

**Insper Instituto de Ensino e Pesquisa  
Faculdade de Economia e Administração**

**André Takeshi Fujii**

**INFLUÊNCIA DO *CARRY TRADE* SOBRE O *CRASH RISK***

**São Paulo  
2010**

André Takeshi Fujii

**INFLUÊNCIA DO *CARRY TRADE* SOBRE O *CRASH RISK***

Monografia apresentada ao curso de Ciências Econômicas, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel do Insper Instituto de Ensino e Pesquisa.

Orientador:  
Prof. Marco Lyrio – Insper

**São Paulo  
2010**

Fujii, André Takeshi

A influência do *Carry Trade* sobre o *Crash Risk* / André  
Takeshi Fujii. – São Paulo: Insper, 2010.

30 f.

Monografia: Faculdade de Economia e Administração. Insper  
Instituto de Ensino e Pesquisa.

Orientador: Prof. Marco Lyrio

1. *Carry Trade* 2. *Crash Risk* 3. Taxa de juros 4. Assimetria

André Takeshi Fujii

**Influência do *Carry Trade* sobre o *Crash Risk***

Monografia apresentada à Faculdade de Economia do Insper, como parte dos requisitos para conclusão do curso de graduação em Economia.

Aprovado em junho de 2010

**EXAMINADORES**

---

Prof. Dr. Marco Lyrio  
Orientador

---

Prof. Dr. Marcelo Moura  
Examinador

---

Prof. Dr. Ricardo Brito  
Examinador

## Agradecimentos

Agradeço a toda minha família, amigos e meus papagaios de estimação.  
Mas agradeço principalmente a minha mãe, que jamais deixou de acreditar em mim.  
Mamãe, te amo!

## Dedicatória

Dedico essa monografia ao meu pai, Yoshito Fujii.



## Resumo

FUJII, André Takeshi. *Influência do Carry Trade sobre o Crash Risk*. São Paulo, 2010. 32p. Monografia – Faculdade de Economia e Administração. Insper Instituto de Ensino e Pesquisa.

O *carry trade* é uma conhecida estratégia de investimento que consiste em aplicar recursos em moeda com alta taxa de juros tomando recursos em moedas com baixas taxas de juros conseguindo lucro nessa estratégia apostando na violação da paridade descoberta da taxa de juros. O propósito desta monografia é documentar relações entre variáveis como assimetria, *risk reversal*, posição futura dos especuladores e outros por meio de regressões para indicar a correlação do *carry trade* com o *currency crashes*.

Palavras-chave: *Carry Trade*, *Crash Risk*, Taxa de juros, assimetria, paridade coberta de juros, paridade descoberta de juros.



## Abstract

FUJII, André Takeshi. The influence of *Carry Trade* on *Crash Risk*. São Paulo, 2010. 32p.  
Monograph – Faculdade de Economia e Administração. Insper Instituto de Ensino e Pesquisa.

The *carry trade* is a well-known investment strategy that consists of borrowing a certain *currency* with a relatively low interest rate and uses the funds to purchase a different *currency* with a higher interest rate and the profit of this strategy comes from betting in the violation of the uncovered interest rates parity. The purpose of this paper is to document some relations between variables as interest rates differential, skewness, *risk reversal*, future position of speculators and others by regressions to indicate the correlation of the *carry trade* with the *currency crashes*

Keywords: *Carry Trade*, *Crash Risk*, Interbank Interest Rates, skewness, Covered Interest Rates Parity, Uncovered Interest Rates Parity.

# Sumário

<b>1 Introdução</b> .....	10
<b>2 Definições</b> .....	14
2.1 Taxa de câmbio .....	14
2.2 Forward Premium Puzzle .....	14
2.3 Paridade de juros: Coberta e Descoberta .....	15
<b>3 Métodos</b> .....	17
3.1 Dados .....	17
3.2 Metodologia .....	18
<b>4 Resultados</b> .....	20
4.1 Resumo estatístico e evidências cross-section .....	20
4.2 Teste da PDJ de cada país .....	21
4.3 Carry Trade como previsor do currency crashes .....	21
4.4 Previsores do currency crash risk e do preço do crash risk .....	23
4.5 Risco de liquidez e o unwinding do carry trade .....	25
4.6 Risco de liquidez explicando os desvios da PDJ .....	26
<b>5 Conclusão</b> .....	28
<b>Referências</b> .....	23

## Lista de tabelas

Tabela 1 – Resumo Estatístico. ....	20
Tabela 2 – Teste da PDJ país por país. ....	21
Tabela 3 – Excesso de retorno, posição futura e assimetria regredida por diferencial da taxa de juros. ....	22
Tabela 4 – Regressões em painéis com efeitos fixos da Assimetria <sub>t+1</sub> e <i>RiskRev<sub>t</sub></i> . ....	23
Tabela 5 – Sensibilidade semanais de posições do <i>carry trade</i> , preço do seguro, retornos do <i>carry trade</i> à mudanças no <i>VIX</i> . ....	25
Tabela 6 – Excesso de retorno futuro regredido pelo diferencial de juros e com <i>VIX</i> . ....	26

## 1 Introdução

A crise financeira de 2008 desvendou um universo financeiro onde muito dos investimentos feitos são meramente especulativos e sem fundamentos. Uma dessas estratégias especulativas consiste em tomar recursos em moeda com baixa taxa de juros (moeda financiadora) para aplicá-los em outra moeda com alta taxa de juros (moeda investida), então chamado de *carry trade*. De acordo com a paridade descoberta de juros (PDJ), considerando que investidores são neutros ao risco e possuem expectativas racionais, a mudança da taxa de câmbio irá eliminar qualquer ganho que possa surgir de um diferencial da taxa de juros entre dois países. Porém, alguns estudos constataram que a PDJ nem sempre é válida, ocorrendo uma variação cambial no sentido oposto do que é esperado: moedas com baixas de juros depreciam enquanto moedas com altas taxas de juros apreciam. Conseqüentemente, a estratégia do *carry trade* se torna lucrativa, o que é considerado como uma anomalia de mercado.

Entre os estudos que apontam a rejeição da PDJ, podemos citar Sachsida e Ellery (1999), que estudam intervalos diferentes no mercado brasileiro sendo que de três intervalos, em dois deles devemos rejeitar a PDJ. Bansal e Dahlquist (2000) estudam a PDJ em países desenvolvidos e emergentes, concluindo que a rejeição da hipótese da PDJ é um fenômeno que se dá nos países desenvolvidos. Ao se rejeitar a hipótese da PDJ, se caracteriza a anomalia caracterizada de *forward premium puzzle* (Fama (1984)).

A análise do *forward premium puzzle* nos leva a focar no retorno médio da estratégia do *carry trade*. Froot e Thaler (1990) e Lewis (1995) são bons artigos de pesquisa sobre o tema. Ainda sobre o *forward premium puzzle*, Meese e Rogoff (1983) encontraram fortes evidências de que um modelo de passeio aleatório gera previsões mais consistentes e melhores que os modelos estruturais, séries de tempo e os modelos VAR.

Ainda sobre a ótica da projeção da taxa de câmbio, Mark (1995) traz um modelo monetário que tem uma melhor previsibilidade no longo prazo. Neste sentido, Cheung, Chinn e Pascual (2002) fazem comparações das projeções do modelo de *random walk* e dos modelos de taxa de câmbio. Seus resultados indicaram uma superioridade do passeio aleatório no horizonte de curto prazo, mas esse resultado é invertido com uma superação marginal dos modelos estruturais no longo prazo.

Recentemente, Burnside (2006) descobriu que o retorno de uma carteira de *carry trade* não é correlacionado com fatores padrão de risco, e sim com uma atribuição frente às

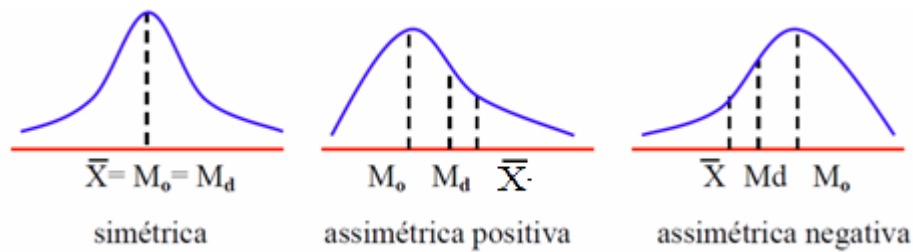
oscilações de mercado do prêmio futuro. Além disso, ele afirma que há uma grande dificuldade em implantar o *carry trade* por causa dos altos custos de transação. Em outro artigo, Burnside (2008) mostra que a estratégia do *carry trade* é relacionada à condição de baixa assimetria. Jurek (2007) analisou o período de 1999 à 2007 e descobriu que o retorno do *carry trade*, em média, é menor quando a proteção da estratégia é aumentada.

Mais recentemente, Menkhoff, Sarno e Schmeling (2009) investigaram a relação entre as taxas de câmbio e os retornos do *carry trade*, encontrando um co-movimento negativo dos retornos entre altas taxas de juros com a volatilidade global. E compartilharam com Burnside (2008) a idéia de que a falta de liquidez é um fator de risco e que afetará os retornos, mas enaltecem que os excessos de retornos são mais relacionados com componentes inesperados de volatilidade do que com componentes esperados.

Muitos trabalhos pesquisam o risco de *crash* e a assimetria dos mercados como Farhi, Fraiberger, Gabaix (2009) em seu trabalho *Crash Risk in Currency Markets*. O trabalho no qual esse estudo se baseará, contudo, é de Brunnermeier, Nagel e Pedersen (2009), em evidências de uma forte relação entre *currency carry* e *currency crash risk*, e o porquê das evidências de um forte link entre o *currency carry trade* e o *currency crash risk*. Um fato que deve ser destacado no trabalho deles é que o retorno do portfólio de *carry trade* tem a mesma assimetria do diferencial de juro, mas seu ganho vem do fato de que a assimetria do *carry trade* é, em média, menor que a do diferencial de juros, trazendo ganhos para a estratégia.

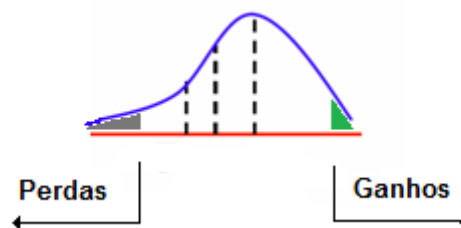
Outra anomalia no mercado de câmbio se refere (Cutler e Summers (1989) e Fair (2002)) à dramática mudança nas taxas de câmbio que ocorre ocasionalmente, sem nenhuma notícia ou choque que fundamente essa mudança. Um exemplo foi a forte depreciação do dólar americano frente ao yen japonês em Outubro de 1998. Atribuímos essas mudanças repentinas à fuga de investimentos no *currency carry trade*, em outras palavras, é quando os especuladores restringem seus investimentos cambiais sujeitos ao *crash risk*, devido à exposição de risco da estratégia. Ou seja, a diferença das taxas de juros está associada a uma assimetria negativa dos movimentos das taxas de câmbio e o *carry trade* é associado a posições positivas dos investidores sobre seus investimentos cambiais (quanto maior a quantidade de especuladores, maior o *crash risk*).

Essa assimetria se refere ao grau de afastamento de uma distribuição simétrica. Uma distribuição simétrica, por sua vez, terá valores de média e mediana coincidentes. Logo, identificamos três casos: distribuição simétrica, assimetria positiva, assimetria negativa. Assim mostrado na figura 1.



**Figura 1** - Três tipos de assimetrias referentes a distribuição

Conhecendo a forma como o preço ou os retornos de um fundo se comportam (distribuição), será possível estimar se em uma determinada data seu retorno será acima ou abaixo da média. Desta forma, é possível aperfeiçoar seu investimento por meio da assimetria. Além disso, podemos entender que retornos com assimetria negativa provavelmente vão ter perdas muito maiores do que seus ganhos, como observado na Figura 2.



**Figura 2** - Retornos do *carry trade* conforme a assimetria negativa

Voltando aos motivos de repentinas variações cambiais, o aumento da aversão ao risco global coincide com a redução na posição do especulador e as perdas da estratégia. A medida para a aversão ao risco será o *VIX equity-option implied volatility*, negociado na bolsa de Chicago (*CBOE – Chicago Board Options Exchange*), índice que mede a volatilidade das ações e opções negociadas.

Em um estudo de 2009, Brunnermier e Pedersen (2009) mostram teoricamente que investimentos especulativos tendem a ter retornos positivos, todavia, com assimetria negativa. Seu retorno positivo é um prêmio resultante da liquidez gerada pelos seus investimentos, enquanto a assimetria negativa deriva da resposta de choques fundamentais: choques que levam a amplificar as perdas dos especuladores quando eles fogem destes investimentos, depreciando seus preços e aumentando a volatilidade. Essa fuga de investimentos é decorrente de situação onde, em um ambiente de incertezas, os investidores buscam se desfazer de ativos de alto risco. De maneira controversa, choques que levam a ganhos dos especuladores não serão amplificados da mesma forma que as perdas são amplificadas.

A compreensão do chamado “preço de risco de *crash*” passa pela análise de seu prêmio pelo risco. Neste estudo, vamos considerar o *risk reversal* como esse “preço”. *Risk reversal* é a diferença entre as volatilidades de opções similares de *put* (opção de venda) e *call* (opção de compra), e para este estudo será assumida uma posição vendida de *call* e comprada de *put*. Em um caso onde a taxa de câmbio tem uma distribuição simétrica em um caso de neutralidade do risco, o *risk reversal* será zero, já que a volatilidade das duas opções será igual. Por outro lado, caso a distribuição seja negativamente assimétrica, o preço do *risk reversal* terá uma assimetria negativa. Desta forma, pode-se considerar o *risk reversal* como uma medida para o custo de comprar proteção em um investimento cambial.

Desse modo, além do interesse pessoal no assunto, o melhor entendimento do *carry trade* se faz relevante, uma vez que pode ser capaz de explicar as variações repentinas da taxa de câmbio. Sendo assim, o propósito deste trabalho é de mapear e analisar o *crash risk* das moedas, relacionando-as ao *currency carry trade*, e de perseguir e entender os motivos desse risco. Para tanto, a paridade descoberta de juros deverá ser testada de modo a verificar possíveis violações que dariam indícios da atividade do *carry trade*. Visto uma possível violação, partirei para o teste da previsibilidade do *currency crash* através do *carry trade*.

## 2 Definições

### 2.1 Taxa de câmbio

Taxa de câmbio é o preço de uma unidade monetária em unidades de outra moeda. A moeda é o meio através do qual são efetuadas as transações monetárias. Ela também é considerada como reserva de valor e unidade de conta. Logo, a taxa de câmbio reflete o custo de uma moeda em relação a outra. Por isso, ela é uma das variáveis mais importantes da macroeconomia, principalmente no contexto do comércio internacional.

Em uma economia em que todas as transações domésticas devem ser realizadas com moeda nacional, sempre que qualquer agente buscar adquirir bens e serviços estrangeiros, ele deverá trocar sua moeda por moeda estrangeira. O inverso vale para quando um agente estrangeiro que detém recursos denominados em moeda estrangeira, buscar investir ou transacionar no país terá de trocá-la por moeda local. Com isso, surge o mercado nacional de câmbio.

A taxa de câmbio nominal, denominado como  $S_t$  (*spot*), traduz o montante de moeda estrangeira necessário para se obter uma unidade de moeda nacional (neste trabalho a moeda nacional será o dólar). A taxa é determinada por uma dada oferta, formada por todos os agentes que buscam trocar moeda nacional por estrangeira e demanda, que será formada por agentes que buscam adquirir moeda nacional em troca da moeda estrangeira.

### 2.2 *Forward premium puzzle*

As taxas de câmbio são negociadas no mercado *spot*, ou no mercado a termo de moedas. No mercado *spot*, as taxas negociadas são à vista, já no mercado a termo, a parte vendedora se obriga a vender, em uma determinada data, uma determinada quantidade de moeda a um preço combinado no momento negociado. O prêmio futuro (*forward premium*) surge da diferença entre a taxa *spot* ( $S_t$ ) e a taxa a termo de câmbio ( $F_t$ ):

$$\text{Fwd Premium}_t = \left( \frac{F_t - S_t}{S_t} \right) \quad (1)$$

Teoricamente, a taxa futura de câmbio deve ser um previsor da taxa de câmbio à vista no futuro. Podemos testar esta hipótese comparando as equações da PDJ (Paridade Descoberta de Juros) e da PCJ (Paridade Coberta de Juros) que serão definidas na próxima seção. Porém,



geralmente, testes econométricos indicam a rejeição desta hipótese proposta e ainda indica uma direção oposta das expectativas racionais. Este *puzzle* (inconsistência da realidade com a teoria) foi documentado em inúmeros estudos como Hodrick (1987), Froot e Thaler (1990) e Lewis (1995).

### 2.3 Paridade de Juros: Coberta e Descoberta

A Teoria da Paridade de Juros propõe ajustamentos entre as taxas de câmbio com a finalidade de manter uma equivalência entre as taxas de juros associadas a investimentos em diferentes moedas. Dentro da Teoria da Paridade da Taxa de Juros, é possível encontrar duas variantes: Paridade Coberta da Taxa de Juros (PCJ) e Paridade Descoberta da Taxa de Juros (PDJ).

A PCJ determina que a taxa de juros doméstica deva ser igual à taxa de juros externa quando comparadas na mesma moeda. As diferenças nas taxas vão ser equalizadas por contratações de operações no mercado a termo de câmbio. Logo, considerando que a rentabilidade esperada dos títulos domésticos e externos é a mesma, o investidor deve ser indiferente em onde investir.

$$(1 + i_t^*) = (1 + i_t) \left( \frac{F_t}{S_t} \right) \Rightarrow i_t \cong i_t^* + (FwdPremium_t) \quad (2)$$

Onde  $i_t$  é a taxa de juros doméstica livre de risco, sendo que neste estudo corresponde à taxa de juros americana no período  $t$  a  $t+1$ ;  $i_t^*$  é a taxa de juros internacional livre de risco no período  $t$  a  $t+1$  em todas as demais economias analisadas;  $(FwdPremium_t)$  é o retorno de se comprar a taxa spot e vender o contrato a termo, que também é o diferencial entre as taxas doméstica e internacional livres de risco.

A PDJ implica que o contrato a termo da moeda estrangeira expresso na moeda doméstica terá um prêmio comparado a moeda estrangeira. Ou seja, se a taxa de juros doméstica aumentar, o mesmo deve ocorrer com o prêmio. Para isso, a PDJ assume expectativas racionais dos agentes e neutralidade ao risco.

A PDJ determina que uma posição descoberta não possa gerar nenhum ganho ou perda, ao assumir o *risk neutral* e expectativas racionais. Ela se utiliza da premissa de que se houvesse uma maneira de se auferir lucros na posição descoberta todo investidor racional se

aproveitaria e eliminaria tais possibilidades. A equação da expectativa de lucro, em moeda doméstica (US\$) aplicando em outro país, do investidor racional segundo a PDJ será:

$$E(\text{Lucro em US\$}) = (1 + i_t^*) - (1 + i_t) \frac{E_t(S_{t+1})}{S_t} = 0 \quad (3)$$

A mesma equação pode ser descrita da seguinte forma:

$$\frac{E(S_{t+1})}{S_t} = \frac{(1 + i_t^*)}{(1 + i_t)} \quad (4)$$

No modelo temos que  $E(S_{t+1})$  é a previsão dos investidores no momento  $t$  quanto a taxa de câmbio em  $t+1$ . Onde  $E(\Delta S_t)$  é a expectativa de depreciação (em log) vamos ter que:

$$E_t(\Delta S_{t+1}) = i_t^* - i_t \quad (5)$$

Podemos interpretar a equação acima, concluindo que se a taxa de juros doméstica for menor do que a taxa de juros externa a moeda doméstica vai apreciar. Mas como nem sempre isso ocorre, a taxa forward utilizado na PCJ ser igual a variação esperada, configura-se um “quebra-cabeça” que é chamada de *forward premium puzzle*.

## 3 Métodos

### 3.1 Dados

Para desenvolver este estudo serão usadas as taxas de câmbio relacionadas ao dólar dos seguintes países: Austrália (AUD), Canadá (CAD), Nova Zelândia (NZD), Japão (JPY), Suíça (CHF), Inglaterra (GBP), União Européia (EUR), México (MXN) (ex:  $S_t = \text{EUR/USD}$ ); além das taxas de juros interbancárias de três meses, como dados em séries de tempos. Para cada moeda que será comparada, será calculada a assimetria dos dados diários para cada trimestre.

Estes dados serão coletados por meio da base de dados diários do Datastream de 1999 a 2009. Para a maioria dos testes será usado um horizonte trimestral para medir as mudanças nas taxas de câmbio. O logaritmo da taxa de câmbio nominal é definido como:

$$s_t = \log (\text{taxa de câmbio nominal}) \quad (6)$$

O retorno do investimento em uma taxa de juros estrangeira financiado por empréstimo à taxa de juros doméstica será denominado como:

$$z_{t+1} \equiv (i_t^* - i_t) - \Delta s_{t+1} \quad (7)$$

Onde,  $i_t$  corresponde à taxa de juros doméstica, que neste trabalho corresponde à taxa de juros americana e  $i_t^*$  corresponde à taxa de juros estrangeira (que será comparada com os demais países). E a depreciação da moeda estrangeira como:

$$\Delta s_{t+1} \equiv s_{t+1} - s_t \quad (8)$$

Pode-se pensar em  $z$  como o retorno anormal fruto da estratégia do *carry trade*, no qual o dólar é a moeda financiadora da estratégia.

Como esse estudo busca analisar a assimetria dos movimentos das taxas de câmbio, será medida a assimetria das mudanças nas taxas de câmbio diárias ( $-\Delta s$ ) de cada trimestre, denominado como  $\text{Assimetria}_t$ .

$$\text{Assimetria}_t = \frac{3(\text{média}_t - \text{mediana}_t)}{\text{desvio padrão}_t} \quad (9)$$

E como uma *proxy* para a atividade de *carry trade*, serão usados dados das posições futuras líquida de *Commodity Future Trading Commission* (CFTC) não comerciais obtidos na Bloomberg, ou seja, as posições não-comercial futura longa, menos as posições não-comerciais futuras curtas na moeda estrangeira expresso como fração do total de todas as negociações. Essa variável será denominada  $Futuro_t$ .

Como *proxy* para o seguro contra o *currency crash*, será usado as cotações da Bloomberg de  $25\Delta$  1-mês *risk reversal* como uma medida de custo para um seguro a quebra da moeda. O *risk reversal* é um indicador da diferença de volatilidades entre uma opção de compra de um determinado ativo no mesmo período e um contrato de opção de venda de um ativo num determinado período. Ou seja, se o valor do *risk reversal* é alto, isso significa que a volatilidade da opção de compra é maior que da opção de venda. Logo, se o valor é positivo, quer dizer que maior parte dos investidores acreditam na valorização do ativo, e se for negativo, quer dizer que maior parte do mercado acredita em uma depreciação do ativo.

### 3.2. Metodologia

Feita toda a coleta dos dados, podemos dividir a metodologia utilizada para inferências, em quatro partes. No primeiro momento, será realizado um resumo estatístico para cada moeda separadamente, destacando dados como  $-\Delta s$ ,  $z_t$ ,  $i_t^* - i_t$ , posições futuras, assimetria e *risk reversal*. A partir deste resumo, serão analisadas as correlação de cada variável com as demais. Em seguida, por meio de uma regressão linear e um simples teste Wald verificando seus coeficientes, será analisada se há violação da PDJ ou não.

Por meio de uma regressão de painéis uni-variado de efeitos fixos, tendo os Estados Unidos como base para a taxa de cambio doméstica, será buscada uma relação entre diferencial da taxa de juros com as negociações cambiais, a assimetria e a posição futura dos especuladores. Utilizando-se de uma regressão de painéis de efeitos fixos, serão analisados alguns previsores para a Assimetria e para o *Risk reversal*

Em seguida, o trabalho irá tentar analisar a fuga repentina do *carry trade*, conhecida como *Unwinding do Carry Trade*, tentando entender se foi causada por perdas passadas, redução da tolerância ao risco ou outros. Para isso, será utilizado o *VIX* como uma medida de “apetite global por risco” como *proxy* para risco de *default*. E com uma regressão em painéis, será analisada a relação da variação semanal do *VIX*, variação da posição futura dos especuladores no período t-1 e a variação semanal do *risk reversal* no período t-1 em relação

a variação semanal da posição futura dos especuladores no período  $t$  e  $t+1$ , variação semanal do *risk reversal* no período  $t$  e  $t+1$  e o retorno acumulado do *carry trade* no período  $t$  e  $t+1$ .

Será feito o mesmo procedimento mencionado penúltimo parágrafo, onde a variável explicada é o retorno acumulado,  $z$ , mas desta vez, além do diferencial de juros, será incluído o *VIX*.

## 4 Resultados

### 4.1 – Resumo estatístico e evidências *Cross-Section*.

Primeiro, será feita uma análise das variáveis de moeda à moeda destacando fatos a partir da tabela 1.

**Tabela 1** - Resumo estatístico (médias).

	AUD	CAD	NZD	JPY	CHF	GBP	EUR	MXN
Painel A: Médias								
$\Delta s_t$	0,009	0,008	0,010	0,004	0,012	0,000	0,010	0,008
$z_t$	-0,002	-0,007	-0,001	-0,010	-0,015	0,004	-0,009	0,007
$i_t^* - i_t$	0,007	0,001	0,009	-0,006	-0,003	0,005	0,001	0,016
Futuro	0,419	0,146	0,582	-0,094	-0,137	0,029	0,359	0,338
Assimetria	0,039	-0,012	0,023	-0,051	-0,042	-0,056	-0,029	0,114
<i>RiskReversal</i>	-0,942	-0,073	1,134	1,773	0,371	-0,416	-0,027	-0,475

Nota: Dados trimestrais, 2000-2009.  $\Delta s_t$  é a variação trimestral das moedas estrangeiras (unidades de moeda estrangeira por dólares americanos),  $z_t$  é o retorno ao investidor na moeda estrangeira financiada por um empréstimo na moeda local. Futuro refere-se as posições futuras líquidas de especuladores. *Risk reversals* é o indicador da diferenças de volatilidades entre uma opção de venda de um ativo no mesmo período.

A tabela 1 mostra algumas médias como do excesso do retorno  $z_t$  que são diferentes de zero. Isso pode ser um indício de violação da PDJ nos dados utilizados no trabalho. Além disso, vale destacar que o Japão tem o maior valor de *Risk reversals*, indicando uma forte expectativa de apreciação da moeda sugerindo uma possível violação da PDJ, pois sendo de conhecimento dos investidores, acumula-se a expectativa de variação cambial. E a moeda com maior excesso do retorno  $z_t$ , que no caso é MXN (moeda mexicana), com 0,007, têm também o maior diferencial de juros com 0,016.

Ao comparar as médias da posição futura com do diferencial de juros, espera-se que essas médias sejam negativamente correlacionadas segundo a PDJ, mas ao contrario do que se espera, o a posição futura é positivamente correlacionado com o diferencial de juros. Uma explicação para isso, é que há investidores apostando na violação da PDJ, o que significa que existem investidores utilizando-se do *carry trade*.

O *risk reversal*, por ser considerado como a aposta de valorização (valores positivos) ou desvalorização (valores negativos) da moeda, deveria ter uma correlação negativa com o diferencial de juros, já que se sua taxa de juros está mais alta que a moeda americana. Pelo que se observa na tabela de médias, essa correlação não é violada, o que indica que não há violação da PDJ.

#### 4.2 – Teste da PDJ de cada moeda.

Foram realizados testes da PDJ país por país por meio da regressão abaixo:

$$z_{t+1} = \alpha + \beta(i_t^* - i_t) + \varepsilon_t \quad (10)$$

Tendo os seguintes testes de hipóteses:

$H_0: \alpha = 0; \beta = 1 \therefore$  Ou seja, não há violação da PDJ.

$H_1: \alpha \neq 0; \beta \neq 1 \therefore$  Há violação da PDJ.

**Tabela 2 – Teste da PDJ país por país (coeficientes).**

	AUD	CAD	NZD	JPY	CHF	GBP	EUR	MXN
$\alpha$	<b>-0,013</b> (0,003)	<b>-0,010</b> (0,001)	<b>-0,027</b> (0,004)	<b>-0,024</b> (0,002)	<b>-0,017</b> (0,001)	<b>-0,020</b> (0,002)	<b>-0,011</b> (0,001)	<b>-0,013</b> (0,003)
$\beta$	<b>1,451</b> (0,395)	<b>2,368</b> (0,455)	<b>2,824</b> (0,041)	<b>-2,521</b> (0,210)	<b>-0,521</b> (0,301)	<b>5,094</b> (0,319)	<b>0,961</b> (0,246)	<b>1,228</b> (0,017)
Teste Wald	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>
violação da PDJ	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

Teste Wald: constante=0 ; beta=1

Nota: Dados trimestrais, 2000-2009. Valor entre parênteses corresponde ao desvio padrão.

Realizando o teste da paridade de juros de país por país, é constatada a violação da PDJ em todas as moedas segundo o teste de Wald.

#### 4.3 – Carry Trade como previsor do Currency Crashes.

Para relacionar o diferencial de juros com o as negociações cambiais e o *crash risk*, são feitas três regressões de painéis com efeitos fixos, que foi reportada na tabela 3. Primeiro será feita nova verificação da violação da PDJ, porém diferente do tópico anterior, a análise não é feita país por país. Na primeira coluna constam os resultados da regressão do excesso do

retorno dos investimentos em moeda estrangeira financiada pelo dólar no trimestre  $t + \tau$ , pelo diferencial de juros no trimestre  $t$ .

$$z_{t+\tau} = \alpha + \beta(i_t^* - i_t) + \varepsilon_t \quad (11)$$

Observando a primeira coluna, percebe-se que, como esperado, a variação no diferencial de juros tem uma forte previsibilidade no excesso do retorno  $z$  no trimestre seguinte indicando uma violação da PDJ, pois caso não houvesse a violação, a sua previsibilidade deveria ser zero. E é de se esperar que sua capacidade de previsão diminua ao passar do tempo, pois o ajuste já é dado o mais breve possível.

**Tabela 3** – Excesso de retorno  $z$ , posição futura e assimetria regredidas pelo diferencial de juros

	<i>FX Returno</i> <i>z</i>	Futuro	Assimetria
<b><math>t + 1</math></b>	<b>1,39</b> (0,10)	<b>15,74</b> (0,89)	<b>1,00</b> (1,12)
<b><math>t + 2</math></b>	<b>0,36</b> (0,01)	<b>8,18</b> (0,88)	<b>0,51</b> (1,11)
<b><math>t + 3</math></b>	<b>-0,45</b> (0,10)	<b>6,21</b> (0,87)	<b>1,14</b> (1,11)
<b><math>t + 4</math></b>	<b>-1,14</b> (0,11)	<b>3,35</b> (0,23)	<b>-1,21</b> (1,14)
<b><math>t + 5</math></b>	<b>-0,98</b> (0,11)	<b>-1,10</b> (0,93)	<b>-4,45</b> (1,19)
<b><math>t + 6</math></b>	<b>0,10</b> (0,12)	<b>-3,17</b> (0,96)	<b>-7,37</b> (1,24)
<b><math>t + 7</math></b>	<b>0,40</b> (0,12)	<b>-8,76</b> (0,96)	<b>-3,96</b> (1,25)
<b><math>t + 8</math></b>	<b>0,38</b> (0,12)	<b>-9,89</b> (0,98)	<b>-1,70</b> (1,28)
<b><math>t + 9</math></b>	<b>0,33</b> (0,13)	<b>-19,08</b> (0,99)	<b>-2,47</b> (1,34)
<b><math>t + 10</math></b>	<b>0,57</b> (0,14)	<b>-24,43</b> (1,01)	<b>2,13</b> (1,40)

Nota: Regressão de painéis com efeitos fixos com dados trimestrais, 2000-2009. O desvio padrão esta entre parênteses.

A segunda coluna retorna a regressão da posição futura do especulado tendo como a variável explicativa, o diferencial de juros. O coeficiente positivo no trimestre  $t + 1$  indica



que existe uma atividade de *carry trade* no mercado a termo que tenta explorar a violação da PDJ constatada. Quando o diferencial de juros é alto, investidores tendem a tomar posições longas na moeda, apostando que a moeda que paga a alta taxa de juros aprecie-se, ganhando duplamente com a violação da PDJ.

Na terceira coluna consta regressão da assimetria utilizando o diferencial de juros como variável explicativa. Um coeficiente negativo nesta regressão pode ser entendido como uma medida de *crash risk* inerente na estratégia do *carry trade*. Só que nos primeiros resultados da terceira coluna, diferente do que se espera, a assimetria nas primeiras defasagens é positiva, pois se espera que a assimetria seja negativa, assim como os excessos de retornos das carteiras de *carry trade* que foi documentado por Burnside (2008), talvez com uma amostra mais longa se documentasse tal fato.

#### 4.4 Previsores do *Currency Crash Risk* e do preço do *Crash Risk*.

Nesta etapa, buscam-se previsores da Assimetria e do *Risk reversal*. Particularmente, será analisado como o nível de atividade do *carry trade* e as perdas recentes da estratégia afetam essas variáveis.

**Tabela 4** - Regressões em painéis com efeitos fixos da  $Assimetria_{t+1}$  e  $RiskRev_t$

	$Assimetria_{t+1}$	$Assimetria_{t+1}$	$Assimetria_{t+1}$	$RiskRev_t$	$RiskRev_t$
$i_t^* - i_t$	<b>-3,84</b> (1,19)	<b>-2,70</b> (1,21)	<b>-4,33</b> (1,29)	<b>1,06</b> (1,98)	<b>7,88</b> (1,99)
$z_t$		<b>-0,55</b> (0,09)	<b>-0,79</b> (0,10)		<b>-2,94</b> (0,15)
$Futuro_t$	<b>0,10</b> (0,01)	<b>0,08</b> (0,01)	<b>0,07</b> (0,01)	<b>0,49</b> (0,02)	<b>0,36</b> (0,02)
$Assimetria_t$	<b>0,10</b> (0,01)	<b>0,94</b> (0,01)	<b>0,09</b> (0,01)	<b>0,11</b> (0,01)	<b>0,09</b> (0,01)
$RiskRev_t$			<b>-0,01</b> (0,01)		
R <sup>2</sup>	0,007	0,007	0,017	0,488	0,494

Nota: Regressão em painéis com efeitos fixos utilizando dados trimestrais, 2000-2009. O desvio padrão esta em parênteses e o R<sup>2</sup> reportado, é o R<sup>2</sup> ajustado dos efeitos fixos.

A primeira coluna mostra que o diferencial de juros é um previsor negativo da assimetria. Além disso, mostra que posição futura dos especuladores e a assimetria são previsores positivos para a assimetria no período t+1. A segunda coluna mostra que, além do

diferencial de juros ser um previsor negativo e a assimetria e a posição futura dos investidores serem previsores positivos para a assimetria no  $t+1$ , o excesso de retorno,  $z_t$ , é um previsor negativo. Isso pode ocorrer porque à medida que o retorno do investimento aumenta a assimetria fica mais negativa. Dado que a assimetria é considerada uma medida para o *crash risk*, ao ficar mais negativa, entende-se que aumentando o retorno, aumenta a possibilidade de um futuro *crash risk*. Tomando todos esses resultados, conclui-se que o *crash risk* das moedas é adiantado pelo retorno acumulado de investimentos cambiais.

Considerando que o retorno acumulado torna a assimetria do diferencial da variação cambial mais negativa, pode-se dizer que indiretamente ela aumenta o retorno do *carry trade*, já que o retorno dessa estratégia é fruto da diferença entre a assimetria do *carry trade* e da assimetria da variação cambial. Além disso, com a assimetria mais negativa, aumenta o potencial impacto nas taxas de cambio e o *unwinding* da moeda.

Na terceira coluna, é adicionada a variável explicativa *risk reversal* na regressão. Os resultados indicam que o coeficiente da variável explicativa, *risk reversal* é negativa. Isso significa que, mantendo todas as demais variáveis constantes, quanto maior o preço pelo seguro contra a depreciação da moeda diminui a assimetria futura. O resultado é consistente com a idéia de que após um *crash* a assimetria diminua e o especulador está mais disposto a pagar pelo seguro, ou seja, o *crash* eleva a demanda por seguros que por sua vez, aumenta o preço mesmo que o *crash risk* diminua.

As demais colunas apresentam os coeficientes da regressão do *risk reversal*, onde a quarta coluna as variáveis explicativas são: diferencial de juros, posição futura dos especuladores, assimetria da variação cambial. O coeficiente do diferencial de juros é positivo, o que faz sentido, dado que o diferencial de juros aumentou, espera-se uma depreciação da moeda, o que faz com que o preço pelo seguro se eleve.

Na última coluna, foi adicionada a variável retorno ( $z$ ) para a regressão. Observa-se que o coeficiente do diferencial de juros tem um valor maior que na regressão anterior. Já a variável retorno possui um coeficiente negativo. Uma possível explicação para isso seria o especulador, ao conseguir ganhos sucessivos aumentando seu retorno, ele está menos disposto a pagar pelo seguro, pois ao obter ganhos sucessivos com o *carry trade* com a especulação, o seguro só diminuiria seus ganhos começando a se “despreocupar” com o *crash risk*.

Esses dados indicam que possivelmente, a assimetria das variações cambiais é gerada pela atividade do *carry trade*. Pois, quando o excesso de retorno acumulado aumenta, a possibilidade de um *crash risk* também aumenta e possivelmente, parte do *unwinding* de uma

moeda, inicia-se quando especuladores começam a comprar seguros contra um *crash risk* elevando os preços dos seguros e com isso, diminuindo a assimetria.

#### 4.5 Risco de liquidez e o *Unwinding do Carry Trade*

Nesta etapa do trabalho, tentará ser decifrado se o especulador é forçado a deixar sua posição do *carry trade* por causa de perdas, aumento na margem, ou redução da tolerância ao risco. Será necessária uma variável que indique a disponibilidade e habilidade do especulador de colocar seu capital em risco, mas isso pode depender de diversos fatores como retorno da estratégia do *carry trade*, limites para o *value-at-risk*, entre outros. Para isso, será utilizado o índice CBOE *VIX* que é correlacionado com alguns desses fatores. Além disso, algumas pesquisas mostraram que o índice *VIX* é um bom mensurador para o “apetite de risco global”.

Anteriormente era ignorada a direção do *carry trade*, já que o diferencial da taxa de juros, posições futuras, e os *payoffs* dos movimentos das taxas de cambio mudavam o sinal quando a direção da negociação era alterada. Mas não é o caso do *VIX*, por este motivo, o *VIX* vai ser interagido com o sinal do diferencial de juros.

**Tabela 5** - Sensibilidade semanais de posições do *carry trade*, preço do seguro, retornos do *carry trade* à mudanças no *VIX*.

	$\Delta Future_t$	$\Delta Future_{t+1}$	$\Delta RiskRev_t$	$\Delta RiskRev_{t+1}$	$z_t$	$z_{t+1}$
$\Delta VIX_t \times \text{sinal}(i_{t-1}^* - i_{t-1})$	<b>-0,01</b> (0,12)	<b>-0,01</b> (0,01)	<b>-0,08</b> (0,07)	<b>-0,20</b> (0,07)	<b>-0,02</b> (0,00)	<b>-0,01</b> (0,00)
$\Delta Future_{t-1}$	<b>-0,01</b> (0,00)	<b>-0,01</b> (0,00)				
$\Delta RiskRev_{t-1}$			<b>0,37</b> (0,01)	<b>0,27</b> (0,01)		
$R^2$	0,0002	0,00011919	0,29258	0,3489188	0,016	0,0168227

Nota: Regressão em painéis com efeitos fixos utilizando dados semanais, 2000-2009. *VIX* é o índice da CBEO que mede a volatilidade. O desvio padrão esta em parênteses e o  $R^2$  reportado, é o  $R^2$  ajustado dos efeitos fixos.

As primeiras duas colunas mostram que a posição futura não depende da variação do índice *VIX*, já que as variáveis se mostraram estatisticamente insignificante. Já na coluna 4, observamos que o *risk reversal* no período  $t + 1$  é negativamente correlacionas com a variação no *VIX*, mas ao se analisar no período  $t$ , ela se mostrou insignificante. Ou seja, o preço pelo seguro do *carry trade* contra o *crash risk* aumenta quando aumenta a variação do *VIX* no período  $t + 1$ . Já as ultimas duas colunas mostram que a medida que o *carry trade* é não é lucrativo em períodos em que o *VIX* aumenta.

Analisando os dados conjuntamente, podemos entender que quando a tolerância ao risco dos especuladores é baixa, uma menor quantidade de investidores se utilizará do *carry trade*, o que leva a uma redução da posição futura dos especuladores que se reverte numa diminuição na busca de seguro contra possível *crash risk* diminuindo o *risk reversal*. E com isso, uma queda do retorno acumulado. Além disso, dado que o *payoff* do *carry trade* depende das mudanças do *VIX*, pode-se entender que parte do movimento investidor e financiador para algumas moedas são feitos por investidores com apetite por risco, o *crash* pode ocorrer por parte de negociações alavancadas.

#### 4.6 Risco de liquidez e o desvio da PDJ

Nesta parte do trabalho, será replicado o trabalho feito no tópico 4.3, mas desta vez, incluindo a variável *VIX* com o sinal do diferencial de juros:

$$z_{t+\tau} = \alpha + \beta_1(i_t^* - i_t) + \beta_2 VIX \cdot \text{sinal}(i_t^* - i_t) + \varepsilon_t$$

**Tabela 6** – Excesso de retorno futuro regredido pelo diferencial de juros e com *VIX*

Excesso de retorno em	Previsão com <i>VIX</i>	
	$i^*-i$	$VIX \times \text{Sinal}(i^*-i)$
t+1	<b>1,819</b> (0,111)	<b>0,016</b> (0,002)
t+2	<b>1,292</b> (0,111)	<b>0,043</b> (0,002)
t+3	<b>0,220</b> (0,112)	<b>0,031</b> (0,003)
t+4	<b>-0,240</b> (0,113)	<b>0,062</b> (0,003)
t+5	<b>-0,443</b> (0,119)	<b>0,039</b> (0,003)
t+6	<b>0,525</b> (0,125)	<b>0,051</b> (0,003)
t+7	<b>0,793</b> (0,132)	<b>0,032</b> (0,004)
t+8	<b>0,683</b> (0,13)	<b>0,027</b> (0,004)
t+9	<b>0,362</b> (0,139)	<b>0,003</b> (0,004)
t+10	<b>0,931</b> (0,147)	<b>0,034</b> (0,004)

Nota: Regressão em painéis com efeitos fixos utilizando dados trimestrais com 10 defasagens, 2000-2009. O desvio padrão esta em parênteses.

O *VIX* foi considerado estatisticamente significativo como previsor para retornos do *carry trade* até a nona defasagem. Considerando esse fato, pode-se sugerir que o aumento do *VIX* aumenta o retorno do *carry trade*.

## 5 Conclusão

Ao longo deste trabalho, foram constatadas muitas evidências de que o *currency carry trade* e o *crash risk* são correlacionados. Foi documentado que a estratégia de investir em moedas com altas taxas de juros tomando empréstimos em moeda com baixa taxa de juros possui uma assimetria negativa. Além disso, foi observada a violação da PDJ que é condição necessária para que a estratégia do *carry trade* tenha algum retorno positivo.

Uma das evidências é o aumento do custo para um seguro contra o *crash risk* com o aumento da volatilidade. Isso indica a baixa tolerância ao risco dos especuladores, pois o aumento da volatilidade pode ser um indício da fuga dos investimentos na moeda estrangeira, por isso, aumenta a demanda por um seguro. O que não deveria ser necessário caso a PDJ não fosse violada, pois seria um simples ajuste, que deveria ser indiferente a todos os investidores.

Também foi constatada uma correlação positiva do *currency crashes* com o aumento da volatilidade do mercado medido pelo *VIX*. Interpreta-se que a medida que o mercado fica mais volátil, a disponibilidade de capital especulativo diminui fazendo que os especuladores cortem a atividade de *carry trade* alocando o capital em investimentos mais conservadores ou podem recorrer a um seguro contra o *crash risk*, aumentando a demanda, logo, elevando os custos, assim como foi observado neste trabalho.

A partir dos resultados obtidos, talvez outro modelo deva ser sugerido complementando a PDJ, onde seja incluído um prêmio pelo risco que será afetado pela liquidez do mercado, liquidez de capital e função de utilidade. Pois como os testes indicam, atividades como o *carry trade* influenciam as taxas de câmbio, o que não é absorvido pelo modelo da PDJ.

## Referências

- BANSAL, Ravi; DAHLQUIST, Magnus. The Forward Premium *Puzzle*: different tales from developed and emerging economies. **Journal of International Economics**, 51:115-114, 2000.
- BRUNNERMEIER, Markus; NAGEL, Stefan; PEDERSEN, Lasse. *Carry Trades and Currency Crashes*. **National Bureau of Economic Research**, Working Paper, 2009
- BURNSIDE, Craig; EICHENBAUM, Martin; KLESHCHELSKI, Isaac. The Returns to Currency Speculation. **National Bureau of Economic Research Working paper**, No. 12916, 2006.
- BURNSIDE, Craig; EICHENBAUM, Martin; KLESHCHELSKI, Isaac; REBELO, Sergio. Do Peso Problems Explain the Returns to the Carry Trade? **NBER Working Paper**, No. 14054, 2008
- BURNSIDE, Craig; EICHENBAUM, Martin; REBELO Sergio. Understanding the Forward Premium Puzzle: A Microstructure Approach. **American Economic Journal: Macroeconomics**, 2009.
- CHEUNG, Tin-Wong; CHINN, Menzie D; PASCUAL, Antonio Garcia. Empirical Exchange Rates Models of The Nineties: Are Any Fit to Survive? **Journal of International Money and Finance**, 2005
- CUTLER, David; SUMMERS, Menzie; PASCUAL, Antonio Garcia. Empirical Exchange Rates Models of The Nineties: Are Any Fit to Survive? **Journal of International Money and Finance**, 2004.
- FAIR, R. C.. Events That Shook the Market. **Journal of Business**, 75:712-32, 2002.
- FAMA, E. F.. Forward and Spot Exchange Rates. **Journal of Monetary Economics**, 14:319-38, 1984
- FARHI, E.; GABAIX, x.. Rare Disasters and Exchange Rates. **Working paper, Harvard University**.2008
- FARHI, Emmanuel; GABAIX, Xavier; Fraiberger, Samuel P; RANCIERE, Romain; VERDELHAN, Adrie. Crash Risk in Currency Markets. **CEPR Discussion Papers**, No. 7322, 2009.
- FRANKEL, Jeffrey A.. Credibility, Real Interest Rates, and the Optimal Speed of *Trade Liberalization*. **National Bureau of Economic Research**, working paper, 1989.
- FROOT, Kenneth A.; FRANKEL, Jeffrey A.. Short-term and Long-Term Expectations of the Yen/Dollar Exchange Rate: Evidence from Survey Data. **National Bureau of Economic Research**, working paper, 1988.

FROOT, Kenneth A.; THALER, Richard. Empirical Exchange Models of the Seventies: Do They Fit Out of Sample? **Journal of Economic Perspectives**, Vol 4, No. 3, p. 179-192, 1983.

JUREK, Jakub. *Crash-Neutral Currency Carry Trades*. **Working paper, Princeton University**, 2007.

KENNETH A. Froot. Credibility, Real Interest Rates, and the Optimal Speed of Trade Liberalization. **National Bureau of Economic Research**, working paper n. 2358 p, 1989.

LEWIS, K.. *Puzzles in International Financial Markets*. In **Handbook of International Economics**, vol.3, ed G. M. Grossman and K. Rogoff, cap. 37, 1995

MARK, Nelson. Exchange Rates and Fundamentals: Evidence on Long-Horizon Predictability. *American Economic Review*, 85, p. 201-218, 1995.

MEESE, Richard A; ROGOFF, Kenneth. Empirical Exchange Models of the Seventies: Do They Fit Out of Sample? **Journal of International Economics**, 14, p. 3-24, 1983.

MENKHOFF, Lucas; SARNO, Lucio; SCHMELING, Maik. *Carry Trades and Global Foreign Exchange Volatility*. **National Bureau of Economic Research**, Working Paper, 2009

SACHSIDA, Adolfo; TEIXEIRA, J. R.; ELLERY JR, Roberto. Diferencial de Juros e Taxa de Câmbio no Brasil. **IPEA**, Texto Para Discussão N°662, 1991

TAYLOR, Mark. The Economics of Exchange Rates. **Journal of Economic Literature**, vol. 33, N°1, p.13-47, 1995