%	7,384%
21/03/2013	7,417%	7,405%	7,405%	7,405%
22/03/2013	7,299%	7,348%	7,348%	7,348%
25/03/2013	7,364%	7,360%	7,360%	7,360%
26/03/2013	7,390%	7,376%	7,376%	7,376%
27/03/2013	7,290%	7,331%	7,333%	7,331%
28/03/2013	7,375%	7,359%	7,359%	7,359%
01/04/2013	7,369%	7,362%	7,362%	7,362%
02/04/2013	7,309%	7,322%	7,322%	7,322%
03/04/2013	7,490%	7,428%	7,428%	7,428%
04/04/2013	7,430%	7,421%	7,421%	7,421%
05/04/2013	7,323%	7,368%	7,368%	7,368%
08/04/2013	7,462%	7,425%	7,425%	7,425%
09/04/2013	7,544%	7,493%	7,493%	7,493%
10/04/2013	7,518%	7,504%	7,504%	7,504%
11/04/2013	7,568%	7,551%	7,551%	7,551%
12/04/2013	7,982%	7,757%	7,757%	7,757%
15/04/2013	7,890%	7,834%	7,834%	7,834%
16/04/2013	7,866%	7,854%	7,854%	7,854%
17/04/2013	7,857%	7,872%	7,872%	7,872%
18/04/2013	7,147%	7,479%	7,479%	7,479%
19/04/2013	7,542%	7,520%	7,520%	7,520%
22/04/2013	7,452%	7,482%	7,482%	7,482%
23/04/2013	7,472%	7,484%	7,484%	7,484%
24/04/2013	7,507%	7,501%	7,501%	7,501%
25/04/2013	7,664%	7,577%	7,577%	7,577%
26/04/2013	7,557%	7,570%	7,570%	7,570%
29/04/2013	7,547%	7,558%	7,558%	7,558%
30/04/2013	7,559%	7,565%	7,565%	7,565%
Média	7,483%	7,481%	7,481%	7,481%
Desvio- Padrão	0,177%	0,139%	0,139%	0,139%

Tabela A.30 – Yield to Maturity da carteira ladder no modelo curto

Data	YtM s e m h e d g e	YtM 12	YtM 01	YtM 02
01/03/2013				
04/03/2013	7,350%	7,348%	7,348%	7,348%
05/03/2013	7,394%	7,378%	7,378%	7,378%
06/03/2013	7,345%	7,358%	7,358%	7,358%
07/03/2013	7,520%	7,468%	7,468%	7,468%
08/03/2013	7,684%	7,605%	7,605%	7,605%
11/03/2013	7,368%	7,441%	7,441%	7,441%
12/03/2013	7,577%	7,535%	7,535%	7,535%
13/03/2013	7,580%	7,569%	7,569%	7,569%
14/03/2013	7,326%	7,414%	7,414%	7,414%
15/03/2013	7,421%	7,435%	7,435%	7,435%
18/03/2013	7,451%	7,441%	7,441%	7,441%
19/03/2013	7,359%	7,399%	7,399%	7,406%
20/03/2013	7,403%	7,405%	7,404%	7,405%
21/03/2013	7,440%	7,428%	7,425%	7,428%
22/03/2013	7,318%	7,362%	7,362%	7,362%
25/03/2013	7,386%	7,382%	7,382%	7,382%
26/03/2013	7,408%	7,397%	7,397%	7,397%
27/03/2013	7,310%	7,346%	7,346%	7,346%
28/03/2013	7,396%	7,380%	7,381%	7,381%
01/04/2013	7,392%	7,385%	7,385%	7,385%
02/04/2013	7,337%	7,351%	7,351%	7,351%
03/04/2013	7,522%	7,457%	7,457%	7,457%
04/04/2013	7,454%	7,448%	7,448%	7,448%
05/04/2013	7,340%	7,388%	7,388%	7,388%
08/04/2013	7,484%	7,450%	7,450%	7,450%
09/04/2013	7,564%	7,515%	7,515%	7,515%
10/04/2013	7,539%	7,526%	7,526%	7,526%
11/04/2013	7,579%	7,563%	7,563%	7,563%
12/04/2013	8,010%	7,803%	7,803%	7,803%
15/04/2013	7,901%	7,857%	7,857%	7,857%
16/04/2013	7,883%	7,873%	7,873%	7,873%
17/04/2013	7,867%	7,879%	7,879%	7,879%
18/04/2013	7,162%	7,450%	7,450%	7,450%
19/04/2013	7,562%	7,542%	7,542%	7,542%
22/04/2013	7,467%	7,497%	7,497%	7,497%
23/04/2013	7,487%	7,499%	7,499%	7,499%
24/04/2013	7,523%	7,515%	7,515%	7,515%
25/04/2013	7,684%	7,618%	7,618%	7,618%
26/04/2013	7,572%	7,581%	7,581%	7,581%
29/04/2013	7,565%	7,574%	7,574%	7,574%
30/04/2013	7,579%	7,583%	7,583%	7,583%
Média	7,500%	7,499%	7,499%	7,499%
Desvio- Padrão	0,176%	0,141%	0,141%	0,141%

Tabela A.31 – Quantidade de contratos futuro para as carteiras do Intervalo 02

	Bullet			Barbell			Ladder		
	CP1	CP2	CP3	CP1	CP2	CP3	CP1	CP2	CP3
01/03/2013	-52	36	7	-11	25	1	-8	9	1
04/03/2013	-59	38	7	-13	26	1	-9	9	1
05/03/2013	-65	41	7	-15	26	2	-10	9	1
06/03/2013	-73	43	8	-17	27	2	-11	9	1
07/03/2013	-80	45	9	-19	27	2	-11	10	1
08/03/2013	-88	48	10	-21	27	3	-12	10	1
11/03/2013	-96	50	11	-22	27	3	-13	10	1
12/03/2013	-104	51	12	-23	27	3	-14	10	1
13/03/2013	-102	49	13	-23	27	4	-14	10	2
14/03/2013	-99	46	13	-23	26	4	-13	9	2
15/03/2013	-94	43	14	-21	25	4	-13	9	2
18/03/2013	-88	39	14	-20	24	4	-12	8	2
19/03/2013	-81	36	14	-18	23	4	-11	7	2
20/03/2013	-73	32	14	-15	21	4	-9	7	2
21/03/2013	-64	28	14	-12	20	4	-8	6	2
22/03/2013	-55	24	13	-9	19	4	-7	6	2
25/03/2013	-46	21	13	-6	18	4	-5	5	2
26/03/2013	-38	18	12	-3	16	4	-4	5	2
27/03/2013	-30	15	11	-1	15	4	-3	4	1
28/03/2013	-23	13	11	2	15	3	-1	4	1
01/04/2013	-16	11	10	4	14	3	0	3	1
02/04/2013	-10	9	9	6	13	3	1	3	1
03/04/2013	-5	8	9	8	13	3	2	3	1
04/04/2013	-1	7	8	10	12	3	2	3	1
05/04/2013	3	6	8	11	12	2	3	3	1
08/04/2013	3	7	7	11	13	2	3	3	1
09/04/2013	2	7	7	10	13	2	3	3	1
10/04/2013	2	7	7	10	13	2	3	3	1
11/04/2013	2	7	7	10	14	2	3	3	1
12/04/2013	2	7	7	9	14	2	3	3	1
15/04/2013	1	8	7	9	14	2	2	3	1
16/04/2013	1	8	7	9	15	2	2	3	1
17/04/2013	1	8	7	8	15	1	2	3	1
18/04/2013	1	8	7	8	16	1	2	3	1
19/04/2013	0	9	7	7	16	1	2	3	1
22/04/2013	0	9	7	7	16	1	2	3	1
23/04/2013	0	9	7	6	17	1	2	4	1
24/04/2013	-1	9	7	6	17	1	2	4	1
25/04/2013	-1	10	6	5	18	0	2	4	0
26/04/2013	-1	10	6	5	18	0	1	4	0
29/04/2013	-2	10	6	5	18	0	1	4	0
30/04/2013	-2	11	6	5	18	0	1	4	0

Tabela A.32 – Resultados da carteira *bullet* e margem de garantia no modelo do Intervalo 02

Data	Bullet		
	Carteira Original	Carteira DI Intervalo 02	Resultado Intervalo 02
01/03/2013			
04/03/2013	-122,05	444,51	322,45
05/03/2013	-253,52	-219,61	-473,13
06/03/2013	86,46	381,34	467,80
07/03/2013	-1.023,72	2.364,96	1.341,24
08/03/2013	-1.461,76	2.114,30	652,54
11/03/2013	1.100,38	-1.303,26	-202,88
12/03/2013	-562,62	1.391,09	828,46
13/03/2013	-346,78	334,87	-11,91
14/03/2013	1.216,05	-1.233,45	-17,41
15/03/2013	98,08	-488,75	-390,67
18/03/2013	-21,59	93,35	71,75
19/03/2013	402,74	-981,35	-578,61
20/03/2013	33,15	-236,99	-203,84
21/03/2013	-202,89	510,64	307,76
22/03/2013	625,28	-835,16	-209,88
25/03/2013	-52,45	142,98	90,53
26/03/2013	-87,87	25,18	-62,69
27/03/2013	470,25	-407,25	63,00
28/03/2013	-210,27	196,36	-13,91
01/04/2013	-55,12	25,36	-29,76
02/04/2013	265,55	-255,31	10,24
03/04/2013	-843,35	809,10	-34,25
04/04/2013	30,35	5,92	36,27
05/04/2013	691,82	-640,92	50,90
08/04/2013	-405,68	365,61	-40,08
09/04/2013	-552,29	488,36	-63,93
10/04/2013	-131,65	120,11	-11,54
11/04/2013	-160,93	125,05	-35,88
12/04/2013	-2.089,88	1.930,29	-159,59
15/04/2013	-382,96	371,63	-11,34
16/04/2013	-113,06	99,39	-13,67
17/04/2013	68,67	-95,35	-26,68
18/04/2013	3.243,27	-3.032,80	210,47
19/04/2013	-205,70	213,19	7,49
22/04/2013	387,72	-357,22	30,50
23/04/2013	106,17	-107,55	-1,37
24/04/2013	-110,71	94,74	-15,97
25/04/2013	-770,76	770,23	-0,53
26/04/2013	163,85	-144,99	18,86
29/04/2013	112,01	-110,42	1,59
30/04/2013	-16,54	5,95	-10,59
Saldo de Garantia	-1.082,36	2.974,13	1.891,78
Média	-26,40	72,54	46,14
DP	789,43	913,66	323,53

Tabela A.33 - Resultados dos testes de estacionariedade Dickey-Fuller Aumentado (ADF) dos retornos, para diferentes períodos.

Variável	Estatística de teste
$\Delta(DI\ 3\ meses)$	-11,71292*
$\Delta(DI\ 6\ meses)$	-13,63200*
$\Delta(DI\ 9\ meses)$	-14,55087*
$\Delta(DI\ 1\ ano)$	-15,03967*
$\Delta(DI\ 1\ ano\ e\ 3\ meses)$	-15,07101*
$\Delta(DI\ 1\ ano\ e\ 6\ meses)$	-15,13008*
$\Delta(DI\ 1\ ano\ e\ 9\ meses)$	-14,87088*
$\Delta(DI\ 2\ anos)$	-14,57752*
$\Delta(DI\ 2\ ano\ e\ 3\ meses)$	-14,74124*
$\Delta(DI\ 2\ ano\ e\ 6\ meses)$	-15,14237*
$\Delta(DI\ 2\ ano\ e\ 9\ meses)$	-15,52944*
$\Delta(DI\ 3\ anos)$	-15,73923*

* Significativo a 1% de probabilidade

Para todas as variáveis, teste ADF foi realizado a partir da estimação do modelo sem constante e sem tendência.