

**Insper Instituto de Ensino e Pesquisa**  
**Programa de Mestrado Profissional em Economia**

**ANÁLISE DOS PRÊMIOS DE RISCO DAS PARIDADES  
COBERTA E DESCOBERTA DA TAXA DE JUROS**

**ARTHUR AZZI ASSIS DE MELO**

**São Paulo**

**2013**

ARTHUR AZZI ASSIS DE MELO

**ANÁLISE DOS PRÊMIOS DE RISCO DAS PARIDADES  
COBERTA E DESCOBERTA DA TAXA DE JUROS**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Economia do Insper Instituto de Ensino e Pesquisa, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Economia.

Área de concentração: Finanças e Macroeconomia Aplicadas

Orientador: Prof. Dr. Marco Lyrio

**SÃO PAULO**

**2013**

Melo, Arthur

Análise dos Prêmios de Risco das Paridades Coberta e Descoberta da Taxa de Juros / Arthur Melo; Orientador: Prof. Dr. Marco Lyrio – São Paulo: Insper, 2013. XX f.

Dissertação (Mestrado – Programa de Mestrado Profissional em Economia. Área de concentração: Finanças e Macroeconomia Aplicadas) – Insper Instituto de Ensino e Pesquisa.

1. Paridade descoberta da taxa de juros 2. Paridade coberta da taxa de juros 3. Prêmio de risco 4. Cupom cambial 5. *Over-Libor*

## FOLHA DE APROVAÇÃO

Arthur Azzi Assis de Melo

Análise dos Prêmios de Risco das Paridades Coberta e Descoberta da Taxa de Juros

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Economia do Insper Instituto de Ensino e Pesquisa, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Economia.

Área de concentração: Finanças e Macroeconomia Aplicadas

Aprovado em:

### **Banca Examinadora**

**Prof. Dr. Marco Lyrio**

**Instituição: Insper Instituto de Ensino e Pesquisa**

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

**Prof. Dr. Michael Viriato Araujo**

**Instituição: Insper Instituto de Ensino e Pesquisa**

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

**Prof. Dr. Clemens Vinicius de Azevedo Nunes**

**Instituição: Fundação Getúlio Vargas**

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente ao Prof. Marco Lyrio pela orientação e contribuição para a construção deste trabalho.

Agradeço à minha futura mulher e sempre companheira, Débora, que sempre teve palavras de conforto e um sorriso para me oferecer.

Agradeço ao meu querido irmão Felipe por sempre me incentivar a me dedicar cada vez mais e sempre me convencer que eu iria conseguir.

Agradeço finalmente aos meus pais, Tadeu e Adélia, por serem exemplos de força de vontade e terem me ajudado a construir as bases para conquistar este título.

## DEDICATÓRIA

*A todos aqueles que ousaram e que testaram seus próprios limites.*

*“Há um tempo em que é preciso abandonar as roupas usadas, que já têm a forma do nosso corpo, e esquecer os nossos caminhos que nos levam sempre aos mesmos lugares.*

*É o tempo da travessia: e se não ousarmos fazê-la, teremos ficado para sempre, à margem de nós mesmos.”*

*Fernando Teixeira de Andrade*

*“Veni, vidi, vici.”*

*Júlio César*

## RESUMO

Este trabalho analisa os desvios das paridades coberta e descoberta da taxa de juros para o caso brasileiro em relação ao dólar americano para o período de janeiro de 2005 a julho de 2013. Com relação à paridade descoberta da taxa de juros, estima-se a série temporal do prêmio de risco através da utilização de um filtro de Kalman. Estuda-se, também, a dinâmica do prêmio de risco associado à paridade coberta da taxa de juros (denominado *over-Libor*) com o auxílio de uma Análise de Componentes Principais.

Os resultados mostram que existe um prêmio de risco cambial que invalida a paridade descoberta da taxa de juros. Este resultado é similar a outros encontrados na literatura existente. Quanto ao prêmio de risco da paridade coberta, encontra-se que o mesmo é afetado principalmente por variáveis locais, tais como política monetária e a percepção de risco cambial obtida da volatilidade implícita de opções de dólar-real. A contribuição deste trabalho é a de que o índice de risco externo medido pelo EMBI Brasil, apresentou um coeficiente negativo, indicando que esta variável, que é amplamente utilizada na literatura sobre cupom cambial e sobre *over-Libor*, não gerou o sinal esperado. Uma análise sobre esta distorção é realizada e entende-se que as características deste índice podem levar a desvios quando comparados ao prêmio da paridade coberta de juros para o mercado interno.

**Palavras-chave:** Paridade descoberta da taxa de Juros; Paridade coberta da taxa de juros; Prêmio de risco; Cupom Cambial; *Over-Libor*.

## ABSTRACT

This work will study the deviations from the covered and uncovered interest rate parity for the Brazilian scenario using the dollar real parity during January 2005 and July 2013. Regarding the uncovered interest rate parity, we estimate the risk premium's time series by using a Kalman filter. We also study the dynamics of the risk premium associated to the covered interest rate parity by using a Principal Component Analysis.

Our results show that there is a foreign exchange risk premium that voids the uncovered interest rate parity. This result is close to others at the current literature. Regarding the covered interest rate parity risk premium, we have found that it's mostly affected by local factor, such as monetary policy and the risk measured by the implied volatility on dollar-real options. The main contribution of this work is the finding that the EMBI risk measure had a negative coefficient, indicating that this variable had not generated the expected coefficient. An analysis over this distortion is realized and our belief is that this index characteristic may lead to distortions regarding the analysis of the covered interest rate risk premium for the Brazilian market.

**Key words:** Uncovered interest rate parity; Covered interest rate parity; Risk premium; *Cupom cambial*; Over-Libor.

## Lista de Figuras

Figura 1. Prêmio encontrado utilizando algoritmo do Filtro de Kalman em taxa ao mês .....	27
Figura 2. Taxa de câmbio de venda PTAX (800) .....	27
Figura 3. Expectativa de depreciação cambial em taxa ao mês .....	28
Figura 4. Histórico do cupom cambial de 360 dias .....	29
Figura 5. Histórico da taxa <i>Libor</i> de 1 ano .....	30
Figura 6. Histórico da curva pré de 360 dias .....	31
Figura 7. Histórico da <i>Treasury</i> de 10 anos .....	32
Figura 8. Histórico VIX, Volatilidade Implícita de 1 ano e Volatilidade Implícita de 1 mês.....	33
Figura 9. Histórico do EMBI e do nível do <i>over-Libor</i> .....	34
Figura 10. Componente nível do <i>over-Libor</i> ao longo do tempo .....	37
Figura 11. Diferença entre o cupom cambial e o <i>Global</i> com vencimentos em julho de 2014.....	40
Figura 12. Diferença entre o cupom cambial e o <i>Global</i> com vencimentos em março de 2015.....	40
Figura 13. Diferença entre o cupom cambial e o <i>Global</i> com vencimentos em janeiro de 2017.....	41
Figura 14. Distribuição das cargas do primeiro componente principal do <i>over-Libor</i> .....	48
Figura 15. Distribuição das cargas do segundo componente principal do <i>over-Libor</i> .....	48
Figura 16. Distribuição das cargas do terceiro componente principal do <i>over-Libor</i> .....	48

## Lista de Tabelas

Tabela 1. Estatísticas descritivas e teste de estacionariedade das variáveis .....	24
Tabela 2. Resultado da regressão sobre as equações 4 e 5 .....	25
Tabela 3: Matriz de correlação entre as diferentes medidas de volatilidade .....	33
Tabela 4. Estatísticas descritivas e teste de estacionariedade das variáveis .....	36
Tabela 5: Distribuição das cargas dos três primeiros componentes principais da estrutura a termo do <i>over-Libor</i> .....	36
Tabela 6: Resultados esperados na regressão sobre o nível do <i>over-Libor</i> .....	38
Tabela 7: Resultados obtidos na regressão sobre o nível do <i>over-Libor</i> .....	39
Tabela 8: Estatísticas descritivas das diferenças entre os cupons cambiais e os <i>Globals</i> .....	41
Tabela 9: Correlação e resultado da regressão da <i>Treasury</i> sobre o nível do cupom cambial e sobre o nível da <i>Libor</i> .....	42

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2. HISTÓRIA DO MERCADO CAMBIAL BRASILEIRO .....</b>	<b>13</b>
<b>3. REVISÃO TEÓRICA .....</b>	<b>16</b>
<b>3.1. Paridade Coberta e Descoberta da Taxa de Juros .....</b>	<b>16</b>
<b>3.2. Revisão da Literatura .....</b>	<b>19</b>
<b>3.2.1. Paridade Descoberta da Taxa de Juros .....</b>	<b>19</b>
<b>3.2.2. Paridade Coberta da Taxa de Juros .....</b>	<b>20</b>
<b>4. ANÁLISE EMPÍRICA .....</b>	<b>24</b>
<b>4.1. Análise do Prêmio da Paridade Descoberta da Taxa de Juros .....</b>	<b>24</b>
<b>4.1.1. Teste da Hipótese de Eficiência de Mercado e Variância da Taxa <i>Forward</i> .</b>	<b>24</b>
<b>4.1.2. Prêmio de Risco Cambial da PDTJ .....</b>	<b>25</b>
<b>4.2. Modelo para Análise do Prêmio da PCTJ .....</b>	<b>28</b>
<b>4.2.1. Cupom Cambial .....</b>	<b>29</b>
<b>4.2.2. <i>Libor</i> .....</b>	<b>30</b>
<b>4.2.3. Estrutura a Termo do <i>Over-Libor</i> .....</b>	<b>30</b>
<b>4.2.4. Curva de Juros Local .....</b>	<b>31</b>
<b>4.2.5. <i>Treasury</i> de 10 anos .....</b>	<b>31</b>
<b>4.2.6. VIX e Volatilidade Implícita de Opções sobre a paridade dólar-real .....</b>	<b>32</b>
<b>4.2.7. EMBI+Br .....</b>	<b>33</b>
<b>4.2.8. Estatísticas descritivas e testes de estacionariedade .....</b>	<b>35</b>
<b>4.3. Análise dos Componentes Principais do <i>Over-Libor</i> .....</b>	<b>36</b>
<b>4.4. Regressão sobre o Nível da Estrutura a Termo do <i>Over-Libor</i> .....</b>	<b>38</b>
<b>4.4.1. Análise do EMBI Brasil .....</b>	<b>39</b>
<b>4.4.2. Análise da <i>Treasury</i> de 10 anos .....</b>	<b>42</b>
<b>5. CONCLUSÃO .....</b>	<b>44</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>45</b>
<b>ANEXO I .....</b>	<b>48</b>
<b>ANEXO II .....</b>	<b>49</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O estudo da validade das paridades coberta e descoberta da taxa de juros é de extrema importância para os diversos agentes econômicos envolvidos com o mercado de moedas estrangeiras. Quanto à paridade descoberta da taxa de câmbio (PDTJ), vários modelos de economia aberta têm como premissa a validade da mesma. Ao mesmo tempo, o fato estilizado de que essa paridade não é válida serve como base para uma das estratégias de especulação mais comumente usadas no mercado de câmbio, o chamado *carry trade*. Com relação à paridade coberta da taxa de juros (PCTJ), a não validade da mesma implica, teoricamente, em uma oportunidade de arbitragem. Este trabalho analisa os desvios dessas paridades para o mercado brasileiro em relação ao dólar americano para o período de janeiro de 2005 a julho de 2013.

Alguns estudos sobre a PDTJ buscam avaliar se a expectativa da taxa a termo é um previsor não enviesado da taxa a termo. O trabalho de Fama (1984) é um dos exemplos sobre esta análise. Com relação a paridade coberta da taxa de juros, estudos buscam analisar a existência de oportunidades de arbitragem observando dados intradiários e com frequências cada vez maiores. Um dos primeiros estudos deste tipo foi o de Taylor (1987), que não encontrou oportunidades de arbitragem mesmo utilizando-se de uma base de dados intradiários. Com a evolução do mercado, novos estudos foram realizados e alguns indicam a existência de oportunidades de arbitragem mesmo considerando custos de transação, caso do estudo de Fong et al. (2009). Outros estudos encontram que esta paridade não é válida, mas ainda assim ela não seria financeiramente rentável.

Neste trabalho, primeiramente testa-se a hipótese de eficiência de mercado da PDTJ seguindo a metodologia desenvolvida por Fama. Rejeitada a hipótese de eficiência de mercado passa-se então para a estimação da série temporal do prêmio de risco cambial através da utilização de um filtro de Kalman.

Terminada a análise do prêmio da PDTJ o trabalho passa para a análise do prêmio de risco da PCTJ. Este prêmio de risco pode ser observado como sendo a diferença entre o cupom cambial – taxa de juros praticada no mercado brasileiro para operações em dólares – e a taxa livre de risco internacional, que para este trabalho adotou-se como sendo a taxa de Londres para operações interbancárias (conhecida como *London interbank offered rate* ou *Libor*), denominando-se desta forma como o *over-Libor*. Neste caso estuda-se a dinâmica do

*over-Libor* realizando uma regressão com o primeiro componente principal de sua estrutura a termo e índices financeiros utilizados em outros trabalhos sobre o tema.

O restante deste trabalho é organizado da seguinte forma. No segundo capítulo, analisa-se a história e a atual dinâmica do mercado cambial brasileiro e, no terceiro capítulo, faz-se uma revisão sobre a literatura existente sobre o tema. No quarto capítulo, apresenta-se a metodologia e os dados coletados, os modelos utilizados para calcular os prêmios relacionados às paridades coberta e descoberta da taxa de juros e a análise dos mesmos. Finalmente, o quinto capítulo apresenta a conclusão do trabalho.

## 2. HISTÓRIA DO MERCADO CAMBIAL BRASILEIRO

Em 1944, 44 países reuniram-se e criaram o acordo de Bretton Woods. Este acordo tinha como principal objetivo criar regras e procedimentos para regulamentar o sistema monetário mundial. Entre os principais avanços, deu-se a criação do Fundo Monetário Internacional – FMI –, do Banco Interamericano de Desenvolvimento – BIRD – e a adoção do padrão ouro para as reservas internacionais, gerando assim um regime de câmbio fixo para os países.

Com o fim do acordo de Bretton Woods, no final de 1971, as divisas mundiais passaram a assumir regimes de câmbio flutuante. Esta mudança gerou grandes impactos, demandando a criação de referências e instrumentos de hedges, como derivativos para a proteção contra a variação cambial, fomentando assim a criação dos mercados futuros de moedas. Apesar dessas mudanças, o atual regime de câmbio flutuante foi adotado em 1999 – o Brasil teve regime de câmbio flutuante por um breve período em 1994 –, durante o governo de Fernando Henrique Cardoso, o que desencadeou uma crise de desvalorização do real.

Em 1972, a Chicago Mercantile Exchange criou os primeiros derivativos cambiais, com contratos de dólar canadense, libra esterlina, iene, marco alemão, peso mexicano, franco suíço e franco francês. No Brasil, o primeiro derivativo de dólar futuro foi criado em 1986 pela Bolsa de Mercadorias & Futuros (BM&F).

O mercado cambial brasileiro tem algumas particularidades quando comparado aos mercados externos. Estas particularidades afetam a dinâmica de formação de preços das moedas e das taxas de juros *over-Libor*.

A principal particularidade é a de que não existe a plena conversibilidade da moeda brasileira. Ou seja, não é possível realizar transações dentro do Brasil utilizando-se de qualquer moeda estrangeira. Dessa forma, não existe conta corrente em dólar (ou qualquer outra moeda) com custódia dentro do Brasil e por sua vez não é possível deter uma conta corrente em reais fora do país.

Como reflexo desta não conversibilidade, o dólar futuro negociado na BM&F tem um volume muito maior que o dólar spot ou dólar negociado à vista. Isso ocorre porque qualquer investidor pode negociar dólar futuro, porém nem todos podem negociar dólar spot como investimento ou hedge.

Outra particularidade do mercado brasileiro é o alto grau de intervenções por parte do Banco Central do Brasil (BCB) e do Ministério da Fazenda. Estas intervenções se dão através

da cobrança de impostos, como os Impostos sobre Operações Financeiras (IOF), ou através de leilões de dólar spot ou de swaps.

Para obter o valor do dólar à vista deve-se utilizar o dólar futuro da BM&F, gerando desta forma o mercado de dólar casado, onde negocia-se o diferencial entre o dólar futuro e o dólar à vista. O comprador do dólar casado compra o dólar à vista e vende o dólar futuro. É importante comentar que, o dólar à vista tem liquidação dois dias úteis depois da data de negociação e é creditado ou debitado em conta corrente fora do Brasil, enquanto que os reais são recebidos ou pagos em contas dentro do país. Outro detalhe importante é o de que o dólar futuro negociado na BM&F não permite a liquidação via entrega física, ela é apenas financeira.

Em 2012, o mercado de dólar futuro negociado na BM&F teve um volume médio diário de USD 16.606.651.785, enquanto o dólar spot teve um volume médio diário de USD 1.855.083.278, quase 10 vezes menor que o dólar futuro. Apesar da magnitude destes valores, o Real não está entre as 15 moedas mais negociadas no mundo.

Da mesma forma que existem taxas de juros para aplicações em reais – o Certificado de Depósito Bancário (CDI) é a referência – faz-se necessária a criação de taxas de juros para aplicações em dólares. Esta taxa de juros em dólares é chamada de cupom cambial, objeto de estudo deste trabalho. Em uma economia sem fricções, o cupom cambial seria facilmente definido em função de um retorno acima de uma taxa livre de risco, sempre ponderando pelo risco do investimento. Porém, o caso brasileiro mostra-se mais complexo.

Volta-se neste ponto a um problema já explicitado anteriormente, que é a não-conversibilidade da moeda. Outro fator que afeta o cupom cambial é a cobrança de impostos. Tem-se dois impostos em vigor, o Imposto sobre Operações Financeiras (IOF) e o Imposto de Renda (IR), que devem ser levados em conta quando o investidor estrangeiro aplica no país. O Brasil tipicamente utiliza-se destes impostos para realizar ajustes no fluxo de capital estrangeiro para o país. Por exemplo, em 2010 o governo aumentou o IOF para investimento de estrangeiros em títulos de renda fixa local de 2% para 4% em 4 de outubro de 2010 e depois para 6% em 18 de outubro de 2010. Em junho de 2013 este tributo foi alterado para zero.

Como mostra o trabalho de Chamon e Garcia (2013), em cada uma destas intervenções o objetivo era de conter ou aumentar a entrada de dólares ajustando assim o preço da moeda,

porém, o efeito destas mudanças gera alterações não só na moeda mas também no preço dos outros ativos da economia.

Além destes problemas de ordem estrutural e tributária, vale lembrar que o Brasil já declarou moratória anteriormente. Este evento passado sempre será considerado por investidores mais conservadores e que utilizam-se de dados históricos para distribuir seus investimentos.

### 3. REVISÃO TEÓRICA

#### 3.1. Paridade Coberta e Descoberta da Taxa de Juros

Antes de serem analisados os estudos existentes sobre o cupom cambial e sobre as paridades coberta e descoberta da taxa de juros, faz-se necessária uma revisão da teoria de finanças que permitirá analisar as paridades, além de avaliar o comportamento do *over-Libor* para o caso brasileiro.

A paridade descoberta da taxa de juros define que a diferença entre a taxa de juros doméstica e externa será equivalente à depreciação ou valorização esperada da moeda. Investidores neutros ao risco devem ser indiferentes quanto a aplicar a uma taxa de juros local ou externa, pois a expectativa da taxa de câmbio irá ajustar seus possíveis ganhos com a diferença de taxas.

Esta paridade é válida quando a condição de não arbitragem for satisfeita mesmo sem realizar a proteção cambial da futura taxa à vista e para investidores neutros ao risco. Pode-se escrever a equação da PDTJ como sendo:

$$E_t(s_{t+1}) - s_t = i_{d,t} - i_{e,t}, \quad (1)$$

onde,  $E_t(s_{t+1})$  é a expectativa do logaritmo do valor da moeda no tempo  $t+1$ ,  $s_t$  é o logaritmo do valor à vista da moeda,  $i_{d,t}$  é a taxa de juros doméstica para o período entre  $t$  e  $t+1$  e  $i_{e,t}$  é a taxa de juros externa para o período entre  $t$  e  $t+1$ .

Segundo Fama (1984), é possível decompor a taxa a termo (também conhecida como taxa *forward*) da paridade descoberta em uma expectativa dos agentes sobre o valor futuro da moeda mais um prêmio de risco cambial.

$$f_t = E_t(s_{t+1}) + r_t, \quad (2)$$

onde,  $f_t$  é o logaritmo da taxa *forward* e  $r_t$  é o prêmio de risco cambial cobrado pelos agentes. O prêmio de risco cambial será obtido utilizando metodologia desenvolvida por Garcia e Olivares (2001) no capítulo 4.

Descontando o logaritmo da taxa à vista no tempo  $t$  em cada um dos lados da equação 2, tem-se

$$f_t - s_t = E_t(s_{t+1} - s_t) + r_t \quad (3)$$

Fama (1984) propõe então realizar duas regressões sobre  $f_t - s_{t+1}$  e sobre  $s_{t+1} - s_t$  com o objetivo de testar (i) se o prêmio a termo (dado por  $f_t - s_t$ ) ajuda a explicar  $f_t - s_{t+1}$  e (ii) se a taxa *forward* contém informações sobre a taxa à vista em  $t+1$ :

$$f_t - s_{t+1} = \alpha_1 + \beta_1 * (f_t - s_t) + u_{1,t+1} \quad (4)$$

$$s_{t+1} - s_t = \alpha_2 + \beta_2 * (f_t - s_t) + u_{2,t+1} \quad (5)$$

A evidência de que  $\beta_1$  é diferente de zero indica que o prêmio a termo ajuda a explicar a diferença entre o *forward* e a taxa à vista futura. É possível avaliar a hipótese (ii) através de um teste de hipótese conjunta, com  $H_0: \alpha_2 = 0$  e  $\beta_2 = 1$ . Este teste avalia a hipótese de eficiência de mercado e será realizado no capítulo 4.

Assumindo-se a hipótese que a expectativa da futura taxa à vista é racional, pode-se reescrever os coeficientes das equações 4 e 5 como:

$$\beta_1 = \frac{Var(r_t) + Cov(r_t, E_t(s_{t+1} - s_t))}{Var(r_t) + Var(E_t(s_{t+1} - s_t)) + 2 * Cov(r_t, E_t(s_{t+1} - s_t))} \quad (6)$$

$$\beta_2 = \frac{Var(E_t(s_{t+1} - s_t)) + Cov(r_t, E_t(s_{t+1} - s_t))}{Var(r_t) + Var(E_t(s_{t+1} - s_t)) + 2 * Cov(r_t, E_t(s_{t+1} - s_t))} \quad (7)$$

Segundo Fama (1984), quando  $Cov(r_t, E_t(s_{t+1} - s_t))$  é igual a zero, a variância de  $f_t - s_t$  será dividida entre a variância da depreciação esperada, dada por  $Var(E_t(s_{t+1} - s_t))$ , e a variância do prêmio de risco cambial, dada por  $Var(r_t)$ . A análise da distribuição da variância entre o prêmio e a diferença entre a expectativa da taxa à vista futura e a taxa à vista será realizada na seção 4.1.1.

Conforme será mostrado no item 3.2.1, a literatura existente mostra que a PDTJ não é válida. Neste trabalho, seguindo o estudo de Garcia e Olivares (2001), analisa-se que a PDTJ não é válida devido a existência de um prêmio de risco cambial na taxa *forward*. Ao contrário da PDTJ, na PCTJ o indivíduo não necessariamente deve ser neutro ao risco. Outra característica da PCTJ é a não-arbitragem entre títulos de mesmo risco mas emitidos em moedas diferentes. A condição de não-arbitragem define que o custo de tomar recursos em um país com juros baixos e aplicar em um país com juros altos será compensado pelo nível da taxa de câmbio no futuro, neutralizando assim eventuais ganhos por diferencial de taxa. Uma das premissas mais importantes desta teoria é que o país doméstico e o país estrangeiro têm o mesmo risco.

Como é mais arriscado aplicar no Brasil do que aplicar nos Estados Unidos, a PCTJ não será válida para a paridade dólar real. Neste momento deve-se substituir  $i_e$  por uma taxa de juros que incorpore os riscos de investir no Brasil. Estes riscos normalmente podem ser divididos em: (i) Riscos de fronteira ou político: o país que recebe o investimento pode restringir ou limitar a saída de recursos e este fator de risco incorpora ainda eventuais intervenções ou alterações nas transações de investimentos, como novos impostos e alterações nas leis que regulamentam o setor; (ii) Riscos de crédito: os títulos que serão investidos apresentam riscos de crédito superiores aos daqueles considerados como sendo livre de risco. Neste estudo parte-se do princípio que os títulos da dívida americana – as *treasuries* – e a taxa *Libor* são os títulos livres de risco; (iii) Risco de liquidez: este fator de risco indica a capacidade de neutralizar a exposição a um determinado ativo ou moeda. Conforme a liquidez do ativo ou da moeda é menor, mais difícil e oneroso será se desfazer do mesmo.

O risco de fronteira pode ser extraído analisando a diferença entre ativos locais e externos que apresentem as mesmas características, tais como prazo, moeda de emissão, fluxo de pagamentos e emissor. Dessa forma, na ausência deste risco, títulos com as mesmas características emitidos dentro e fora do Brasil teriam a mesma rentabilidade. O risco de crédito pode ser medido comparando títulos com características iguais mas de emissores diferentes. Por último, o risco de liquidez pode ser obtido medindo as diferenças entre os preços de compra e venda de um ativo ou analisando os volumes negociados da moeda e comparando-os com os níveis internacionais.

Desta forma, deve haver um prêmio (*spread*), ou um retorno maior, para aplicações no Brasil que reflita os riscos citados. Este prêmio é o que chama-se na literatura de *over-Libor* quando referenciado à moeda americana. De acordo com a PCTJ, em um mercado eficiente e para países com o mesmo risco, tem-se que:

$$F_t = \frac{S_t(1+i_{d,t})}{(1+i_{e,t})}, \quad (8)$$

onde  $F_t$  representa a taxa a termo da moeda (expresso em moeda doméstica por moeda estrangeira, e também conhecido como taxa *forward*) e  $S_t$  é o valor à vista da moeda.

Reescrevendo a equação (8) para incorporar os riscos citados, chega-se a:

$$F_t = \frac{S_t(1+i_{d,t})}{(1+i_{e,t}+p_t)}, \quad (9)$$

onde  $p_t$  é o prêmio para aplicações em títulos brasileiros remunerados em dólares no Brasil.

Pode-se finalmente reescrever a equação (9) como:

$$F_t = \frac{S_t(1+i_{d,t})}{(1+c_t)}, \quad (10)$$

onde  $c_t$  é o cupom cambial brasileiro, que incorpora a taxa livre de risco e todo o prêmio advindo das incertezas referentes a investimentos no Brasil.

## 3.2 Revisão da Literatura

### 3.2.1 Paridade Descoberta da Taxa de Juros

Abordando o campo da paridade descoberta, muitos trabalhos buscam explicar o fato estilizado encontrado por Froot e Thaler (1990) de que muitas vezes a estimativa para o  $\beta_2$  da equação 5 é estatisticamente igual a zero ou menor que zero, resultado diferente do desejado.

Fama (1984) realiza um teste para avaliar se o prêmio da taxa *forward* e a expectativa da taxa à vista no futuro variam com o tempo. Retomando a equação 5, Fama realiza testes de covariância sobre  $\alpha_2$  e  $\beta_2$ , buscando analisar a eficiência de mercado. Seus resultados indicam que a taxa *forward* não contém informação relevante sobre a taxa à vista futura. Além disso, analisando os seus resultados, Fama conclui que o prêmio da taxa *forward* e a expectativa da taxa à vista no futuro variam com o tempo e são negativamente correlacionados. Por fim, Fama encontra que a maior parte da variação na taxa *forward* se dá por mudanças no prêmio.

O trabalho de Bansal e Dahlquist (2000) testou o prêmio da taxa *forward*, avaliando se a diferença na inclinação (o  $\beta_2$  da equação 5) poderia ser explicada por diferenças nos dados macroeconômicos dos países, como PIB per capita e taxas de inflação. Utilizando-se de 28 países, sendo 16 economias desenvolvidas e 12 em desenvolvimento, eles realizam regressões para definir  $\beta_2$ . O primeiro resultado encontrado por eles foi que a paridade descoberta da taxa de juros pode ser rejeitada em todos os casos. O segundo resultado foi que apenas países desenvolvidos e cujas taxas de juros fossem maiores que a taxa de juros norte-americana apresentavam  $\beta_2$  menor que zero, enquanto que países em desenvolvimento apresentaram  $\beta_2$  igual a 0,5.

Avaliar a validade da PDTJ por um período de tempo muito curto foi o objetivo de Wright e Chaboud (2003). Utilizando-se de uma base de dados intradiária com intervalos de 5 minutos eles avaliaram a validade da PDTJ para horizontes de tempo de apenas 1 dia. O argumento deles é de que deve-se avaliar a operação para um evento de juros. Analisando a PDTJ do dólar americano contra marco alemão, franco suíço, iene e libra esterlina, Wright e

Chaboud (2003) encontram que o coeficiente  $\beta_2$  aproxima-se de 1 quando analisada para uma janela de um dia útil considerando datas em que pudesse ocorrer uma contagem de juros maior. Quando a janela aumenta para uma semana ou um mês ou omitindo datas em que a contagem de juros seja maior, a PDTJ é novamente rejeitada. O argumento deles é que em janelas de curto prazo e com diferencial de juros grande, o prêmio de risco torna-se pequeno a ponto de não compensar o diferencial de juros e, portanto não se pode rejeitar a hipótese de validade da PDTJ nestes casos específicos.

Garcia e Olivares (2001) realizam um amplo estudo sobre a PDTJ no Brasil. Em uma primeira etapa, eles utilizam a metodologia desenvolvida por Fama (1984) para testar a hipótese de eficiência de mercado e não conseguem comprová-la. Posteriormente, eles estruturam um filtro de Kalman para identificar o prêmio de risco cambial embutido no preço da taxa *forward*. O prêmio de risco mostra-se positivo e maior em períodos de turbulência, como na crise da Ásia em 1997. Por último, eles utilizam o prêmio de risco calculado para verificar a validade da paridade coberta da taxa de juros e afirmam que a paridade coberta não é válida para o mercado brasileiro.

Já Bekaert et al. (2007) analisam a PDTJ simultaneamente à expectativa da estrutura a termo, argumentando que alguns trabalhos sobre a PDTJ mostram que ela não é válida no curto prazo mas que é válida no longo prazo. Através de um vetor autoregressivo e utilizando três paridades distintas (libra esterlina, dólar e marco alemão), Bekaert et al. (2007) encontram que a validade da PDTJ não é dependente do prazo mas sim das moedas envolvidas na análise, e argumentam que o prêmio de risco envolvido deve variar dependendo dos pares de moedas utilizados.

### **3.2.2 Paridade Coberta da Taxa de Juros**

Já sobre a paridade coberta da taxa de juros, os principais trabalhos são internacionais e realizam análises do dólar contra diversas moedas. O principal foco é o de estudar porque ocorrem desvios da PCTJ e se estes desvios geram oportunidades de arbitragem.

Conforme os estudos citados adiante, em alguns casos os desvios são justificados em função de custos de transação, risco de crédito e problemas de liquidez, o que pode não representar oportunidades de arbitragem.

Taylor (1987) foi um dos primeiros a analisar a paridade coberta de juros utilizando dados intradiários. Os dados utilizados em seu trabalho foram coletados ligando para

participantes do mercado e coletando preços de compra e venda para taxas de juros e câmbio a cada 10 minutos durante 3 dias em 1985. O resultado de Taylor foi de que não existiam oportunidades de arbitragem.

Fong et al. (2009) analisam a existência de arbitragem utilizando um banco de dados *tick by tick* para a paridade dólar-dólar de Hong Kong. Eles encontram claras evidências de que existem oportunidades de arbitragem, já descontados dos custos operacionais, e passam a testar então o motivo que gera estas oportunidades. Eles realizam uma regressão da arbitragem contra uma variável de controle de liquidez e uma variável de risco de crédito. A variável de liquidez é de três tipos, a primeira de *spread* de compra e venda – *bid-ask spread* – a segunda uma medida de volume e a terceira é uma medida de controle desenvolvida por Corwin e Schultz (2008) que utiliza os melhores preços de compra e venda no dia. Para calcular o risco de crédito eles consideram o *over-libor* do dólar de Hong Kong, assumindo esta medida como uma aproximação da diferença de risco entre as instituições Norte-Americanas e de Hong Kong. A conclusão deles foi de que a maior fonte de arbitragem está na ponta de compra e que ainda existem oportunidades de arbitragem mesmo após descontar o risco de crédito e a liquidez.

Akram et al. (2008) verificam o tamanho e a duração das oportunidades de arbitragem em três paridades diferentes: dólar-euro, dólar-libra esterlina e dólar-yen. Utilizam-se de uma base de dados por segundo e realizam os testes sobre as oportunidades de arbitragem que aparecem. A conclusão de Akram et al. é de que existem oportunidades de arbitragem ao longo do dia mas elas são rapidamente corrigidas. Dessa forma estas oportunidades poderiam não aparecer em bases de dados que utilizem janelas de dados mais extensas. Eles também chegam à conclusão de que a volatilidade do mercado aumenta o número de oportunidades de arbitragem.

Os trabalhos sobre o cupom cambial e sobre o *over-Libor* brasileiro dividem-se principalmente em três áreas: análise e previsão da estrutura a termo com ou sem dados macroeconômicos e análise da resposta da estrutura a termo a intervenções dos bancos centrais local e externo. Além destas áreas, alguns trabalhos focam em analisar a eficiência de imunização de carteiras através dos contratos disponíveis de cupom cambial.

Iniciando-se com os trabalhos sem dados macroeconômicos destaca-se o trabalho desenvolvido por Guillén e Araújo (2004). Neste trabalho os autores buscam definir os componentes de curto e longo prazo para o C-Bond, para o prêmio do *swap* cambial e o prêmio descoberto de juros. Os componentes de curto prazo seriam choques monetários e os

de longo prazo seriam mudanças dos fundamentos da economia. Eles encontram que o C-Bond indica maior reação a mudanças nos fundamentos de longo prazo, o *swap* cambial a choques de curto prazo e o prêmio descoberto de juros não exibe uma dominância entre curto e longo prazo.

Já Ferreira (2006) utilizou uma análise de componentes principais para definir o comportamento da estrutura da curva de cupom cambial simples e da curva a termo do cupom cambial. Na curva a termo, ela chegou à conclusão de que cerca de 95% do comportamento era explicado pelos três primeiros componentes. Já na curva simples, ela não pôde definir quais os componentes relevantes.

Pinheiro et al. (2007) utilizam um modelo dinâmico de Legendre em duas dimensões e complementam este modelo inserindo variáveis macroeconômicas para chegar à previsão da estrutura a termo do cupom cambial. No seu estudo, os modelos com e sem variáveis macroeconômicas mostraram-se inferiores ao passeio aleatório. Porém, no modelo com variáveis macroeconômicas, pode-se notar uma melhora na eficiência do modelo para a parte curta da curva.

Entre os modelos que usam componentes macroeconômicos, Hartelius et al. (2008) estudam a compressão dos *spreads over-Libor* para países emergentes, analisando se eles derivam de mudanças nos fundamentos ou se apenas foram ajustados pelo aumento da liquidez do mercado. O embasamento da análise é se a compressão do *spread* é atribuída a melhoras do fundamento de países emergentes, então restrições monetárias em países desenvolvidos teriam um efeito marginal sobre o *spread*. Incorporam-se ao modelo dados como classificação de risco das agências de crédito (conhecidos como *ratings*) e índices de dívida de países emergentes calculados pelo JP Morgan (chamados de *Emerging Market Bond Index* ou EMBI). Hartelius et al. chegam à conclusão que a taxa de juros americana tem efeitos sobre os *spreads* de países emergentes.

Ainda sobre modelos com componentes macroeconômicos, Pecoli (2011) utiliza o *over-Libor* e o *swap* de risco de crédito (do inglês *Credit Default Swap* ou CDS) como aproximações para o risco-país brasileiro e tenta modelar o comportamento destes através de um modelo contendo um índice de surpresas macroeconômicas e indicadores financeiros já utilizados em outros trabalhos, como o índice de volatilidade da bolsa norte-americana (em inglês *Volatility Index* ou VIX) e a taxa de juros local. Pecoli chega à conclusão que o *over-libor* reage negativamente a determinadas surpresas positivas na economia brasileira ou norte-americana, porém não chega a uma conclusão quanto ao comportamento do CDS.

No campo da avaliação dos efeitos das intervenções de bancos centrais, Viola et al. (2009) faz uma análise do impacto de swaps do BCB no comportamento do cupom cambial, eles também criam um indicador de aversão ao risco considerando a posição de investidores estrangeiros e o índice EMBI+Br. Utilizando-se de uma análise de componentes principais e de uma regressão de análise de componentes principais, chegam à conclusão de que os *swaps* cambiais tradicionais (operações em que o BCB assume posição vendida em dólares) apresentam impacto na curva do cupom cambial e na sua volatilidade. Já os *swaps* cambiais reversos (operações em que o BCB assume posição comprada em dólares) não são estatisticamente significantes para explicar alterações no cupom cambial.

Já Arora e Cerisola (2001) provam a existência de reflexos sobre o *over-libor* de países emergentes quando ocorrem mudanças na política monetária norte-americana. O modelo estruturado escolheu dez países em desenvolvimento e foi feito com dados entre 1994 e 1999. Eles chegaram à conclusão de que apesar de a evidência econométrica indicar que os fundamentos dos países sejam relevantes, indicadores financeiros, como índices de volatilidade e as taxas de juros norte-americana também afetam o *over-libor*.

Similarmente a Arora e Cerisola (2001), Robitaille e Roush (2006) analisam o impacto de ações do Tesouro Norte Americano (conhecido com *Federal Open Market Committee*, ou FOMC) e dados macroeconômicos norte-americanos na dinâmica dos títulos de dívida soberana e no mercado acionário brasileiro. Através de regressões, eles identificaram os efeitos de diferentes indicadores norte-americanos sobre nosso mercado. Por exemplo, eles identificaram que os índices de inflação americanos, ao consumidor (*Consumer Price Index* ou CPI) e ao produtor (*Producer Price Index* ou PPI), são significantes ao nível de 95%. Outros fatores relevantes são o nível de desemprego norte-americano e o índice de surpresa das decisões do FOMC.

Pode-se notar que alguns índices financeiros estão constantemente presentes nos trabalhos analisados aqui, como o VIX e a *Treasury* de 10 anos. Especificamente sobre o Brasil, são utilizados o CDS e o EMBI como índices de risco e a taxa de juros local (o Certificado de Depósito Interbancário ou CDI).

## 4. ANÁLISE EMPÍRICA

Neste ponto o trabalho se divide em duas partes. A primeira parte será uma análise da hipótese de eficiência de mercado a partir da metodologia desenvolvida por Fama (1984) e a estruturação de um filtro de Kalman para encontrar o prêmio de risco cambial embutido na equação 2. Já na segunda parte, utiliza-se um modelo de análise de componentes principais para extrair quais os índices financeiros que afetam a dinâmica do *over-Libor* e estudar seus resultados.

### 4.1. Análise do prêmio da Paridade Descoberta da Taxa de Juros

Para analisar o prêmio de risco cambial da PDTJ, deve-se primeiro testar a hipótese de eficiência de mercado. Em se rejeitando esta hipótese, assume-se a existência de um prêmio de risco cambial. Os itens a seguir demonstram a metodologia adotada e os resultados encontrados.

Para o teste de hipótese da eficiência de mercado e extração do prêmio de risco cambial da PDTJ, utiliza-se de uma base de dados mensais, sempre no primeiro dia útil de cada mês, desde janeiro de 2005 até julho de 2013.

As estatísticas descritivas e os testes de estacionariedade das variáveis utilizadas está na Tabela 1:

Estatística	$f_t - s_{t+1}$	$s_{t+1} - s_t$
Média	0,008029	-0,001478
Desvio Padrão	0,044995	0,044909
Assimetria	-1,053311	1,067382
Curtose	5,047391	5,093343
Dickey-Fuller Aumentado	-8,965355*	-8,977611*

**Tabela 1:** Estatísticas descritivas e teste de estacionariedade das variáveis. \* Significante ao nível de 1%

#### 4.1.1. Teste da Hipótese de Eficiência de Mercado e Variância da Taxa *Forward*

Para este teste, segue-se a metodologia desenvolvida por Fama (1984). Retomando a equação 5, deve-se avaliar o  $\alpha_2$  e o  $\beta_2$  através de um teste de hipótese conjunto. O resultado da regressão foi que é impossível afirmar que  $\alpha_2$  ou  $\beta_2$  sejam diferentes de zero ao nível de 10%.

	Coefficiente	Valor	Desvio padrão	p-valor	R- Quadrado
Equação 4	$\alpha_1$	0,000393	0,012493	0,9750	0,004208
	$\beta_1$	1,165847	1,784475	0,5150	
Equação 5	$\alpha_2$	-0,000393	0,012493	0,9750	0,000086
	$\beta_2$	-0,165847	1,784475	0,9261	

**Tabela 2:** Resultado da regressão sobre as equações 4 e 5

Segundo Fama, dado que a  $\text{Var}(E_t(s_{t+1} - s_t))$  não pode ser negativa e dado que  $\beta_2$  é negativo, isso implica, segundo a equação 7, que  $\text{Cov}(p_t, E_t(s_{t+1} - s_t))$  é negativo e maior em magnitude que  $\text{Var}(E_t(s_{t+1} - s_t))$ . A análise da equação 6 indica que  $\text{Var}(p_t)$  é positiva e maior em magnitude que  $\text{Cov}(p_t, E_t(s_{t+1} - s_t))$ , logo  $\text{Var}(p_t)$  é maior que  $\text{Var}(E_t(s_{t+1} - s_t))$ . Isto indica que neste caso, da mesma forma que no trabalho de Fama, a maior parte da variação na taxa *forward* é causada por mudanças no prêmio.

O resultado de  $\beta_2$  negativo era esperado para países desenvolvidos pois isso indica que a expectativa de depreciação destas moedas é antecipada de forma adequada pelos participantes do mercado, ao contrário de países em desenvolvimento, cuja expectativa de depreciação da moeda pode sofrer alterações bruscas devido a choques externos e internos.

Vale destacar que este resultado foi similar ao de Bansal e Dahlquist (2000) para países desenvolvidos, mas foi diferente do encontrado por Garcia e Olivares (2001) que analisaram o mercado brasileiro entre abril de 1995 e dezembro de 1998. Esta diferença pode ter ocorrido devido à evolução do mercado de câmbio no Brasil, pela mudança do regime cambial adotado (do antigo *crawling peg* para o atual câmbio flutuante) ou devido ao crescimento expressivo que o país apresentou entre 2000 e 2010 fazendo com que o resultado se aproximasse do esperado para economias desenvolvidas.

#### 4.1.2. Prêmio de Risco Cambial da PDTJ

Segundo a literatura, a rejeição da hipótese de eficiência de mercado pode ser justificada por diversas teorias, dentre as quais destaca-se a existência de um prêmio de risco cambial. Uma das explicações é a existência de um prêmio de risco cambial. Para extrair este prêmio utiliza-se a metodologia desenvolvida por Wolff (1987) e replicada por Garcia e Olivares (2001).

Retoma-se neste ponto a equação 3,

$$f_t - s_t = E_t(s_{t+1}) - s_t + r_t \quad (3)$$

Sabe-se que, a taxa a termo é a expectativa sobre ela mais um erro definido como  $v_t$  que deve ser um ruído branco.

$$s_{t+1} = E_t(s_{t+1}) + v_t, \quad (11)$$

Substituindo 11 em 3, encontra-se:

$$f_t - s_{t+1} = r_t - v_t \quad (12)$$

Dessa forma, pode-se interpretar que o erro da taxa *forward* contra a taxa a termo é dado por um prêmio de risco cambial e um ruído branco.

Sendo assim, considera-se que o prêmio é uma componente não-observável, mas que pode ser estimada. Para a sua estimação deve-se utilizar um processo que busque a máxima verossimilhança. Neste caso, utiliza-se o algoritmo do filtro de Kalman.

Para a utilização do filtro de Kalman, deve-se definir um processo para o prêmio. A escolha é feita através da análise do processo de  $(f_t - s_{t+1})$ . Através de um correlograma, identifica-se que o processo indicado é AR(1).

O modelo do filtro de Kalman, utilizando-se um processo AR(1) para o prêmio, fica da seguinte forma:

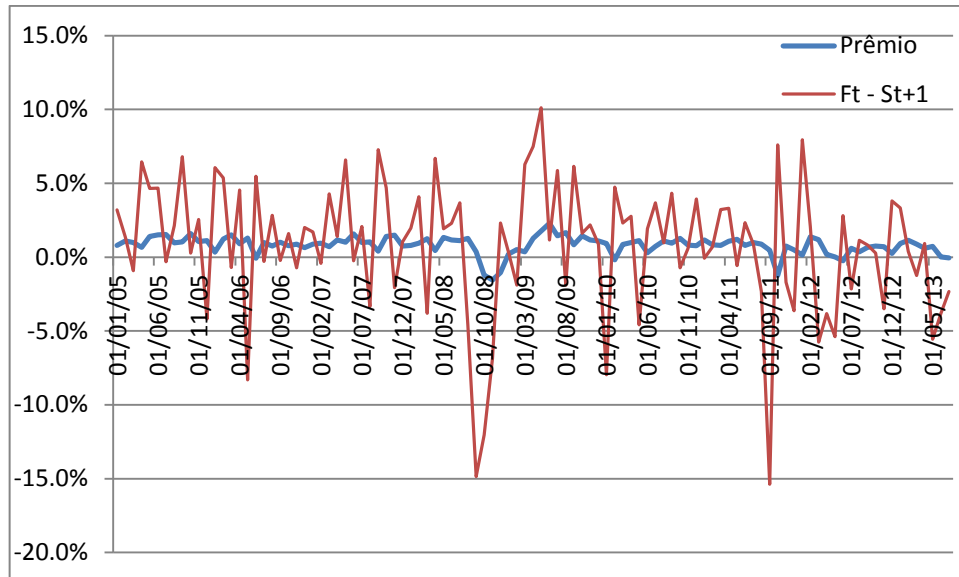
$$f_t - s_{t+1} = r_t - v_t \quad (12)$$

$$r_t = r_t(-1) + e_t \quad (13)$$

$$\begin{pmatrix} e_t \\ v_t \end{pmatrix} \sim i.i.d.N. \left[ \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} Q^2 & 0 \\ 0 & R^2 \end{pmatrix} \right] \quad (14)$$

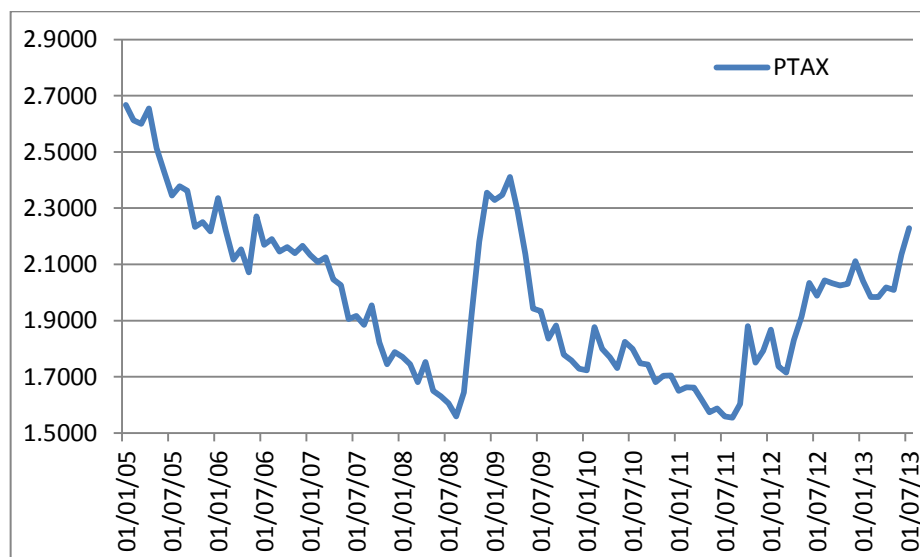
onde, os erros  $e_t$  e  $v_t$  são ruídos brancos e não correlacionados. A variância destes resíduos é dada por  $Q^2$  e  $R^2$  respectivamente. As variâncias serão definidas ao longo do processo do filtro de Kalman.

Analisando a Figura 1 é possível perceber que o prêmio de risco cambial fica negativo em alguns pontos. Estes pontos são justamente momentos em que a previsibilidade da taxa *forward* foi muito baixa devido a grandes choques na taxa de câmbio. Pode-se citar o mês de outubro de 2008, durante a crise hipotecária norte-americana e setembro de 2011, com o agravamento da crise da dívida pública européia.



**Figura 1:** Prêmio encontrado utilizando algoritmo do Filtro de Kalman em taxa ao mês

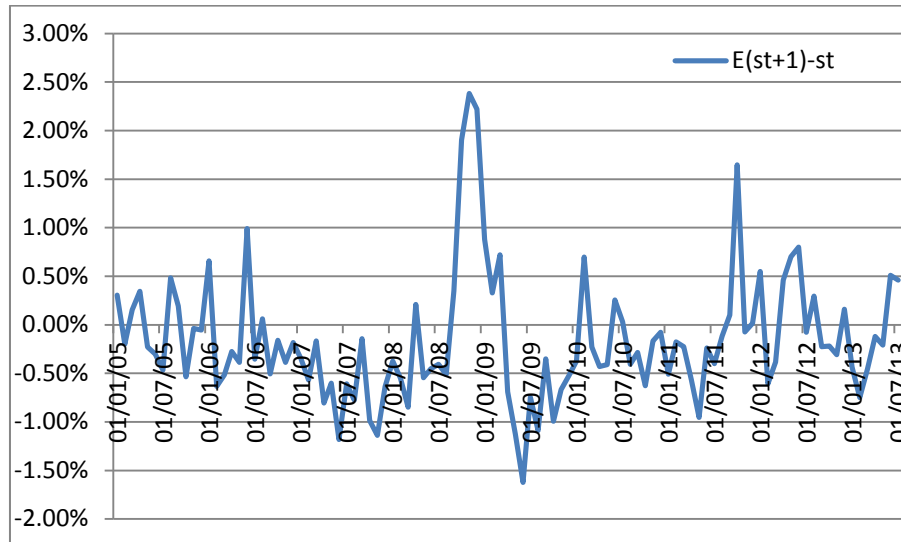
Esta queda é consistente com o fato que o prêmio exigido para este evento foi subdimensionado pois a variação da taxa de câmbio foi muito maior que o esperado. Para complementar este raciocínio, a Figura 2 exibe o histórico da PTAX. É fácil notar que a variação da PTAX nos meses citados é extremamente alta.



**Figura 2:** Taxa de câmbio de venda PTAX (800)

O prêmio médio foi de 0,774% ao mês, enquanto que a diferença média entre a taxa *forward* e a taxa à vista foi de 0,66% ao mês.

Voltando à equação 3, é possível extrair a expectativa dos agentes de valorização da moeda, dado pelo termo  $E_t(s_{t+1}) - s_t$ . Para isso, desconta-se de  $f_t - s_t$  o prêmio de risco cambial obtido pelo filtro de Kalman.



**Figura 3:** Expectativa de depreciação cambial em taxa ao mês

Do exposto, verificou-se que o prêmio de risco cambial é relevante para definir a variância da taxa *forward*. Além disso, este prêmio mostrou-se superior à diferença entre a taxa *forward* e a taxa à vista no horizonte de tempo analisado. Estes resultados foram de encontro à literatura existente.

Apesar deste resultado ir de encontro a literatura, o prêmio obtido através desta metodologia apresentou uma variância ligeiramente menor que a variância da expectativa de depreciação da taxa de câmbio. A covariância entre estes dois fatores foi negativa.

#### 4.2. Modelo para Análise do Prêmio da Paridade Coberta da Taxa de Juros

Passa-se neste ponto para a análise do prêmio da PCTJ. Primeiramente constrói-se a estrutura a termo do *over-Libor* e extrai-se desta estrutura o primeiro componente principal. Posteriormente, segue-se a metodologia utilizada por Pinheiro et. al (2007) e Viola et. al (2009), realizando regressões do componente principal contra índices financeiros com o intuito de analisar a resposta deste componente aos índices observados no mercado.

O modelo para a regressão explicativa do prêmio da paridade coberta da taxa de juros terá a seguinte estrutura:

$$o_t = k + \beta_1 * j_t + \beta_2 * t_t + \beta_3 * x_t + \beta_4 * b_t + g_t, \quad (15)$$

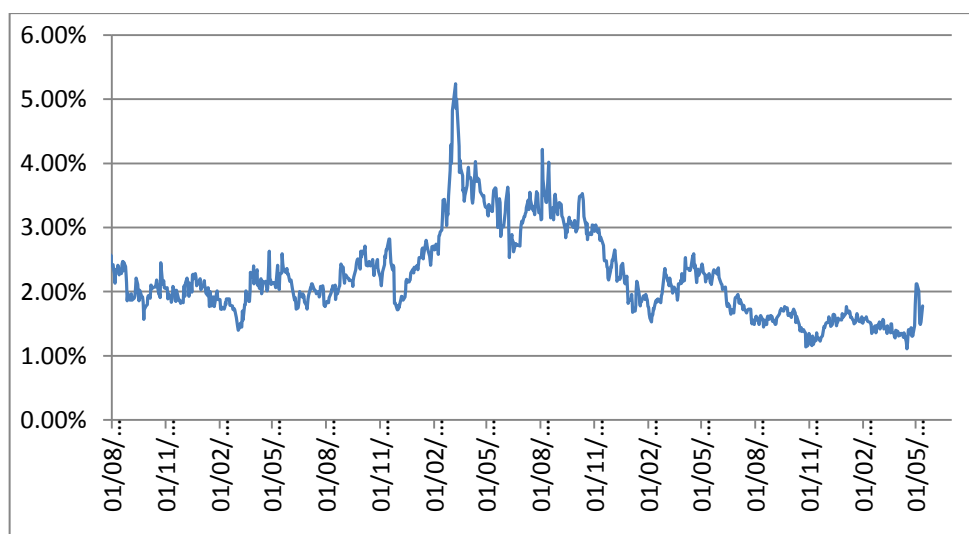
onde,  $o_t$  é o primeiro componente principal da estrutura a termo do *over-Libor* (chamada de nível do *over-Libor*),  $k$  é uma constante,  $j_t$  é o primeiro componente principal da estrutura a termo da curva de juros local,  $t_t$  é a *Treasury* de 10 anos,  $x_t$  é um dos índices financeiros de volatilidade,  $b_t$  é o EMBI Brasil e  $g_t$  é o erro. Estas variáveis e suas séries são descritas a seguir.

Para a análise do prêmio da paridade coberta utilizam-se dados diários de mercado entre 01/08/2009 e 01/07/2013.

#### 4.2.1. Cupom Cambial

Como descrito anteriormente, o cupom cambial representa o custo de tomar ou dar recursos em dólares dentro do Brasil. Esta taxa de retorno é negociada na BM&F através dos contratos a termo de taxa de juros (chamados de *forward rate contracts* ou FRC). O contrato de FRC representa a taxa da remuneração a termo em dólares desta aplicação. O período do termo é entre o primeiro dia útil do próximo mês e o primeiro dia útil do vencimento do contrato.

Neste trabalho utilizam-se 14 maturidades da curva histórica divulgada pela *Bloomberg*, sendo elas 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330, 360, 540 e 720 dias corridos. A Figura 4 mostra o histórico do cupom cambial de 360 dias.



**Figura 4:** Histórico do cupom cambial de 360 dias

#### 4.2.2. Libor

Como citado anteriormente, a taxa interbancária de Londres, conhecida como *Libor*, é calculada pela *British Bankers Association* e é utilizada como base para diversas operações de crédito e linhas para empréstimos entre bancos.

Ela é considerada a principal taxa para a negociação de empréstimos internacionais, sempre sendo negociada pelo *spread over-Libor* para as operações de crédito. Para a estrutura da *Libor*, utilizam-se seis maturidades, 1 mês, 2 meses, 3 meses, 6 meses, 1 ano e 2 anos.

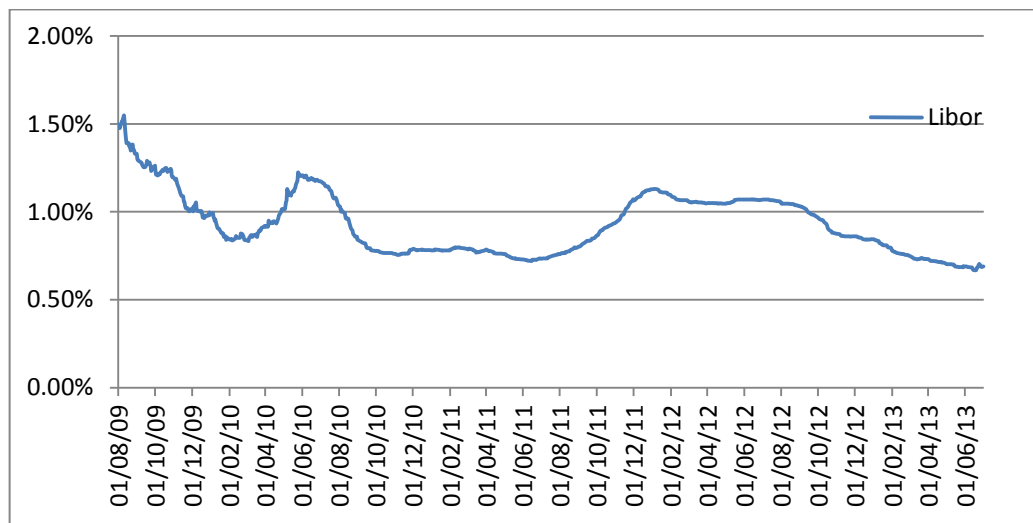


Figura 5: Histórico da taxa *Libor* de 1 ano

#### 4.2.3. Estrutura a termo do *over-Libor*

Com os dados do cupom cambial e da *Libor* é possível montar a estrutura a termo do *over-Libor*. Como pode-se notar, o cupom cambial tem mais vértices que a *Libor*, são 14 maturidades do cupom cambial e apenas 6 da *Libor*. Para encontrar os vértices ausentes, realiza-se uma interpolação linear entre os vértices da *Libor*. Através dessa interpolação é possível criar a estrutura da curva de *over-Libor* com as mesmas 14 maturidades do cupom cambial.

Estas 14 maturidades são utilizadas na análise de componentes principais, selecionando-se das 14 componentes apenas o primeiro, que é responsável pela maior parte da variância da estrutura.

#### 4.2.4. Curva de Juros Local

A curva de juros local brasileira é calculada através da interpolação dos contratos de DI1 futuros negociados na BM&F, estes contratos são negociados em taxa de juros ao ano para uma base de 252 dias úteis.

Através de uma interpolação exponencial ou *spline* é possível construir a expectativa da estrutura a termo da taxa de juros brasileira. A estrutura a termo deste trabalho utiliza-se de 8 vértices, 30, 60, 90, 120, 180, 360, 540 e 720 dias corridos. Para a regressão do primeiro componente principal do *over-Libor* é utilizado o primeiro componente principal da estrutura a termo da taxa de juros local.

A literatura indica a existência de um prêmio de risco na curva de juros local. Este prêmio de risco sobre a ETTJ brasileira não é objeto de estudo neste trabalho, mas pode ser estudado em Ganem e Baydia (2011). A Figura 6 mostra a evolução da curva de juros de 360 dias.



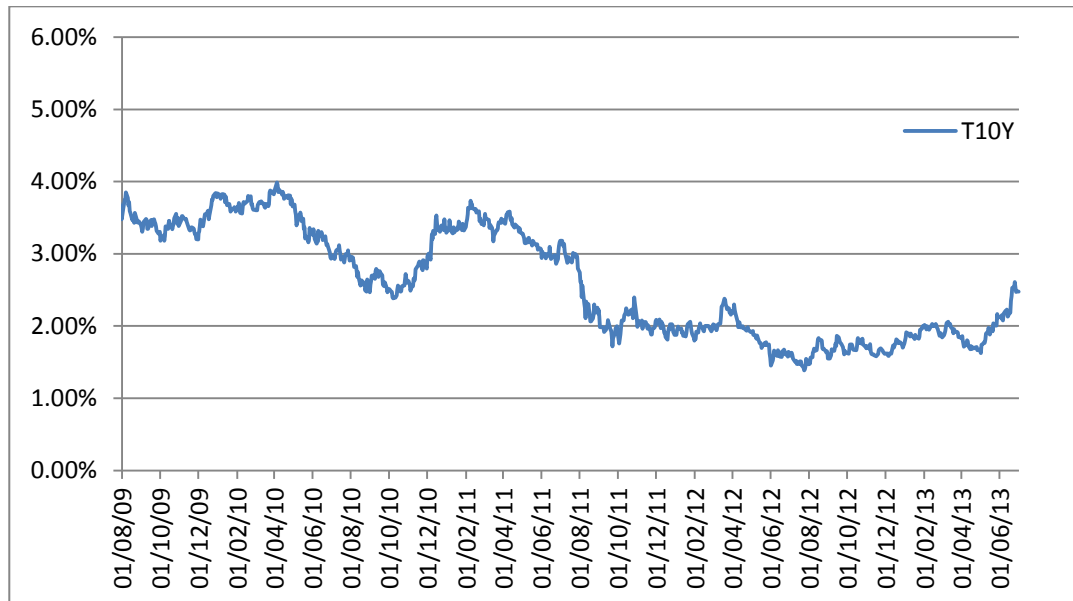
**Figura 6:** Histórico da curva pré de 360 dias

#### 4.2.5. Treasury de 10 anos

A *Treasury* de 10 anos é um título da dívida americana com vencimento em aproximadamente 10 anos. A taxa desse título é amplamente utilizado como a taxa livre de risco, indicando dessa forma, sua relevância para diversos modelos.

Os tipos de títulos públicos norte-americanos são variados, podendo ser indexados à inflação americana, terem um fluxo de pagamentos pré-definido ou serem de pagamento apenas no final (chamado no mercado de *bullet*). Os títulos públicos norte-americanos são os

títulos mais negociados no mundo. A Figura 7 mostra o comportamento da taxa da *Treasury* de 10 anos.



**Figura 7:** Histórico da *Treasury* de 10 anos

#### 4.2.6. VIX e Volatilidade Implícita de Opções sobre a paridade dólar real

O VIX é conhecido no mercado financeiro como o “índice do medo”. Isso ocorre porque o VIX reflete a volatilidade implícita em opções sobre o índice de ações da bolsa americana (SP500). Dessa forma, quando os temores de piora econômica crescem, a busca por opções aumenta, gerando assim um aumento no preço do VIX.

Utilizando o mesmo racional para o VIX, incorporam-se ao modelo duas medidas de volatilidade implícita sobre a paridade dólar-real, sendo a primeira a volatilidade implícita em opções de 1 mês e a segunda a volatilidade implícita em opções de 1 ano.

O racional para utilizar 3 medidas diferentes de volatilidade é o de que cada uma destas variáveis deve capturar melhor um dos seguintes choques,

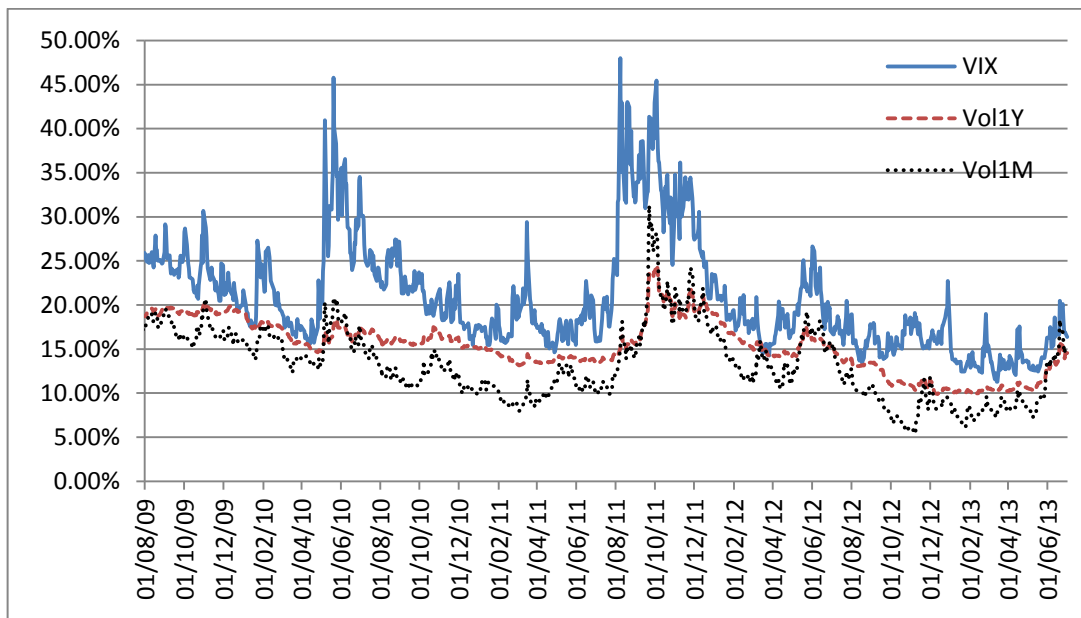
- Choques de natureza externa: como explicado anteriormente, o VIX é um índice sobre a bolsa americana, porém ele é utilizado globalmente
- Choques internos de curto prazo: a volatilidade implícita de 1 mês irá reagir de forma mais clara a eventos pontuais, como operações de intervenção do Banco Central Brasileiro
- Choques internos de longo prazo: a volatilidade implícita de 1 ano indicará mudanças estruturais ou de patamar, como alterações na legislação cambial

Sendo assim, a utilização destas 3 volatilidades é interessante do ponto de vista econômico e pode trazer benefícios ao modelo. Especificamente neste caso, analisam-se as correlações entre estas três variáveis nota-se que há alta correlação entre elas. Sabendo deste problema, opta-se por realizar um processo de escolha iterativo, testando cada uma delas individualmente e escolhendo a que apresentar maiores ganhos ao modelo.

Na Tabela 3 estão listadas as correlações entre as medidas de volatilidade e a Figura 8 apresenta o histórico das mesmas.

	VIX	Vol1Y	Vol1M
VIX	100%		
Vol1Y	70,53%	100%	
Vol1M	76,52%	90,69%	100%

**Tabela 3:** Matriz de correlação entre as diferentes medidas de volatilidade



**Figura 8:** Histórico VIX, Volatilidade Implícita de 1 ano e Volatilidade Implícita de 1 mês

#### 4.2.7. EMBI+Br

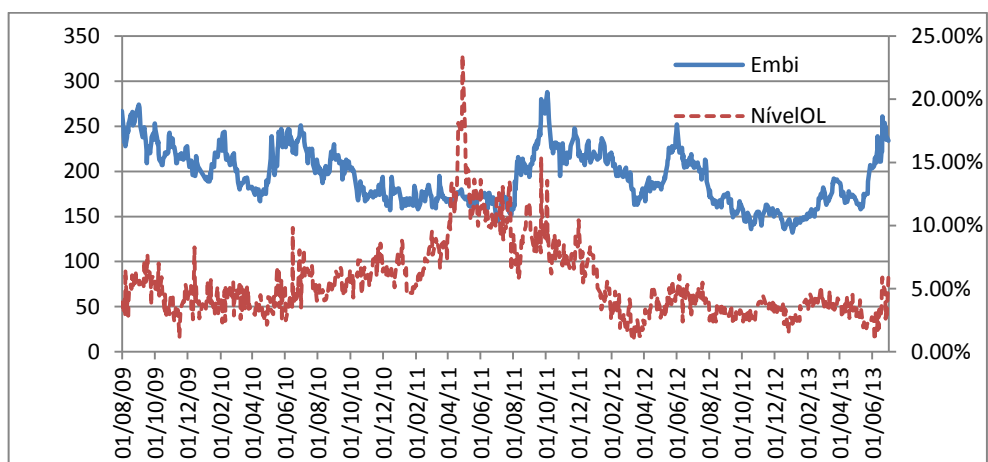
O EMBI+Br<sup>1</sup> (ou EMBI Brasil), é um índice calculado pelo banco JP Morgan que reflete a taxa média de títulos brasileiros emitidos no exterior descontados por uma cesta de títulos norte-americanos, representando desta forma o retorno acima do título americano, ou conforme a literatura indica, o retorno acima do título considerado como livre de risco.

<sup>1</sup> Maiores informações sobre este índice e outras medidas de risco Brasil podem ser obtidas no site do Banco Central do Brasil, na seção de Perguntas mais Frequentes, Risco-País no link <http://www4.bcb.gov.br/pec/gci/port/focus/FAQ%209-Risco%20Pa%C3%ADs.pdf>

A composição do EMBI+Br é definida pelo JP Morgan e é restrita a assinantes de seu serviço de taxas, porém sabe-se que ele contém títulos como os *Globals* e eurobônus brasileiros<sup>2</sup>. Segundo informações do BCB, em março de 2013 o EMBI+Br era composto por 14 títulos emitidos pelo país no exterior, com vencimentos até 2041.

A interpretação deste índice é similar à de *swaps* de risco de crédito, quanto menor a taxa, menor o risco atribuído a estes ativos, dado que menor será o retorno exigido acima do livre de risco. Dessa forma, o EMBI Brasil é o *spread* (ou prêmio de risco) dos títulos brasileiros emitidos no exterior contra os títulos norte-americanos.

Em tese, o EMBI Brasil seria uma aproximação do *over-Libor* brasileiro, dado que estes índices são construídos de forma muito similar. Porém, é fácil notar que há grandes divergências. A correlação entre o nível do *over-Libor* e o EMBI Brasil é de apenas 2,1%. Além disso, analisando a Figura 9 pode-se notar que em diversos momentos o *over-Libor* reagiu a algum movimento de mercado e o EMBI não.



**Figura 9:** Histórico do EMBI e do nível do *over-Libor*

A origem destas divergências pode ser causada principalmente por três fatores: (i) a diferença do prazo médio da cesta, (ii) a utilização de títulos norte-americanos ao invés da *Libor* para a construção do índice e (iii) a ausência do risco de fronteira no EMBI+Br.

Conforme citado anteriormente, o EMBI+Br é composto por títulos com vencimento até 2041, enquanto a estrutura do *over-Libor* utilizada neste trabalho tem um prazo máximo de 2 anos, logo, assumindo-se que os títulos que compõem o EMBI+Br estão distribuídos ao

<sup>2</sup> *Globals* e eurobônus são nomenclaturas utilizadas para indicar o título de dívida emitido no exterior. Os *Globals* tem rendimento em dólares e os eurobônus podem apresentar rendimentos em outras moedas, por exemplo mas não exclusivamente em euro ou franco-suíço.

longo dos anos até 2041, seu prazo médio deve ser de aproximadamente 15 anos, enquanto que o prazo médio do *over-Libor* é de 1 ano.

Além do problema de prazo, outra diferença está na construção destes prêmios. O prêmio do *over-Libor* e o EMBI+Br são calculados como retornos sobre taxas livres de risco diferentes. A taxa livre de risco para operações interbancárias é a *Libor*, já a taxa livre de risco para títulos de dívida é a taxa da *Treasury* de 10 anos.

Finalmente, deve existir uma diferença pela ausência do risco de fronteira no caso do EMBI Brasil, dado que este é construído com títulos externos (também chamados de *offshore*). Este risco de fronteira pode ser observado também sob a ótica de diferenças fiscais entre o investimento no Brasil e o investimento em um mesmo título no exterior. O que, como explorado anteriormente, pode ser relevante para o caso brasileiro.

Apesar destes argumentos, o EMBI+ é constantemente utilizado na literatura como medida de risco.

É importante esclarecer que o *swap* de risco de crédito (do inglês *credit default swap* – CDS) não foi utilizado neste trabalho pois ele mede apenas o risco inerente do país e não o diferencial de risco. Dado que o *over-libor* deve conter uma porção do diferencial de risco de crédito do Brasil contra os outros países, a utilização do EMBI+ deve servir como um índice mais adequado.

#### **4.2.8. Estatísticas descritivas e testes de estacionariedade**

Na Tabela 4 pode-se observar as estatísticas descritivas e os testes de estacionariedade sobre as variáveis citadas anteriormente. Os testes sobre o Nível da Curva de Juros Local, a *Treasury* de 10 anos e sobre a Volatilidade implícita de 1 ano indicaram a presença de raiz unitária. Porém, como a janela de tempo é extremamente curta (quase 4 anos) pode-se ter obtidos resultados inconsistentes com o comportamento destes índices no longo prazo. Julga-se que este resultado não representará problemas para a análise do *over-Libor*.

Estatística	EMBI Brasil	Nível Curva de Juros Local	Treasury	VIX	Volatilidade 1 Mês	Volatilidade 1 Ano
<b>Média</b>	194	33,29%	2,60%	20,91%	13,30%	15,33%
<b>Desvio Padrão</b>	31	5,22%	0,75%	6,32%	4,12%	3,01%
<b>Assimetria</b>	0,359	-0,265	0,140	1,287	0,624	0,097
<b>Curtose</b>	2,42	1,82	1,48	4,65	3,57	2,59
<b>Dikey-Fuller Aumentado</b>	-3,611 **	-0,453	-1,638	-3,4195 **	-2,611 *	-2,118

**Tabela 4:** Estatísticas descritivas e teste de estacionariedade das variáveis. \*\* Significante ao nível de 1%.

\* Significante ao nível de 10%.

### 4.3. Análise de Componentes Principais do *over-Libor*

Passando-se para a análise do *over-Libor*, inicialmente utiliza-se metodologia semelhante à desenvolvida por Pinheiro et al. (2007) e Viola et al. (2009) para a análise do cupom cambial. Escolhidos os vértices do *over-Libor*, utiliza-se da análise de componentes principais com o objetivo de identificar quais componentes (e suas devidas composições) explicam a maior parte da variância da estrutura a termo.

As cargas encontradas nos três primeiros componentes estão listadas na Tabela 5:

Variável	Componente 1	Componente 2	Componente 3
OL_030	38,10%	-70,88%	43,01%
OL_060	33,45%	-29,09%	-10,68%
OL_090	31,23%	-12,66%	-23,01%
OL_120	29,51%	-1,50%	-21,73%
OL_150	28,04%	5,44%	-20,72%
OL_180	26,96%	10,09%	-19,59%
OL_210	26,05%	13,77%	-15,08%
OL_240	25,25%	16,71%	-9,73%
OL_270	24,45%	19,10%	-4,73%
OL_300	23,80%	20,86%	-0,43%
OL_330	23,23%	22,24%	4,28%
OL_360	22,64%	23,37%	8,29%
OL_540	18,24%	27,47%	40,86%
OL_720	14,32%	27,76%	64,19%

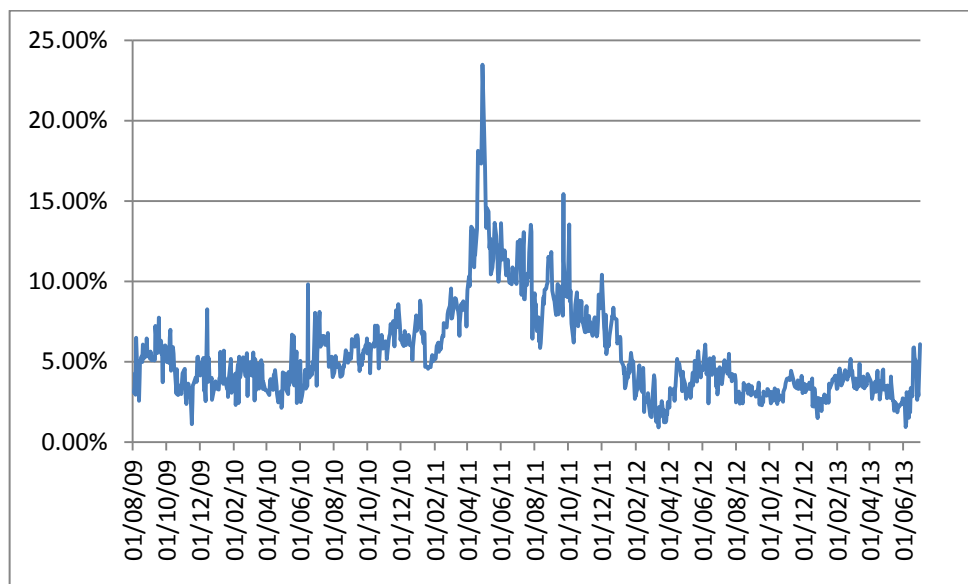
**Tabela 5:** Distribuição das cargas dos três primeiros componentes principais da estrutura a termo do *over-Libor*

Os três primeiros componentes são responsáveis respectivamente por 89,31%, 9,33% e 1,10% da variância total da estrutura a termo do *over-Libor*. Os gráficos destes componentes estão no Anexo 1.

Seguindo o trabalho de Litterman e Scheinkman (1991) sobre imunização de carteiras de títulos, o primeiro componente pode ser chamada de nível (*level*), o segundo de inclinação (*steepness*) e o terceiro de curvatura (*curvature*). Deste ponto em diante, os componentes serão referenciadas com estas nomenclaturas.

Dado que o nível representa 89,31% da variância total da estrutura a termo do *over-Libor*, este trabalho irá se concentrar em analisar apenas este componente, descartando a dinâmica da inclinação e da curvatura. Ademais, o efeito de índices financeiros no comportamento dos outros componentes é ambíguo e difícil de ser analisado pois a sensibilidade da inclinação e a curvatura a melhoras ou piores em indicadores financeiros pode variar conforme o ciclo econômico. Por exemplo, em um ciclo com baixa expectativa de inflação, não necessariamente um aumento da volatilidade da moeda deve gerar aumentos na inclinação da curva de juros, porém em um ciclo com alta expectativa a volatilidade da moeda deve contribuir para uma forte alta na inclinação da curva de juros.

A Figura 10 mostra a evolução do nível na janela de tempo analisada,



**Figura 10:** Componente nível do *over-Libor* ao longo do tempo

#### 4.4. Regressão sobre o nível da estrutura a termo do *over-Libor*

Retomando-se os índices financeiros descritos na sessão 4.2, listam-se na Tabela 6 os sinais esperados de seus coeficientes, sendo (+) como positivo e (0) como sendo neutro.

Variável	Nível
Nível Pré	+
T10Y	0
EMBI Brasil	+
VIX	+
VOL_1M	+
VOL_1Y	+

**Tabela 6:** Resultados esperados na regressão sobre o nível do *over-Libor*

Retomando a teoria da paridade coberta da taxa de juros, havia sido analisado que existiria um prêmio de risco sobre a taxa de juros do país de baixo risco (neste caso, país externo) que deveria compensar os agentes pelos riscos de crédito, de fronteira e de liquidez. Desta forma, utilizando-se os indicadores financeiros selecionados, analisa-se o efeito do risco de crédito, risco de fronteira e de liquidez. Os índices responsáveis por essas medidas são o EMBI Brasil, os índices de volatilidade e o nível da taxa pré e espera-se que eles tenham coeficientes positivos.

A exceção fica por conta da *Treasury* de 10 anos, espera-se zero pois seu movimento deve gerar apenas uma recolocação de nível do cupom cambial e da *Libor*, mas que não deve alterar o seu diferencial, dado que a *Treasury* é a taxa de juros livre de risco do mercado.

Segue-se agora para a regressão, onde, através de um processo iterativo, foi escolhida a medida de volatilidade que gerasse os melhores resultados ao modelo.

Os resultados encontrados para a regressão do nível do *over-Libor* estão na Tabela 7,

	Coeficiente	Desvio Padrão	Probabilidade
Constante	-0,0523	0,0064	0,0000
EMBI Brasil	-0,0002	0,0000	0,0000
<i>Treasury</i>	-1,3698	0,1156	0,0000
Nível Curva de Juros Local	0,5041	0,0170	0,0000
VIX	-	-	-
Volatilidade 1 mês	0,0876	0,0308	0,0045
Volatilidade 1 ano	-	-	-

R-Quadrado	53,91%
Log likelihood	2.342,81
Critério Akaike	-5,0330

<b>Critério Schwarz</b>	-5,0070
<b>Hannan-Quinn</b>	-5,0230
<b>Durbin Watson</b>	0,3078

**Tabela 7:** Resultados obtidos na regressão sobre o nível do *over-Libor*

Utilizando os processos iterativos, encontrou-se que a Volatilidade implícita de 1 mês é a que gera o maior efeito explicativo entre as medidas de volatilidade selecionadas.

A conclusão obtida pela análise do resultado da regressão é a de que o *over-Libor* é afetado positivamente por medidas de volatilidade e de política monetária internas, mas apresenta reações negativas quando a análise engloba índices externos, sejam eles de risco ou taxas de política monetária externa.

Comparando-se os resultados obtidos contra os resultados esperados, ocorreram duas distorções: (i) A primeira distorção foi o EMBI Brasil, que apresentou coeficiente negativo para o nível do *over-Libor*. (ii) A segunda distorção foi gerada pelo impacto da *Treasury* de 10 anos no nível do *over-Libor* que apresentou um coeficiente negativo, enquanto esperava-se um coeficiente igual à zero. Estas distorções serão analisadas a seguir.

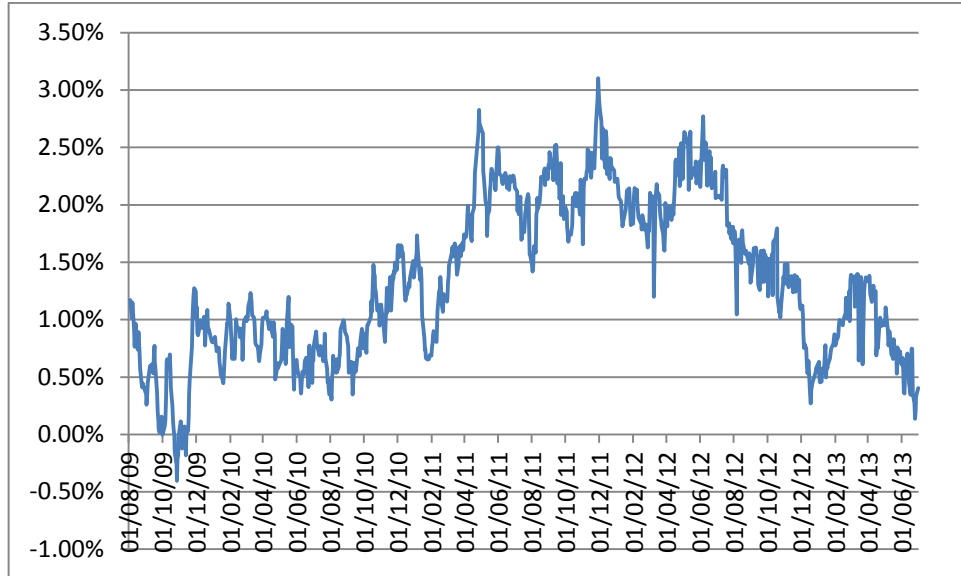
#### **4.4.1. Análise do EMBI Brasil**

No item 4.2.7 apontou-se diferenças entre o índice EMBI Brasil e o *over-Libor*. Estas diferenças são: prazo, local de negociação dos ativos, forma de construção e um possível problema de liquidez. Não é possível mensurar qual dessas variáveis gerou a distorção encontrada, porém, pode-se estudar a existência de um risco de fronteira.

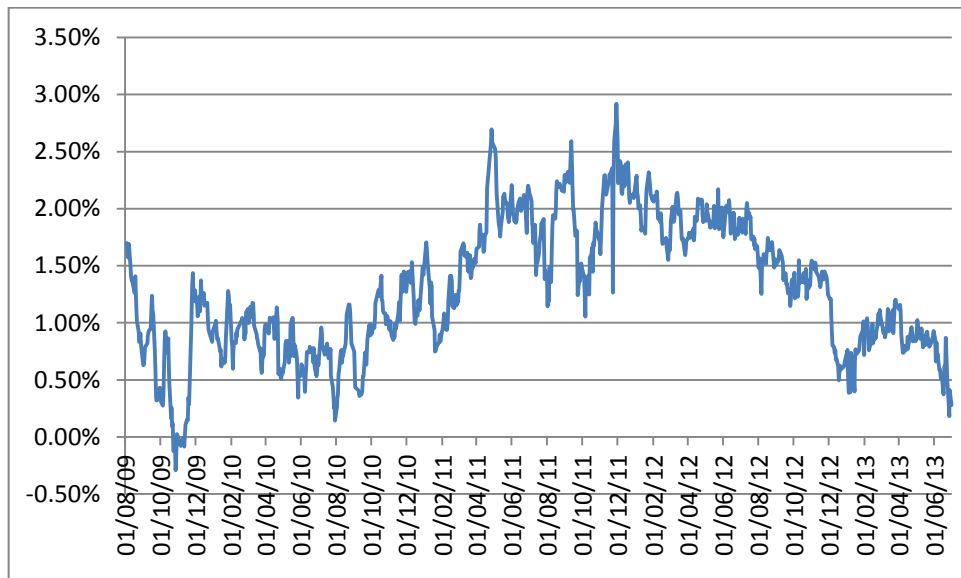
Para avaliar a existência do prêmio de risco de fronteira realiza-se uma comparação entre três *Globals*, e os cupons cambiais equivalentes negociados no Brasil. Foram selecionados títulos com vencimentos em julho de 2014, março de 2015 e janeiro de 2017.

Os *Globals* escolhidos provavelmente compõem a carteira de títulos utilizados pelo JP Morgan para construir o índice EMBI Brasil, dessa forma, as possíveis diferenças entre os *Globals* e os cupons cambiais deve ter se repetido na regressão realizada anteriormente.

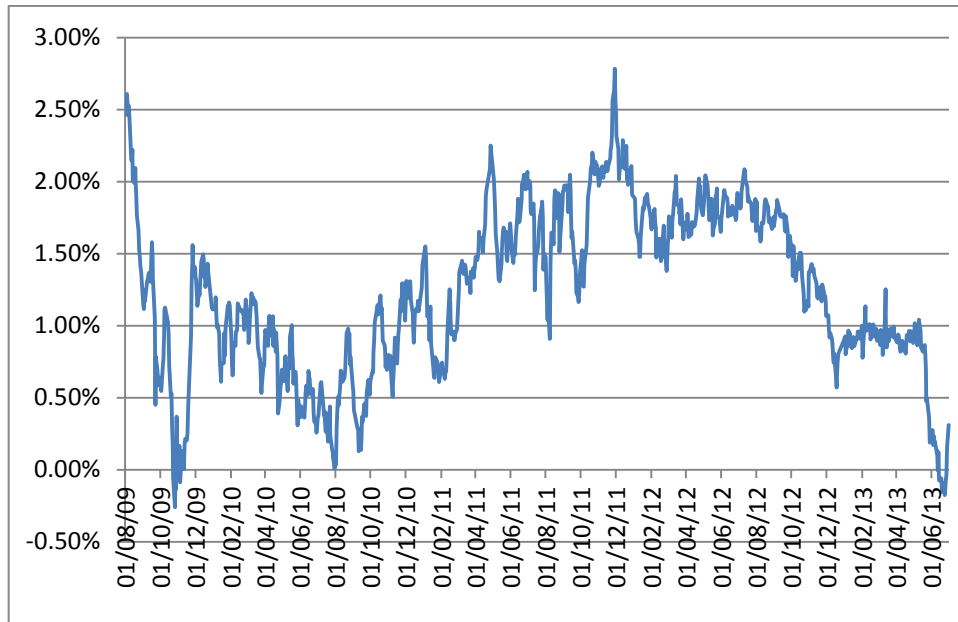
As Figuras 11, 12 e 13 apresentam a diferença entre o cupom cambial e os títulos emitidos no exterior (os *Globals*) para cada um dos vencimentos selecionados. Valores positivos indicam que o retorno do cupom cambial é superior ao retorno do título externo.



**Figura 11:** Diferença entre o cupom cambial e o *Global* com vencimentos em julho de 2014



**Figura 12:** Diferença entre o cupom cambial e o *Global* com vencimentos em março de 2015



**Figura 13:** Diferença entre o cupom cambial e o *Global* com vencimentos em janeiro de 2017

Abaixo seguem as estatísticas descritivas das diferenças e a correlação entre o cupom cambial e os *Globals*,

	<b>Julho de 2014</b>	<b>Março de 2015</b>	<b>Janeiro de 2017</b>
<b>Correlação cupom cambial x <i>Globals</i></b>	27,70%	26,59%	29,78%
<b>Média Diferença (a.a.)</b>	1,33%	1,29%	1,23%
<b>Desvio Padrão Diferença (a.a.)</b>	0,69%	0,58%	0,58%
<b>Máximo Diferença (a.a.)</b>	3,10%	2,92%	2,79%
<b>Mínimo Diferença (a.a.)</b>	-0,40%	-0,29%	-0,26%
<b>Assimetria Diferença</b>	0,1321	0,0685	-0,1461
<b>Curtose Diferença</b>	-0,9521	-0,6708	-0,6171

**Tabela 8:** Estatísticas descritivas das diferenças entre os cupons cambiais e os *Globals*

Analisando-se as estatísticas descritivas na Tabela 8, pode-se notar que a correlação entre os cupons cambiais e os *Globals* é baixa, além disso, a dispersão dos resultados mostra claramente que existe um prêmio para aplicações dentro do Brasil. Tipicamente este seria o prêmio pelo risco de fronteira citado no item 3.1, porém não é possível afirmar que esta diferença seja causada exclusivamente por este risco. Outro fator que pode influenciar esta diferença é o baixo volume de dívida emitida em moeda estrangeira<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Segundo dados do Tesouro Nacional de setembro de 2013, a dívida pública interna responde por 95,4% da dívida total ou R\$ 1.897,5 bilhões enquanto que a dívida externa responde por 4,6% da dívida total ou R\$ 91,3 bilhões.

Independente do problema de liquidez, pode-se concluir que o prêmio pelo risco de fronteira varia com o tempo e portanto este prêmio pode afetar as estimativas do *over-Libor* ao utilizar-se o índice EMBI Brasil como medida de risco.

As diferenças citadas no item 4.2.7 e as evidências expostas devem validar a hipótese de que taxas de retorno de títulos internacionais podem não ser bons previsores para taxas de retorno locais. Dessa forma, o índice EMBI Brasil pode não gerar o resultado esperado na estrutura do *over-Libor*. Entretanto, dada a alta relevância que o mercado financeiro dá a este índice, descartar a sua utilização pode ser prejudicial ao modelo.

#### 4.4.2. Análise da *Treasury* de 10 anos

Avaliar o efeito da *Treasury* no comportamento do *over-Libor* mostra-se uma tarefa complexa do ponto de vista macroeconômico, dado que este título é influenciado por fatores globais e por políticas monetárias específicas que podem não afetar o cupom cambial ou a taxa *Libor*.

Porém, em uma tentativa de extrair os efeitos da *Treasury* sobre estas duas variáveis que compõem o *over-Libor*, realizam-se duas regressões com o objetivo de analisar sobre qual variável a *Treasury* tem maiores efeitos.

	Nível Cupom Cambial	Nível Libor
<b>Correlação</b>	26,01%	73,98%
<b>Constante</b>	0,0505	0,0031
<b>Coefficiente T10</b>	0,9617	0,3257
<b>Desvio padrão T10</b>	1,17%	0,97%
<b>Estatística t T10</b>	8,215	33,53
<b>R-Quadrado</b>	6,76%	54,72%
<b>Log Likelihood</b>	2.047,994	4.367,89

**Tabela 9:** Correlação e resultado da regressão da *Treasury* sobre o nível do cupom cambial e sobre o nível da *Libor*

A análise da Tabela 9 indica que os efeitos da *Treasury* sobre o nível *Libor* é superior aos efeitos da *Treasury* sobre o nível do cupom cambial. Outra evidência encontrada foi que a correlação da *Treasury* com o nível da *Libor* é de praticamente 74%, enquanto que com o nível do cupom cambial é de apenas 26%.

Dessa forma, estatisticamente, um aumento na *Treasury* muito provavelmente irá gerar aumentos na *Libor*, mas não necessariamente afetará o cupom cambial, o que reduziria o *over-Libor*. Justifica-se assim o sinal negativo encontrado na regressão do *over-Libor*.

## 5. CONCLUSÃO

Seguindo a literatura existente sobre a paridade descoberta da taxa de juros, mostrou-se que ela não é válida para o caso brasileiro e que existe um prêmio de risco cambial que é o principal responsável pela variância da taxa a termo. Posteriormente, através da utilização de um filtro de Kalman, extraiu-se o prêmio de risco cambial existente e seu comportamento ao longo dos últimos anos. Nota-se que este prêmio foi sub-dimensionado em períodos de crise internacional devido à grande diferença entre o prêmio e a taxa à vista futura para estes períodos.

A existência de um prêmio de risco cambial indica que o mercado cambial brasileiro pode não ser eficiente, dessa forma, podem existir desvios da paridade coberta da taxa de juros. Estes desvios podem ocorrer por diferenças de risco, de custos ou pela baixa liquidez. Para estudar estes desvios o trabalho analisou a dinâmica do primeiro componente principal da estrutura a termo do *over-Libor*, chamada de nível do *over-Libor*, através de uma regressão com índices financeiros utilizados na literatura sobre paridade coberta.

A regressão sobre o nível do *over-Libor* gerou um resultado inesperado, o risco de crédito medido pelo EMBI Brasil afeta inversamente o prêmio de risco medido pelo *over-Libor*, ou seja, um aumento do risco de crédito gera uma redução do nível do *over-Libor*. Realizou-se uma investigação sobre esta divergência e entende-se que o desvio do resultado esperado ocorreu devido a diferenças na composição do EMBI Brasil e do *over-Libor* e devido ao efeito do risco de fronteira que mostrou-se relevante ao analisar uma carteira de títulos externos contra o cupom cambial local. Espera-se que este resultado surpreendente seja posteriormente utilizado na literatura sobre o *over-Libor* brasileiro e em outros trabalhos que envolvam prêmios de risco brasileiros.

A conclusão final sobre o nível do *over-Libor* é de que ele é fortemente relacionado ao nível da taxa pré em reais e ao nível da volatilidade implícita de opções de dólar-real de 1 mês, dessa forma, a maior parte do prêmio existente decorre de incertezas ou dinâmicas locais, tais como risco de fronteira, risco de moeda e política monetária, mas não é afetado de forma clara pelo risco de crédito medido pelo EMBI Brasil.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKRAM, Q. Farooq; RIME, Dagfinn; SARNO, Lucio. **Arbitrage in the foreign exchange market: turning on the microscope.** *Journal of International Economics* 76, 237–253, 2008.
- ARORA, Vivek; CERISOLA, Martin. **How does U.S. monetary policy influence sovereign spreads in emerging markets?** *IMF Staff Papers* Vol 48, nº 3, International Monetary Fund, 2001.
- BANSAL, Ravi; DAHLQUIST, Magnus. **The forward premium puzzle: different tales from developed and emerging economies.** *Journal of International Economics* 51, 115-144, 2000.
- BEKAERT, Geert; WEI, Min; XING, Yuhang. **Uncovered interest rate parity and the term structure.** *Journal of International Money and Finance* 26, 1038-1069, 2007.
- CHABOUD, Alain P.; WRIGHT, Jonathan H. **Uncovered interest parity: it works, but not for long.** Board of Governors of the Federal Reserve System, *International Finance Discussion Papers*, 752r, 2003.
- CHAMON, Marcos; GARCIA, Marcio. **Capital controls in Brazil: effective?.** PUC-Rio, 2013.
- CHOR, Davin; MANOVA, Kalina. **Off the cliff and back? Credit conditions and international trade during the global financial crisis.** *Journal of International Economics* 87, 117-133, 2012.
- CORWIN, Shane A.; SCHULTZ, Paul. **A simple way to estimate bid-ask spreads from daily high and low prices.** *Journal of Finance* 67, 719-759, 2012.
- DODD, Randall; GRIFFITH-JONES, Stephany. **Brazil's derivatives markets: hedging, central bank intervention and regulation.** ECLAC/CEPAL, Dezembro, 2007.
- FAMA, Eugene F. **Forward and spot exchange rates.** *Journal of Monetary Economics* 14, 319-338, 1984.
- FERREIRA, Luciana Costa Leme. **Análise da curva de cupom cambial brasileira: uma aplicação da análise de componentes principais com ênfase em sua utilização para imunização de carteiras.** Fundação Getúlio Vargas, 2006, Dissertação de mestrado.

- FONG, Wai-Ming; VALENTE, Giorgio; FUNG, Joseph K.W. **Covered interest arbitrage profits: the role of liquidity and credit risk.** Journal of Banking & Finance 34, 1098-1107, 2010.
- FROOT, Kenneth A.; THALER, Richard H. **Foreign exchange.** Journal of Economic Perspectives 4, 179-192, 1990.
- GANEM, Marcelo; BAIDYA, Tara Keshar Nanda. **Assimetria e prêmio de risco na estrutura a termo de juros brasileira.** Revista Brasileira de Finanças 9, 277-301, 2011.
- GARCIA, Márcio, OLIVARES, Gino. **O prêmio de risco da taxa de câmbio no Brasil durante o Plano Real.** PUC-Rio, 2001.
- GUILLÉN, Osmani Teixeira de C.; ARAÚJO, Carlos Hamilton. **Taxas de cupom cambial no Brasil: componentes de curto e longo prazo.** Março, 2004.
- HARTELIUS, Kristian; KASHIWASE, Kenichiro; KODRES, Laura E. **Emerging market spread compression: is it real or is it liquidity?** IMF Working Paper, International Monetary Fund, Janeiro, 2008.
- LITTERMAN, Robert; SCHEINKMAN, José. **Common factors affecting bond returns.** The Journal of Fixed Income 1, 54-61, 1991.
- MARSHALL, Bem R., TREEPONGKARUNA, Sirimon, YOUNG, Martin. **Exploitable arbitrage opportunities exist in the foreign exchange market.** SSRN, 2008
- PECOLI, Gabriel Dini. **O efeito de surpresas macroeconômicas nos mercados de cupom cambial e CDS.** Insper Instituto de Ensino e Pesquisa, 2011, Dissertação de Mestrado.
- PINHEIRO, Felipe Canedo de Freitas. **Modelos de previsão da estrutura a termo do cupom cambial.** Faculdade de Economia e Finanças IBMEC, Setembro, 2006, Dissertação de Mestrado.
- PINHEIRO, Felipe; ALMEIDA, Caio; VICENTE, José. **Um modelo de fatores latentes com variáveis macroeconômicas para a curva de cupom cambial.** Trabalhos para Discussão nº148, Banco Central do Brasil, Outubro, 2007
- ROBITAILLE, Patrice; ROUSH, Jennifer. **How do FOMC actions and U.S. macroeconomic data announcements move Brazilian sovereign yield spreads and stock prices?** Board of Governors of the Federal Reserve System, September, 2006

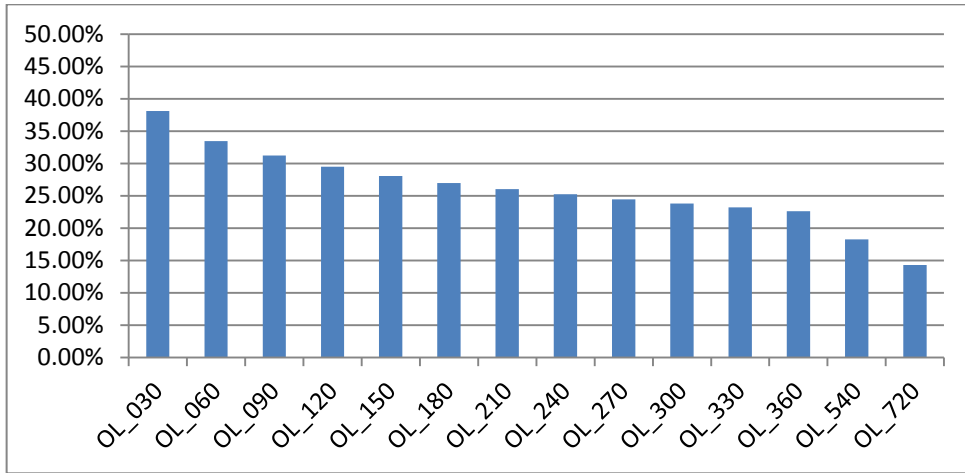
SARNO, Lucio. **Towards a solution to the puzzles in exchange rate economics: where do we stand?** Working Papers Series. Warwick Business School, 2005

TAYLOR, Mark P. **Covered interest parity: a high-frequency, high-quality study.** *Economica* 54, 429-438, 1987.

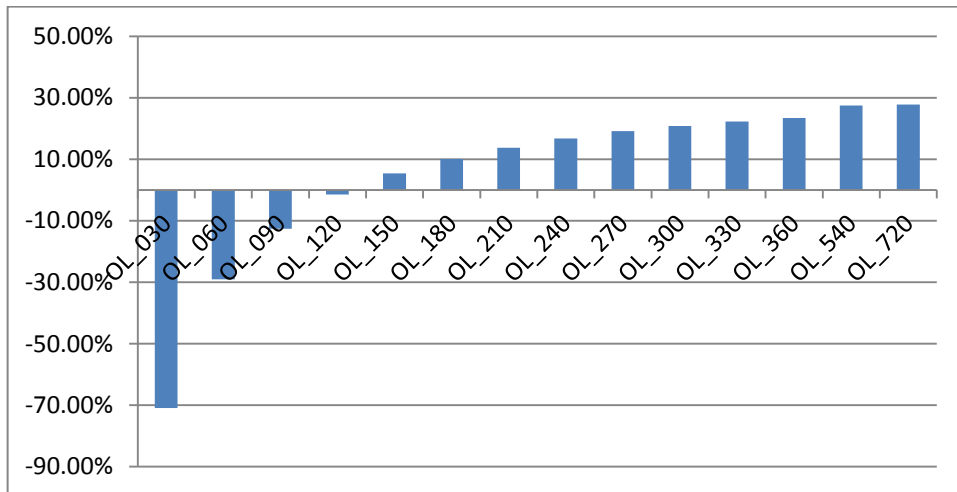
VIOLA, Alessandra P.; GUTIERREZ, Margarida S.; LION Octávio B.; BARBEDO Cláudio H. **Impacto dos swaps cambiais na curva de cupom cambial: uma análise segundo a regressão de componentes principais.** Trabalhos para Discussão nº198, Banco Central do Brasil, Novembro, 2009.

WOLFF, Christian C.P. **Forward foreign exchange rates, expected spot rates, and premia: a signal-extraction approach.** *The Journal of Finance* 42, 395-406, 1987.

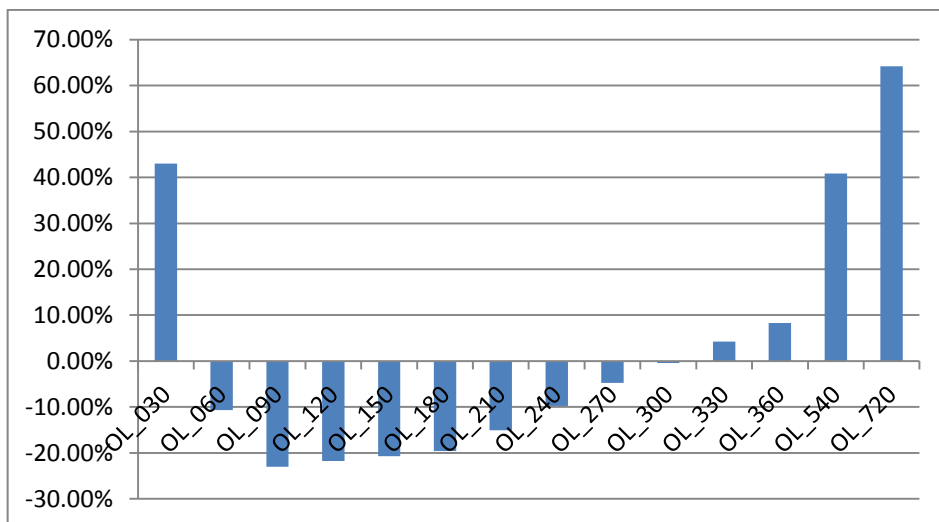
**ANEXO 1. Distribuição das cargas d0s componentes principais da estrutura a termo do *over-Libor***



**Figura 14:** Distribuição das cargas do primeiro componente principal do *over-Libor*



**Figura 15:** Distribuição das cargas do segundo componente principal do *over-Libor*



**Figura 16:** Distribuição das cargas do terceiro componente principal do *over-Libor*

**ANEXO 2. Correlações das variáveis utilizadas na regressão**

<b>Correlações</b>	<b>EMBI</b>	<b>Nível Cupom Cambial</b>	<b>Nível Libor</b>	<b>Nível Pré</b>	<b>Treasury</b>	<b>Volatilidade 1 mês</b>
<b>EMBI</b>	100,00%					
<b>Nível Cupom Cambial</b>	10,54%	100,00%				
<b>Nível Libor</b>	55,52%	6,56%	100,00%			
<b>Nível Pré</b>	19,68%	67,66%	33,78%	100,00%		
<b>Treasury</b>	17,86%	26,01%	73,98%	67,23%	100,00%	
<b>Volatilidade 1 mês</b>	85,62%	20,96%	53,56%	27,07%	19,43%	100,00%