

**FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS  
ESCOLA DE ECONOMIA DE SÃO PAULO**

**PAULO THIAGO ANTONELLI PALAIA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO PROFISSIONAL**

**CARRY TRADE EM UM MODELO DE CARTEIRA ÓTIMA DE MOEDAS.**

**ORIENTADOR: GUILLERMO R. TOMÁS MÁLAGA BUTRÓN**

**SÃO PAULO  
2007**

**PAULO THIAGO ANTONELLI PALAIA**

**CARRY TRADE EM UM MODELO DE CARTEIRA ÓTIMA DE MOEDAS.**

Dissertação apresentada à Escola de Economia de São Paulo, da Fundação Getúlio Vargas, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Finanças e Economia Empresarial.

Campo de Conhecimento: Economia de Empresas

Orientador: Prof. Dr. Guillermo R. Tomás Málaga Butrón

**SÃO PAULO**  
**2007**

**PAULO THIAGO ANTONELLI PALAIA**

**CARRY TRADE EM UM MODELO DE CARTEIRA ÓTIMA DE MOEDAS.**

Dissertação apresentada à Escola de Economia de São Paulo, da Fundação Getúlio Vargas, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Finanças e Economia Empresarial.

Campo de Conhecimento: Economia de Empresas

Data de Aprovação:

\_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Guillermo R. Tomás Málaga Butrón

---

Dr. Christian Zimmer

---

Prof. Dr. Paulo Tenani

**SÃO PAULO**  
**2007**

## Sumário

---

<b>Resumo</b> .....	5
<b>Introdução</b> .....	6
<b>1. Modelos Econômicos e Regimes Cambiais</b> .....	7
1.1 Breve Histórico dos Modelos Econômicos e a Trindade Impossível.....	7
1.2 Classificação dos Regimes Cambiais.....	9
<b>2. O Mercado de Câmbio Internacional Atual</b> .....	12
<b>3. Definições e Apresentação da Eficiência no Mercado de Câmbio</b> .....	20
3.1 Eficiência no Mercado de Câmbio.....	20
3.2 Paridade Coberta de Juros (PCJ).....	22
3.3 Aspectos Operacionais do Mercado de Câmbio e a PCJ.....	27
3.3.1 O Risco de PTAX e a PCJ.....	29
3.3.2 A posição dos Bancos e a PCJ.....	30
3.4 Paridade Descoberta de Juros (PDJ) e a Hipótese de Mercado Eficiente (HME).....	31
3.5 Testes da Hipótese de Mercado Eficiente (HME).....	33
3.5.1 Revisão da Literatura.....	35
3.5.2 O Modelo de Decomposição de Fama.....	38
3.5.3 Outras Explicações para a Violação da HME.....	42
3.5.4 Modelo com Utilização de dados históricos de Expectativa. dos Agentes.....	43
<b>4. A Violação da Hipótese de Mercado Eficiente em um Modelo     de Carteira Ótima de Moedas</b> .....	45
4.1 Algumas Estratégias Iniciais de <i>Carry trade</i> .....	46
4.1.1 Análise de Estratégia de <i>Carry Trade</i> por Moeda contra o Dólar Americano (USD).....	47
4.1.2 Análise de Estratégia de <i>Carry Trade</i> com utilização de Carteiras.....	49
4.2 Um Modelo de Otimização de Carteiras.....	51
4.2.1 Seleção de Moedas.....	52
4.2.2 O Modelo de Carteira Ótima.....	55
4.2.3 Dados.....	58
4.3 Resultados.....	60
<b>Conclusões</b> .....	62
<b>Referência Bibliográfica</b> .....	64
<b>Apêndice I - Regressões Aparentemente não Relacionadas     (SUR – <i>Seemingly Unrelated Regression</i>)</b> .....	66
<b>Apêndice II –Resultados</b> .....	68

## Resumo

De todas as anomalias documentadas na literatura de finanças internacionais, a sistemática violação da Paridade Descoberta de Juros, ou como é mais conhecida – viés nas taxas futuras câmbio - é sem dúvida um assunto no campo de finanças internacionais que chamou muita atenção e gerou inúmeros estudos nos últimos 30 anos.

A questão tratada neste trabalho é se estratégias designadas a explorar a violação da Paridade Descoberta de Juros são lucrativas o suficiente de forma a torná-las uma nova classe de ativos<sup>1</sup> entre os investidores no mercado de câmbio, principalmente os especuladores.

Segundo um relatório do Bank for International Settlements (BIS) de 2004, o mercado de moedas tornou-se uma nova classe de ativos por duas razões: violação sistemática da Paridade Descoberta de Juros e alterações macroeconômicas que geraram movimentos de valorização ou desvalorização de longa duração.

Apresentamos primeiramente uma revisão da extensa literatura que trata da violação da Paridade Descoberta de Juros e posteriormente um estudo sobre tal violação para uma série de moedas escolhidas conforme sua relevância no volume de negociações médias diárias no mercado de câmbio internacional. Observamos que a violação, assim como já evidenciada em outros estudos, realmente existiu tanto para países desenvolvidos como para países em desenvolvimento.

A parte final do trabalho mostrou que as operações destinadas a explorar tal violação não são lucrativas quando analisadas do ponto de vista de uma única moeda.

Apesar disso, quando se utilizam modelos de otimização de carteiras, percebem-se não somente retornos comparáveis a outras classes de ativos comumente utilizadas pelos especuladores, mas também com uma relação risco retorno sensivelmente maior.

Concluiu-se então que carteiras ótimas de moedas designadas a explorar a violação da hipótese de mercado eficiente são lucrativas, e tal prática pode realmente explicar o aumento nas negociações diárias de diversas moedas nos últimos anos.

---

<sup>1</sup> Do inglês “*asset class*”, pode ser definido como um tipo de investimento, como: ações, renda fixa, imóveis etc... mercado de câmbio nos últimos anos, pelas diversas razões que citaremos nesse trabalho, tornou-se uma nova alternativa de investimento, ou seja, uma nova classe de ativos.

## Introdução

Esta dissertação tem como objetivo central a análise da exploração da violação da Paridade Descoberta como estratégia especulativa no mercado internacional de moedas.

A Paridade Descoberta de Juros, doravante denominada de PDJ, nos diz que o retorno em ativos domésticos e ativos estrangeiros deve ser o mesmo. Para que isso ocorra, a moeda do país com maior taxa de juros nominal deve se desvalorizar exatamente o diferencial de juros.

O que chama a atenção é que existe uma consistente e significativa violação da PDJ, fato extensamente documentado em inúmeros estudos anteriores preocupados nas possíveis explicações para tal violação - prêmio de risco (Fama, 1984), considerações estatísticas sobre o problema do peso (Lewis, 1995), problemas de cointegração entre a taxa de câmbio spot e futura (Roll; Yan, 2000 e Maynard, 2003), processos de aprendizagem (Frankel; Rose, 1994) e outros.

Na verdade o objetivo desta dissertação desde o início não é apresentar novas explicações, mas sim, observar através de modelos de otimização de carteiras se a violação da PDJ pode ser explorada como estratégia lucrativa no mercado de câmbio internacional.

No capítulo 1 descreve-se brevemente a evolução histórica dos modelos econômicos e sua relação com a adoção atual de regimes de câmbio flutuante e políticas monetárias independentes.

No capítulo 2 apresenta-se o mercado de câmbio internacional no que diz respeito aos instrumentos utilizados, volumes negociados e tipos de investidores. Utiliza-se como base de estudo os relatórios trienais do BIS (Bank for International Settlements).

O capítulo 3 inicia-se com uma resenha da literatura internacional que investiga o mercado de câmbio e a PDJ. Em particular, discute-se a evidência empírica da existência da violação da PDJ em mercados internacionais escolhidos conforme sua importância no volume médio diário de negociações. São mencionadas as direções atuais da pesquisa internacional nessa matéria, isto é, o estágio da literatura na explicação dos possíveis motivos para tal violação, sem, no entanto entrar em detalhes nessa extensa literatura.

No capítulo 4 tratamos de um assunto pouco discutido na literatura internacional que em muito focou em evidências e explicações econométricas e teóricas da violação da PDJ, mas pouco se preocupou em estudar sua importância e implicações especulativas.

Apresenta-se uma estratégia que visa explorar a violação da PDJ baseada em um modelo de otimização de carteiras convencional. Constataremos assim se estratégias de carteiras ótimas de moedas dispostas a explorar a violação da PDJ apresentam retornos excessivos e consistentes que estimulariam operações especulativas conhecidas no jargão do mercado internacional como “*carry trade*”. Ou seja, comprar moedas de países com taxas de juros mais altas, tomando empréstimos em moedas de países com taxas de juros menores.

Por fim, apresentam-se as conclusões.

## 1. Modelos Econômicos e Regimes Cambiais

### 1.1 Breve Histórico dos Modelos Econômicos e a Trindade Impossível

A essência dos modelos econômicos adotados durante a história recente, mais precisamente desde o padrão ouro está baseada no que se denominou “*Macroeconomic Trilemma*” ou Trindade Impossível. Ou seja, três objetivos desejáveis, porém contraditórios:

- Estabilizar a taxa de câmbio.
- Desfrutar de Liberdade de Mobilidade de Capitais.
- Desfrutar de Autonomia na Condução da Política Monetária orientada conforme objetivos domésticos que pode ser entendida pela liberdade em descolar a taxa de juros doméstica em relação às taxas praticadas internacionalmente conforme interesses nacionais como estabilidade de preços, crescimento, emprego etc...

A Trindade Impossível surge, pois um modelo econômico pode desfrutar no máximo de duas das proposições acima. Ou seja, um país que deseje estabilidade no câmbio, autonomia de política monetária e ainda assim livre mobilidade de capitais atrairia volumes intensos de capitais dispostos a arbitrar a diferença de taxas de juros através da Paridade Coberta de Juros, doravante denominada de PCJ.

Nesse caso, as intervenções no mercado de câmbio deveriam ser agressivas o suficiente para suportar ataques especulativos contra o câmbio fixo (arbitragem de PCJ), gerando aumento de base monetária e posterior inflação. Ainda que as intervenções fossem seguidas de esterelização através de colocação de títulos públicos, surgiriam no futuro problemas fiscais. Ou seja, tal modelo rapidamente se desestabilizaria e tal evidência era o principal fator de atração de ataques especulativos, tão maiores quanto menores as condições da autoridade monetária em manter o câmbio fixo.

Podemos na história identificar quatro períodos definidos em que os modelos econômicos, ao menos para os países industrializados, estiveram de alguma forma ligados às limitações da Trindade Impossível.

- Padrão Ouro (1880-1914)
- Período Entre Guerras (1914-1945)
- Período Bretton Woods (1946-1971)
- Período Recente (1971-2006)

Antes de 1914, por exemplo, os países adotaram um regime de câmbio fixo atrelado ao ouro, livre mobilidade de capitais e políticas monetárias dependentes umas das outras. Nesse período, a escolha por desfrutar de câmbio estável e livre mobilidade de capitais exigiu dos países adotar políticas monetárias nem sempre na direção de seus interesses de bem estar nacional. Como exemplo clássico, podemos citar os EUA de 1891 a 1897, que adotou uma política monetária extremamente recessiva para contornar os movimentos especulativos contra seu câmbio fixo em relação ao ouro.

Podemos dizer que a sobrevivência deste modelo deve-se tanto a fatores político-sociais como a fatores econômicos:

- Pelo conceito da Trindade Impossível tal modelo é concebível
- Pressões de movimentos sociais por políticas monetárias em favor do bem estar do país (crescimento, emprego, estabilidade de preços etc...) eram esporádicos e ainda insignificantes do ponto de vista de força política.

O período entre 1944 e 1971, denominado Bretton Woods, foi marcado por um modelo preponderantemente de câmbio fixo (posteriormente com ajustes periódicos), de baixa mobilidade de capitais e políticas monetárias independentes. Tal modelo surgiu basicamente com o crescimento de movimentos sociais em busca de políticas monetárias voltadas aos objetivos internos de cada país.

Pode-se dizer que naturalmente tais movimentos sociais com pleitos por políticas monetárias nacionalistas ganharam maior poder político após duas grandes guerras e uma crise recessiva (1929).

Ou seja, trata-se de um período que encerrava o Padrão Ouro, e que desejava desfrutar de políticas monetárias independentes. Pela trindade este sistema só se seria viável abdicando-se da mobilidade de capitais ou da estabilidade do câmbio. A escolha por impor controle de capitais ao invés da adoção de câmbio flutuante pode ser entendida como uma limitação teórica sobre modelos de câmbio flutuante na época e uma predisposição a controle de capitais frente aos problemas geopolíticos que sobreviveram após a 2ª Guerra.

Entretanto, as constantes inovações no mercado financeiro, como por exemplo a criação dos mercados de *Eurobonds* em Londres (que visavam burlar os controles de capitais nos EUA), evidenciavam a dificuldade crescente em manter um modelo econômico baseado no controle de capitais. Na verdade o movimento de globalização comercial e financeiro, principalmente entre as nações desenvolvidas, tornava qualquer política de controle de capitais difícil de ser implementada e mantida por longos períodos.

O mercado financeiro tornava-se aos poucos uma instituição poderosa agindo em pró de seus interesses e nem mesmo as maiores nações do mundo poderiam ignorá-lo. O entendimento da Trindade Impossível passou a ser crucial para a sobrevivência de modelos econômicos, pois de um lado o mercado financeiro impunha sua força contra controles de capitais e, de outro, movimentos político-sociais continuavam a demandar cada vez mais políticas monetárias orientadas aos interesses nacionais.

A escolha do regime de câmbio passou a ser o grande desafio e, na verdade, o colapso do sistema de Bretton Woods em 1971 iniciou uma nova era na qual os governos deveriam escolher entre abdicar da estabilidade cambial ou da independência na condução da política monetária.

Obviamente, por razões além deste trabalho, cada nação optou conforme suas preferências. Porém, o modelo mais amplamente utilizado foi sem dúvida o câmbio flutuante, livre mobilidade de capitais e políticas monetárias independentes.



## 1.2 Classificação de Regimes Cambiais

Adotaremos aqui a classificação oficial de regimes de câmbio do Fundo Monetário Internacional (FMI).

Esta classificação foi introduzida pela primeira vez em 1975, quando, na sequência do colapso do sistema de Bretton Woods em 1973, os países membros que adotaram a segunda emenda do Acordo do FMI tiveram formalmente a possibilidade de escolher o seu regime cambial, aceitando que as suas políticas cambial e macroeconômica ajustariam o Balanço de Pagamentos. O FMI passaria a manter as políticas cambiais dos países sob vigilância e por outro lado os países deveriam fornecer ao FMI as informações necessárias.

Com base nestas informações e simultaneamente ao grau de flexibilidade dos acordos, o FMI estabeleceu o esquema de classificação cambial. Esta classificação oficial ou “*de jure*” incluía três categorias principais:

- **Acordos de ligação Cambial:** regimes em que a taxa de câmbio era fixada quer a uma moeda única, geralmente uma moeda forte como o dólar americano ou o franco francês, quer a uma cesta de moedas dos principais parceiros comerciais ou financeiros.
- **Acordos de flexibilidade limitada:** regimes em que a taxa de câmbio podia oscilar dentro de determinadas bandas em relação a uma moeda única ou no contexto de um acordo de cooperação (aplicado especificamente a países participantes no Mecanismo de Taxas de Câmbio (MTC) do Sistema Monetário Europeu (SME)).
- **Acordos mais Flexíveis:** regimes de flutuação controlados ou totalmente flexíveis, ou seja, cuja taxa de câmbio fosse determinada parcialmente ou totalmente pelo mercado.

A classificação manteve-se praticamente inalterada entre 1983 e 1998. Porém no âmbito do debate sobre a adequação das chamadas escolhas bipolares (flexibilidade versus ligações cambiais rígidas ou “*hard pegs*”) face a regimes intermediários, tornou-se evidente que muitos países seguiam regimes que eram totalmente diferentes dos formalmente anunciados, o que reduzia a transparência das iniciativas de política desses membros, dificultando assim a vigilância das políticas cambiais por parte do FMI.

Nesse contexto, e após uma análise exaustiva das práticas “*de facto*” nos países no período entre 1994 e 1997, o FMI resolveu alterar o esquema de classificação cambial em 1999.

Esta classificação “*de facto*” é oficial desde 1999 e inclui oito categorias. O FMI apresenta ainda informações específicas adicionais, nomeadamente quando o regime que opera “*de facto*” no país é diferente do respectivo regime “*de jure*”.

Assim, a nova classificação “*de facto*” do FMI combina as informações disponíveis sobre a taxa de câmbio, política monetária e intenções de política formais ou informais das autoridades com os dados sobre a taxa de câmbio e os movimentos das reservas observados, para avaliar o regime praticado.

Tabela 1.1

**Regimes Cambiais – Classificação Oficial do FMI - 1999**

Regime sem Curso Legal Independente ("Exchange Arrangement with no separate legal tender")	Não existe uma única moeda legal. Utiliza-se uma moeda de outro país ou a moeda de uma União Monetária quando o país é membro
Regime Cambial de conversão a uma taxa fixa ("Currency Boards")	Taxa de Câmbio Fixa explícita
Regime Cambial Convencional de Taxa Fixa ("Conventional pegged arrangements")	Taxa Fixa Central com uma estreita margem de Flutuação (1%)
Taxa de Câmbio em Bandas Horizontais ("Pegged Exchange Rate within Horizontal Bands")	Taxa Fixa Central com uma margem de flutuação maior que 1%
Taxa de Câmbio em Bandas Horizontais ("Pegged Exchange Rate within Horizontal Bands")	Taxa Fixa Central alterada segundo regras definidas
Taxas de Câmbio em Bandas Deslizantes ("Crawling Band")	Taxa Fixa Central podendo ser alterada e permitindo alguma margem de flutuação
Flutuação Administrada ("Managed Floating with no pre-announced path for the exchange rate")	Intervenção Ativa de forma a influenciar a taxa de câmbio.
Livremente Flutuante ("Independently Floating")	Poucas intervenções, não existindo um objetivo para taxa de câmbio.

Fonte: Fundo Monetário Internacional (FMI)

É importante ressaltar aqui que no início da década de 90, a literatura sobre regimes cambiais defendia soluções intermediárias, sendo estas mais apropriadas para os países de mercados emergentes e em vias de desenvolvimento<sup>2</sup>.

Na segunda metade dos anos 90, as crises do México em 1994; Tailândia, Indonésia e Coréia em 1997; Rússia e Brasil em 1998 e Argentina e Turquia em 2001, evidenciaram a integração dos países emergentes no mercado internacional e assim como ocorrera com os países desenvolvidos anteriormente, foram impostas a tais países as limitações da Trindade Impossível. Nesse contexto, a tese de que escolhas bipolares, quer regimes de câmbio totalmente fixos ou livremente flutuantes, seriam melhores do que soluções intermediárias foi ganhando apoio crescente, principalmente porque regimes intermediários seriam difíceis, dada à Trindade Impossível, num ambiente de crises e grande integração internacional. Essa abordagem na literatura internacional tem sido conhecida como “abordagem bipolar” ou “solução de canto”.

No âmbito das escolhas bipolares a opinião dominante era de que as taxas de câmbio flexíveis seriam mais adequadas, ficando os regimes de câmbio fixo reservados para situações especiais.

De fato, segundo o FMI, o percentual de países que adotam taxas de câmbio fixas vem caindo rapidamente nos últimos anos. Se em 1980, 39% dos países tinham uma taxa de

<sup>2</sup> Ver Aghevli et. al. (1991)

câmbio atrelada a alguma moeda de referência, em 1990 este percentual se reduziu para 19% e em 1999 para 11%.

Contudo, a teoria bipolar, que parecia ser um novo consenso, não durou muito tempo. No final dos anos 90, vários autores começaram a questionar a abordagem bipolar.

- Frankel (1999): salienta que, embora possa ser verdade que um país não possa manter simultaneamente a estabilidade cambial e a independência monetária, tal não significa que não possa manter parcialmente alguma estabilidade e alguma independência, especialmente porque existem graus e momentos variáveis de mobilidade de capitais.
- Mussa et. al. (2000)
- Fischer (2001): anterior defensor da abordagem bipolar, se afasta dessa posição, reconhecendo que os países em desenvolvimento que não se encontrem muito expostos aos fluxos de capitais internacionais dispõem de uma vasta gama de opções intermediárias.
- Calvo e Reinhart (2002): são defensores da abordagem medo de flutuação (“*fear of floating*”) e acreditam que devido a preocupações relacionadas com a inflação e com a dolarização nos sistemas financeiros nacionais, por vezes acrescidas também de problemas de credibilidade, os bancos centrais evitam deliberadamente variações nas taxas de câmbio, mesmo que oficialmente digam adotar regimes de taxas livremente flutuantes.
- Rogoff et. al. (2003)

Em resumo, a tendência recente na literatura relativamente à escolha de regime cambial está ainda totalmente baseada nos conceitos da Trindade Impossível. Ou seja, países em fases iniciais de integração nos mercados de capitais internacionais podem ainda desfrutar de regimes de câmbio intermediários. Em economias emergentes já integradas internacionalmente, os regimes intermediários são úteis como soluções temporárias, sendo que a escolha permanente acabará recaindo numa solução bipolar, com alguns adotando regimes fixos (currency boards, dolarização ou euoização total), enquanto outros tenderão a escolher a flexibilidade cambial.

Obviamente, como já dissemos, a seleção do regime cambial assim como os resultados obtidos não são o foco desse estudo.

Porém muito do que vai se falar neste trabalho sobre a violação da Paridade Descoberta e a crescente utilização de estratégias visando explorar tal violação (“*carry trade*”) ocorre em ambientes de câmbio flutuante e por isso todo o cuidado até aqui em apresentar a revisão literária que levou a esta configuração de modelo econômico assim como a classificação de regimes cambiais do FMI que será ainda utilizada mais a frente.

## 2. O Mercado de Câmbio Internacional

A cada três anos o *Bank for International Settlements (BIS)* conduz uma pesquisa em que participam Bancos Centrais e Autoridades Monetárias com o objetivo de apresentar o mercado de câmbio internacional em termos de volumes negociados, moedas e pares de moedas e tipos de investidores.

Em Março de 2005 o banco apresentou sua versão final da pesquisa de 2004. Este relatório trouxe surpreendentes revelações sobre o grande crescimento das negociações diárias do mercado de câmbio sugerindo a utilização deste mercado como uma nova classe de ativos no mercado financeiro internacional.

O mercado de câmbio é o mercado mais líquido do mundo. Diariamente, segundo o relatório de 2005, são negociados US\$1,8 bilhões.

Desde sua primeira publicação em 1998, o BIS vem relatando um crescente aumento nas negociações diárias. Numa primeira análise, pode-se citar ao menos duas razões para isso:

- Crescimento mundial. De fato, os últimos anos evidenciaram crescimentos importantes entre os países desenvolvidos e emergentes.
- Globalização contínua do mercado financeiro.

Tabela 2.1

<b>Volumes Negociados no Mercado de Câmbio Internacional</b>								
<b>Médias Diárias do mês de Abril</b>								
<b>(Bilhões de Dólares Convertidos a taxas de Câmbio de Abril/2004)</b>								
	<b>1989</b>	<b>1992</b>	<b>1995</b>	<b>1998</b>	<b>2001</b>	<b>2004</b>	<b>Crescimento 2001/1998</b>	<b>Crescimento 2004/1998</b>
<b>Mercado de Câmbio à Vista (“Spot Transactions”)</b>	317	394	494	568	387	621	-31,9%	9%
<b>Outright Forwards (Deliverable Forwards, Non Deliverable Forwards (NDFs))</b>	27	58	97	128	131	208	2,3%	63%
<b>Swaps de Taxa de Câmbio (“Foreign Exchange Swaps”)</b>	190	324	546	734	656	944	-10,6%	29%
<b>Opções</b>	56	44	53	60	26	107	-56,7%	78%
<b>Total</b>	<b>590</b>	<b>820</b>	<b>1.190</b>	<b>1.490</b>	<b>1.200</b>	<b>1.880</b>	<b>-19,5%</b>	<b>26%</b>

Fonte: Bank for International Settlements (BIS)

Obviamente, como se pode observar na tabela acima, o grande crescimento entre 2001 e 2004 pode estar ligado ao fato de ter havido na verdade uma queda relevante entre 1998 e 2004. Na verdade, a queda de 19,5% pode ser justificada pelas graves crises ocorridas no final da década de 90 (México, Ásia, Rússia, LTCM) que certamente levaram a uma condição de aversão ao risco.

Mesmo assim, o crescimento de 26% entre 1998 e 2004 é relevante e segundo o BIS pode estar relacionado ao crescimento de negociações nos mercados futuros de câmbio envolvendo principalmente especuladores interessados no mercado de moedas como uma classe de ativos tão rentável quanto os *bonds* e *equities* usualmente utilizados.

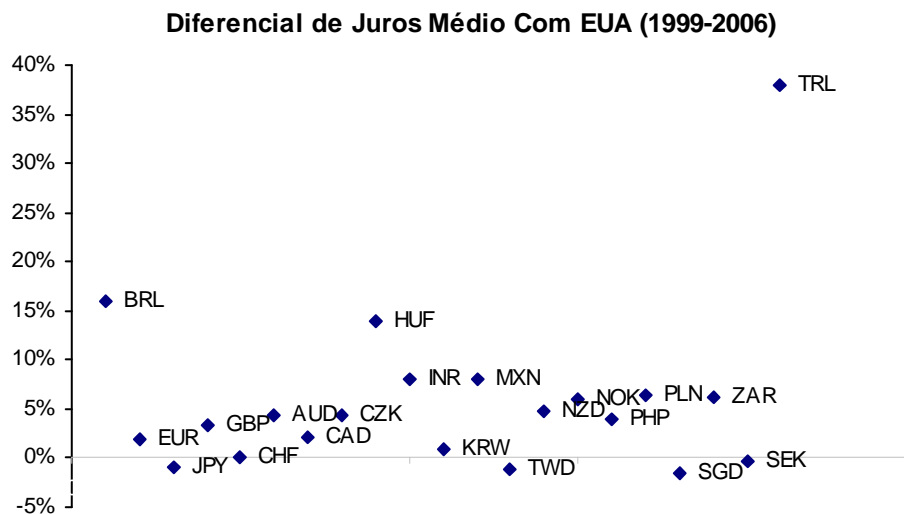
Tais investidores foram estimulados pelos altos diferenciais de juros com os EUA e por expectativas de desvalorização global do dólar americano devido, entre outras coisas a sua conta corrente extremamente deficitária. Este cenário, segundo o BIS, pode ter sido o responsável pelo intenso fluxo de tais estratégias para moedas de primeiro mundo e emergentes foi, portanto uma das principais razões do relevante aumento nas negociações diárias recentes.

Gráfico 2.1

Índice do Dólar Americano x Cesta de Moedas  
(Federal Reserve NY)



Gráfico 2.2



Fonte: Bloomberg

Passaremos a seguir definindo alguns dos conceitos necessários para o entendimento do mercado internacional de moedas, assim como o próprio relatório do BIS.

Em primeiro lugar, existem vários instrumentos utilizados no mercado de câmbio internacional. A grande maioria é negociada em balcão (“*Over the Counter*”) nas praças de Londres e Nova York.

Sejam então os principais:

- ***Spot Transactions***: Neste mercado são negociadas ao redor de 30% de todas as negociações relacionadas ao mercado de câmbio. É o contrato mais simples e trata-se da negociação à vista, com caixa, de uma moeda por outra numa taxa de câmbio acordada entre as partes. A liquidação das operações é realizada dois dias úteis após a contratação.
- ***Outright Forwards***: neste grupo são incluídos os *Deliverable Forwards* e os *Non Deliverable Forwards (NDFs)*.
  - ***Deliverable Forwards***: é um contrato parecido com o *spot transaction*, porém a liquidação é realizada num período maior que dois dias úteis. Ou seja, é uma negociação no mercado spot, porém a termo.

**Exemplo:**

<b>Outright Forward USDxBRL</b>	
Taxa de Câmbio Spot (R\$/US\$)	2,1500
Prazo (Anos)	1
Taxa Juros R\$ (Base 252)	13,00%
Taxa de juros U\$ (Base 252)	5,40%
Taxa de câmbio Futuro Negociada (R\$/US\$)	$2,15 \times (13\% + 1) / (5,40\% + 1) = 2,3050$
Financeiro No Futuro (US\$)	US\$ 15.000.000,00
<b>Liquidação no vencimento</b>	
A parte interessada em ficar com dólares entrega à sua contraparte o seguinte financeiro em R\$	
	$US\$ 15.000.000 \times 2,30 = R\$ 34.500.000$
A parte interessada em ficar com reais entrega à sua contraparte o seguinte financeiro em US\$	
	US\$ 15.000.000

- **Non Deliverable Forwards (NDFs):** são muito parecidos com o *Deliverable Forward*, porém no vencimento são negociados em uma única moeda, no caso uma moeda totalmente conversível. Surgiram da necessidade em se negociar taxas de câmbio, para *hedge* ou especulação, no mercado internacional com moedas não conversíveis ou cujos países de origem estivessem sujeitos a controles de capitais e, portanto, tidas na liquidação como “*non-deliverable*”.

**Exemplo:**

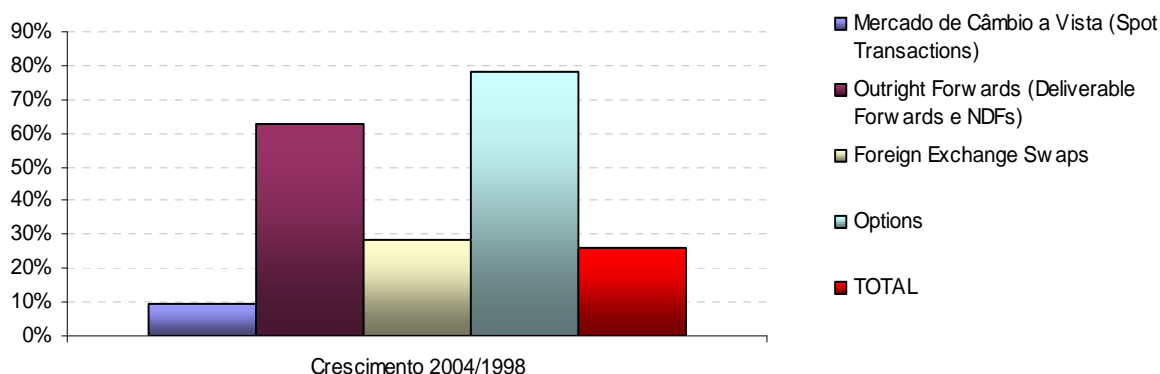
<b>Non-Deliverable Forward</b>	
Taxa de Câmbio Spot (R\$/US\$)	2,1500
Prazo (Anos)	1
Taxa Juros R\$ (Base 252)	13,00%
Taxa de juros U\$ (Base 252)	5,40%
Taxa de câmbio Futuro Negociada (R\$/US\$)	2,3050
Financeiro No Futuro (US\$) Negociado	US\$ 15.000.000,00
Financeiro Presente (US\$)	$US\$ 15.000.000 / (5,4\% + 1) = US\$ 14.231.499,05$
Financeiro Futuro em Reais	$(US\$ 14.231.499,05) \times (2,1500) \times (13\% + 1) = R\$ 34.575.426,94$
Taxa de Câmbio Efetiva Negociada no Futuro	2,0000
A Parte que Comprou o NDF a 2,30 paga o financeiro em US\$ de	
	$US\$ 15.000.000 - R\$ 34.575.426,94 / (2,000) = US\$ -2.287.713,47$
A Parte que Vendeu o NDF a 2,30 recebe o financeiro em US\$ de	
	US\$ 2.287.713,47

- **Foreign Exchange Swaps:** são negociações que envolvem simultaneamente uma operação de *spot transaction* e outra, de natureza inversa, de *Deliverable Forward*. Não existe, portanto risco cambial e é muito utilizada no caso de operações comerciais.
- **Currency Swaps:** são *swaps* que envolvem troca de um fluxo de caixa (principal mais juros) em uma moeda por um fluxo de caixa (principal mais juros) em outra moeda. São geralmente utilizadas por empresas que realizam, no mercado internacional, emissões de *bonds* ou *commercial papers* denominadas em outra moeda que não a de seu país de origem.
- **Options:** referem-se a contratos de opções européias e americanas.

Enfim, no período de 1998 a 2004, observa-se um crescimento de 26% nas negociações diárias totais. O crescimento de 63% e 78% nos *Outright Forwards* e *Options*, respectivamente insinua, segundo o BIS uma crescente participação de investidores com estratégias específicas no mercado de câmbio, como o *carry trade*.

Gráfico 2.3

Crescimento Volume Negociado principalmente em NDFs - 2004/1998  
(bilhões de Dólares Convertidos a Taxa de Câmbio de Abril de 2004)



O BIS cita ainda três estratégias como responsáveis pelo aumento das negociações diárias no mercado de câmbio internacional:

- **Hedge:** de certa forma a expectativa de valorização do Euro e Yen no período explicam a forte demanda por operações de *hedge* principalmente nessas moedas.
- **Carry Trade:** o alto diferencial de juros observado entre países como EUA, Japão e Europa e países como Canadá, Austrália, Nova Zelândia e outros emergentes nos quais se insere o Brasil parece ter estimulado investidores a explorarem a violação da PDJ.
- **Momentum Trading:** assim como expectativas de movimentos longos e duradouros nas taxas de câmbio criaram a necessidade de operações de *hedge*, tal cenário também atraiu muitos investidores atraídos por ganhos nesses mercados.

Além disso, O relatório revela um crescimento expressivo em moedas como Nova Zelândia e Austrália (152% e 98% respectivamente) o que poderia estar ligado a movimentos de *carry trade*.

Na verdade, na tentativa de explicar o aumento das negociações diárias no mercado de câmbio, Galati e Melvin (2004) realizaram regressões envolvendo moedas de países como Austrália, Canadá, Europa, Inglaterra, Japão e Suíça, na qual colocavam o crescimento das negociações diárias como variável dependente e o diferencial de juros (de cada moeda contra o dólar) e a variação nominal de cada moeda (também contra o dólar) como variáveis independentes.

O estudo revelou que o aumento das negociações é fortemente relacionado aos diferenciais de juros positivos contra o dólar, evidenciando, portanto o aumento de operações de *carry trade* como principal estratégia no mercado de moedas de modo a obter retornos da violação da PDJ.



Em seu relatório de 2001, o BIS incluiu uma apresentação detalhada, assim como o fazia para as moedas de países desenvolvidos, de algumas moedas emergentes, consideradas importantes nas negociações diárias. Apesar disso, talvez por ser ainda inclusão recente, os dados para países como o Brasil, Chile, e Coréia deixam a desejar.

De fato são países também com grandes diferenciais de juros em relação aos EUA e, conforme um estudo sobre *Non Deliverable Forwards* do banco central americano de Nova York (Lipscomb, 2005) estão entre as moedas mais negociadas entre os emergentes.

Tabela 2.2

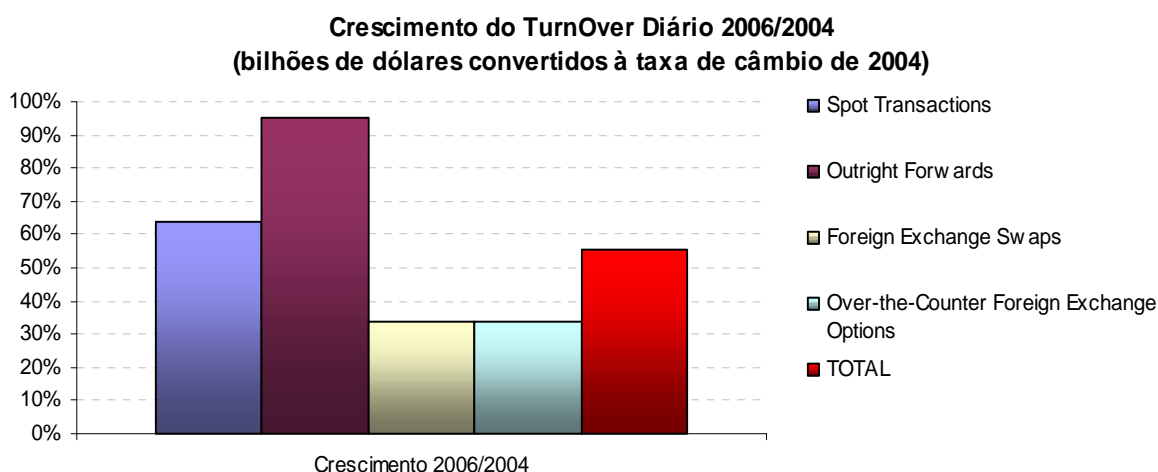
NDFs mais Negociados		
Moeda	Volume (US\$ bilhões)	%Total
Won Koreano	307	30%
Peso Chileno	180	18%
Real Brasileiro	179	18%
Dólar de Taiwan	163	17%
Won Chinês	68	6%

Fonte: *New York Fed*

Para uma análise mais detalhada destas moedas e para o período mais recente de 2004 a 2006, recorreremos ao Foreign Exchange Committee (FXC). Trata-se de um grupo representado por diversos participantes do mercado financeiro global e patrocinado pelo banco central de *New York*, com o objetivo de prover informações e boas práticas sobre o mercado de taxas de câmbio internacional.

Conforme o FXC, o crescimento entre 2006 e 2004 continuou alto e, concentrado principalmente nos *Outright Forwards*, assim como revelou o relatório do BIS de Abril de 2004.

Gráfico 2.4



Fonte: *Foreign Exchange Committee (FXC)*

Observa-se um crescimento elevado em negociações do tipo *spot transactions* e *outright forwards*, principalmente para o Brasil acompanhado também do peso chileno, peso argentino e dólar australiano.

Tabela 2.3

**Crescimento 2006/2004**  
(volumes convertidos à taxa de câmbio de 2004)

<b>Moedas</b>	<b>Spot Transactions</b>	<b>Outright Forwards</b>	<b>Foreign Exchange Swaps</b>	<b>Options</b>
<b>EUR - Euro</b>	56%	126%	45%	26%
<b>JPY - Yen</b>	98%	50%	20%	7%
<b>GBP - Pound</b>	55%	88%	38%	107%
<b>CAD - Dólar Canadense</b>	43%	71%	23%	10%
<b>CHF - Franco Suíço</b>	83%	38%	-8%	38%
<b>AUD - Dólar Australiano</b>	52%	98%	23%	46%
<b>ARS - Peso Argentino</b>	571%	458%	1000%	180%
<b>BRL - Real</b>	625%	318%	215%	289%
<b>CLP - Peso Chileno</b>	305%	126%	310%	25%
<b>MXN - Peso Mexicano</b>	62%	87%	72%	39%
<b>Outras Moedas</b>	41%	115%	35%	-1%

Fonte: *Foreing Exchange Committee (FXC)*

É interessante ainda observar que a participação do Real nas negociações de Outright Forward (que como já dissemos inclui os NDFs) cresceu de 3% em 2004 para 6% em 2006, igualando-se ao dólar australiano.

Tabela 2.4

**Participação no Mercado de *Outrights Forwards***

<b>Moedas</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>
<b>EUR - Euro</b>	30%	32%	35%
<b>JPY - Yen</b>	24%	25%	19%
<b>GBP - Pound</b>	14%	14%	13%
<b>CAD - Dólar Canadense</b>	9%	8%	8%
<b>CHF - Franco Suíço</b>	8%	7%	6%
<b>AUD - Dólar Australiano</b>	6%	6%	6%
<b>ARS - Peso Argentino</b>	0%	0%	0%
<b>BRL - Real</b>	3%	4%	6%
<b>CLP - Peso Chileno</b>	1%	1%	1%
<b>MXN - Peso Mexicano</b>	4%	4%	4%

Fonte: *Foreing Exchange Committee (FXC)*

O BIS analisa ainda o volume de negociações diárias em função do tipo de participante. Em sua metodologia existem três tipos de contrapartes:

- **“Reporting Dealers”**: são geralmente bancos comerciais e corretoras que negociam para atender as necessidades de seus clientes.
- **“Other Financial Institutions”**: são todas as instituições financeiras que não se classificam como “Reporting Dealers”. Tratam-se de pequenos bancos comerciais, bancos de investimentos, fundos mútuos, fundos de pensão, hedge funds, seguradoras etc...
- **“Non Financial Customers”**: trata-se por exclusão de todos os outros tipos de participantes. Destacam-se empresas e governos.

A análise segundo os participantes indicou um crescimento relevante entre bancos comerciais e outras instituições financeiras. Pesquisas realizadas pelo BIS com integrantes do mercado financeiro mostraram que o crescimento das negociações com outras instituições financeiras esteve muito relacionado com o crescimento do patrimônio de hedge funds que atingiu a soma atual de US\$ 1,5 trilhão (Chan, Getmansky, Haas e Lo, 2006).

O que parece ter ocorrido é que tais investidores, com estratégias de *carry trade* e *momentum trading*, tornaram-se crescentemente interessados nesse mercado como uma nova classe de ativos alternativa a outros mercados convencionais de renda fixa e renda variável como forma de rentabilizar somas de capital cada vez mais abundantes e dispostas a entrar em novos mercados.

De certa forma, a regulamentação de fundos de pensão e seguradoras que liberaram alocações em ativos denominados em moedas que não a de seu país de origem (Suécia em 2000, BIS 2003) também podem estar relacionados ao aumento de negociações envolvendo outras instituições financeiras.

Enfim, a análise do mercado de câmbio fornece instrumentos suficientes para acreditarmos que o *carry trade* é hoje uma estratégia agressivamente utilizada pelos mais diversos investidores.

Tal estratégia, como veremos está intimamente ligada à violação da Paridade Descoberta de Juros. Analisaremos a seguir, tal violação e a existência de carteiras ótimas de moedas para estratégias de *carry trade*.

### 3. Definições e Apresentação da Eficiência no Mercado de Câmbio

#### 3.1 Eficiência no Mercado de Câmbio

Um dos temas dominantes na literatura acadêmica desde 1960 tem sido o conceito de mercado eficiente (Fama, 1974). A melhor forma de se testar hipóteses de mercado eficiente é definir o que se entende por isso. A literatura usualmente distingue três definições sobre eficiência de mercado:

- Forma fraca (“*weak-form*”): os preços correntes incorporam todas as informações contidas nos preços passados.
- Forma semi-forte (“*semi-strong form*”): os preços correntes incorporam toda a informação pública assim como seus preços passados.
- Forma forte (“*strong-form*”): os preços refletem toda a informação que seja possível saber.

A forma semi-forte é talvez a forma mais próxima da hipótese de expectativas racionais já que assume que os agentes conhecem o modelo econômico e utilizam toda a informação pública para formar suas expectativas.

Segundo Sarno e Taylor (2002), num mercado eficiente os preços deveriam refletir toda a informação disponível (pública), sendo impossível para um investidor obter excessos de retorno com a especulação.

O Conceito de eficiência aqui especificado está baseado em dois pilares:

- Os agentes possuem atitude Neutra em relação ao Risco. Ou seja, um investidor seria indiferente entre um investimento com expectativa de retorno de 20% e outro investimento com 50% de probabilidade de expectativa de retorno de 5% e 50% de probabilidade de 30%.
- Os Agentes são dotados de Expectativas Racionais

Eficiência de mercado será aqui entendida de uma maneira bem restrita, para que não precisemos entrar em detalhes da extensa literatura que trata este tema.

No caso do mercado de câmbio, adotamos a definição de eficiência de mercado descrita por Hodrick e Hansen (1980).

*“A proposição que o retorno esperado da especulação no mercado futuro de câmbio dado o conjunto de informações disponível em  $t$  é zero”. Isso é o mesmo que dizer que a taxa futura de câmbio em  $t$  é um estimador não-viesado da taxa de câmbio à vista em  $t+k$ .”*

Ou seja, o especulador disposto a comprar a moeda do país com taxas de juros maiores e vender a moeda do país com taxas de juros menores, o *carry trade*, obteria retornos nulos já que a moeda deste país terminaria desvalorizada no mesmo montante do prêmio do mercado futuro de câmbio - o diferencial das taxas de juros.

Porém, o que se observa nas mais diversas moedas do mundo, e que veremos com maiores detalhes mais a frente, é que o mercado futuro de câmbio não é tão somente ineficiente no conceito acima, mas parece que é tão ineficiente que prevê movimentos de câmbio na direção e magnitude exatamente contrária em relação ao que realmente ocorre.

Ou seja, no exemplo do especulador com posições de “*carry trade*”, este teria retornos positivos, pois ao contrário de haver uma desvalorização da moeda do país com taxas de juros mais altas, o que existe na realidade é uma valorização desta, gerando retornos positivos e iguais ao diferencial de juros mais a própria valorização da moeda.

A esta constatação diz-se que o mercado de câmbio é ineficiente, ou que existe um viés no mercado futuro de câmbio, ou que o mercado futuro de câmbio não é um bom *previsor* da taxa de câmbio futura.

Tal viés encontrado na taxa futura de câmbio não necessariamente deve implicar que tal mercado não contém informações úteis para utilizá-lo como determinante da taxa de câmbio. O que ocorre, entretanto, como veremos adiante é que o mercado futuro de câmbio deve ser entendido como **a expectativa dos agentes ajustada ao risco**. Portanto o viés, ou a ineficiência como se preferir seria uma evidência de:

- não neutralidade ao risco dos agentes (o que é bem aceitável dado o grau de imprevisibilidade das moedas).
- uma possível não racionalidade das expectativas dos mesmos.

Que são na verdade as duas hipóteses básicas do conceito de eficiência de mercado, e, portanto sua violação levaria a conclusões de ineficiência.

O conceito de eficiência para o mercado de câmbio aqui utilizado e definido por Hodrick indica a paridade coberta de juros (PCJ) como a relação básica para a realização de testes de eficiência para o mercado de câmbio. Sua violação, portanto, evidenciaria a ineficiência do mercado e dessa forma a possibilidade de obtenção de retornos lucrativos com o *carry trade*, já que nesse caso as moedas de países com juros mais altos não se desvalorizariam na magnitude do diferencial de juros.

Iniciaremos, portanto, dois conceitos importantes para o entendimento dos testes de eficiência para o mercado de câmbio e para o posterior entendimento da dinâmica especulativa através do *carry trade*. São eles:

- Paridade Coberta de Juros (PCJ)
- Paridade Descoberta de Juros (PDJ)

### 3.2 Paridade Coberta de Juros (PCJ)

A violação da PDJ, como veremos mais a frente pode ser responsável pelo aumento das negociações nas operações de câmbio recentemente pelo estímulo em operações de *carry trade* em diversas moedas contra o dólar americano.

Entretanto, ao estudo da PDJ deve-se anteceder o estudo da PCJ, pois a validade da primeira depende da validade desta última.

Será feita nesse capítulo uma discussão genérica da PCJ, apresentando seus conceitos principais. Na verdade, a regulamentação e tributação cambial brasileira são extremamente complicadas e particulares a cada tipo de investidor. Desta forma existiriam inúmeros estudos de PCJ, cada um relacionado a um tipo de investidor.

Seja então a equação mais simples que expressa a PCJ:

$$F_{t,t+k} = S_t \frac{1 + R_{t,k}}{1 + R_{t,k}^*} \quad (3.1)$$

onde:

- $F_{t,t+k}$  é o preço futuro de S para um contrato que vence k períodos à frente de  $S_t$
- $S_t$  é o preço spot da moeda estrangeira em termos da moeda nacional.
- $R_{t,k}$  é a taxa de juros doméstica no período k.
- $R_{t,k}^*$  é a taxa de juros externa no período k.

O que esta equação nos diz é que com livre mobilidade de capitais um investidor doméstico tem a oportunidade de investir em outro mercado como, por exemplo os EUA. Seja então seu investimento dado por G (medido em moeda local). Tal investidor ao optar investir nos EUA precisa primeiro converter G em dólares americanos pela taxa de câmbio spot ( $S_t$ ), resultando em  $G/S_t$ .

Este investidor aplica então seus dólares no mercado doméstico americano resultando no final do período (t+k) em:

$$\frac{G \cdot (1 + R_{t,k}^*)}{S_t}$$

Ao converter seu investimento de volta à moeda local o investidor o fará pela cotação do câmbio spot ( $S_{t+k}$ ) resultando em:

$$\frac{G \cdot (1 + R_{t,k}^*) \cdot S_{t+k}}{S_t}$$

Percebe-se, portanto que tal investidor está exposto à variação cambial. O mercado de dólar futuro pode desta eliminar a exposição ao câmbio. Basta o investidor fixar a taxa futura de câmbio pela qual ele reverterá sua aplicação em moeda local. Seja esta taxa de câmbio futura negociada dada por  $F_{t,t+k}$ . Desta forma, o investidor saberá exatamente o montante de seu investimento nos EUA medido em moeda local:

$$\frac{G \cdot (1 + R_{t,k}^*) \cdot F_{t,t+k}}{S_t}$$

Alternativamente, o investidor poderia ter investido  $G$  no mercado local, gerando da mesma forma um equivalente certo no futuro ( $t+1$ ) de:

$$G \cdot (1 + R_{t,k})$$

Como o valor final do investimento é conhecido previamente para as duas opções de investimento, retornos diferentes gerariam arbitragem, desta forma, fica necessária a igualdade entre as duas opções de investimento.

$$\frac{G \cdot (1 + R_{t,k}^*) \cdot F_{t,t+k}}{S_t} = G \cdot (1 + R_{t,k})$$

Que nada a mais é que a PCJ apresentada na equação 3.1.

Ou seja, o diferencial da taxa de câmbio dado pelo mercado futuro de câmbio e pelo mercado spot de câmbio será igual ao diferencial de juros entre ativos de características similares medidos nas moedas locais.

Características similares referem-se, por exemplo, a:

- Prazo
- Risco de Crédito (*Default*)
- Risco de Convertibilidade (Fronteira)
- Tratamento Tributário
- Restrições de posse

Para efeito de simplificação, apresentaremos, daqui em diante, as equações em sua forma logarítmica, por exemplo:

$$r_{t,k} = \ln(1 + R_{t,k})$$

Logo a forma logarítmica da Equação 3.1 será dada por:

$$f_{t,t+1} - s_t = (r_{t,k} - r_{t,k}^*) \quad (3.2)$$

A maioria dos estudos empíricos mostra que a PCJ é respeitada após consideradas todas as características como: custos de transação, risco país e fronteira e impostos. Frenkel e Levich (1975,1977), numa seleção de moedas, demonstraram que 80% das oportunidades de lucro que seriam evidências da violação da PCJ permanecem dentro de uma banda dita neutra (lucros significativamente iguais a zero).

Quando se trata de analisar a PCJ para países como o Brasil, que possuem Risco de Crédito e Convertibilidade, esta pode ser decomposta da seguinte forma:

- $s_t$  é o preço spot da moeda estrangeira em termos da moeda nacional
- $f_{t,t+k}$  é o preço futuro de  $s$  para um contrato que vence  $k$  períodos à frente de  $s_t$
- $r_{t,k}$  é a taxa de juros doméstica no período  $k$
- $r_{t,k}^*$  é a taxa de juros externa no período  $k$
- $rd$  é o Risco de Crédito (*Default*) associado ao prazo  $k$
- $rf$  é o Risco de Convertibilidade (Fronteira) associado ao prazo  $k$
- $i_{t,k}$  é a taxa de juros doméstica denominada em moeda estrangeira e negociada no mercado doméstico, no período  $k$
- $i_{t,k}^*$  é a taxa de juros doméstica denominada em moeda estrangeira e negociada no exterior, no período  $k$

Considerando somente ativos negociados no mercado local, temos que a PCJ pode ser descrita como:

$$f_{t,t+1} - s_t = r_{t,k} - i_{t,k} \quad (3.3)$$

O Risco de Crédito ou *Default* pode ser definido como:

$$rd = i_{t,k}^* - r_{t,k}^*$$

O Risco de Convertibilidade poder ser definido como:

$$rf = i_{t,k} - i_{t,k}^*$$

O Risco País que muitas vezes aparece na literatura internacional e nacional nada mais é do que a soma do Risco de Crédito e do Risco de Convertibilidade.

$$\text{Risco País} = \text{Risco de Crédito} + \text{Risco de Convertibilidade}$$

A PCJ para países com risco de crédito e convertibilidade, como Brasil, pode, então, ser descrita como:

$$f_{t,t+1} - s_t = r_{t,k} - r_{t,k}^* - rd - rf \quad (3.4)$$



e o Diferencial de Paridade Coberta pode ser dado como:

$$DPC = f_{t,t+1} - s_t - r_{t,k} + \underbrace{r_{t,k}^* + rd + rf}_{\text{Risco País}} \quad (3.5)$$

Risco País = Risco Crédito (rd) + Risco Convertibilidade (rf)

O Risco de Crédito (rd) poderia ser observado de diversas formas. Por exemplo, pode-se utilizar derivativos de crédito como os Swaps de Crédito, ou como são conhecidos internacionalmente os *Credit Defaults Swaps (CDS)*.

Para o cálculo do Risco de Convertibilidade (rf) devem ser utilizados ativos similares, porém negociados em praças distintas. No caso brasileiro, o *Non Deliverable Forward (NDF)* é o único ativo que é negociado tanto no mercado interno como no exterior. Dessa forma poderia ser utilizado o diferencial entre os *Non Deliverable Forwards (NDFs)* negociados em New York (*outright offshore*) e os NDFs negociados no Brasil (*outright onshore*).

Existem, porém inúmeras dificuldades em coletar tais informações. Os NDFs negociados internamente e no exterior por exemplo devem ser observados no mesmo momento, o que nem sempre parece ocorrer nas bases de dados disponíveis (Bloomberg e Reuters).

Podemos ainda calcular o Risco de Convertibilidade não diretamente, mas indiretamente. Sabe-se que embora não sejam negociadas diretamente, as taxas de juros doméstica denominada em moeda estrangeira e negociada no exterior, no período k ( $I_{t,k}^*$ ), ou como é conhecida cupom cambial, pode ser calculada através de arbitragem utilizando dois mercados usualmente negociados na Bolsa de Mercadorias e Futuros (BMF):

- o dólar futuro ( $F_{t,t+k}$ ) e as taxas de juros futuras ( $R_{t,k}$ )

Desta forma, por simples arbitragem:

$$I_{t,k}^* = \frac{(1 + R_{t,k}) * S_t}{F_{t,t+k}} - 1$$

É importante atentar para alguns detalhes que nem sempre são levados em consideração, mas que se mal utilizadas podem gerar erros relevantes.

- Para o cálculo de  $I_{t,k}^*$ , os dados de  $F_{t,t+k}$  e  $S_t$  devem ser coletados no mesmo instante. Para isso utiliza-se um ativo comumente negociado no mercado de câmbio brasileiro que trata justamente da diferença entre o dólar futuro e o spot no instante t. Tal ativo é negociado em balcão e é denominado nas mesas de operação como “casado”.

- Devem ser considerados os feriados do Brasil e de Nova York nos cálculos das taxas efetivas. Isso porque o câmbio spot liquida somente dois dias úteis do calendário de Nova York e Brasil (simultaneamente) após a contratação.
- O valor de  $F_{t,t+k}$  em seu vencimento é sempre dado pela PTAX (média ponderada das negociações de câmbio spot publicada pelo Banco Central) do dia útil (calendário brasileiro) anterior

Ou seja, os dias úteis e corridos das datas de liquidação de câmbio são muito importantes no cálculo do  $I_{t,k}^*$  correto.

Sabemos, no entanto que:

$$I_{t,k}^* - R_{t,k}^* = \text{Risco de Default (rc)} + \text{Risco de Convertibilidade (rf)}$$

Como podemos observar o risco de Default nos contratos de CDS (*Credit Default Swaps*) negociados no mercado internacional, pode-se por diferença determinar o Risco de Fronteira.

Ressaltamos que o método mais simples de calcular o Risco de Convertibilidade seria através da diferença entre os NDFs negociados internamente e no exterior. As séries de dados porém são muito imprecisas, indicando cotações de NDF negociados no exterior coletados em momentos diferentes do dia dos NDFs negociados internamente.

### 3.3 Aspectos Operacionais do Mercado de Câmbio no Brasil e a PCJ

Mesmo que não entremos nos detalhes específicos operacionais, regulatórios e tributários vale a pena levantar algumas observações sobre outros fatores que poderiam levar à violação da PCJ e que estão relacionados a detalhes do operacional do mercado de câmbio no Brasil.

Primeiramente é necessário apresentar algumas definições desse mercado:

- **Agentes do Mercado:** a definição completa dos agentes de câmbio está apresentada no Regulamento do Mercado de Câmbio e Capitais Internacionais (RMCCI), Título 1, Capítulo 2. Os bancos comerciais são os que podem realizar todo o tipo de operação regulamentada no RMCCI. Portanto toda a contratação de câmbio entre um banco e outro tipo de instituição é definida como negociação no mercado primário. As contratações com a autoridade monetária, entretanto são realizadas somente com um conjunto de bancos denominados *dealers* que é escolhido pelo Banco Central.
- **Posição dos Bancos:** A posição de câmbio dos bancos é definida no Regulamento do Mercado de Câmbio e Capitais Internacionais (RMCCI), Título 1, Capítulo 5, Seção 1. Em resumo, trata-se do saldo (estoque) de operações contratadas em moeda estrangeira, títulos ou ouro e registradas no SISBACEN. Sua contabilização é realizada em equivalente em dólares americanos e sempre sensibilizada no momento da contratação e não liquidação. Apenas as operações do tipo *Deliverable Forward*, que são operações de spot a termo, sensibilizam a posição dos bancos somente dois dias úteis antes de sua respectiva liquidação. A posição dos bancos de 1 de Janeiro de 1994 foi arbitrariamente quantificada em zero. Portanto as posições dos bancos publicadas atualmente refletem o cambio contratado daquela data até hoje e não a quantidade total de moeda estrangeira total entre os bancos.

#### **Exemplo:**

Posição em 01/Jan/1994: US\$ 0 (por definição)

Fluxo de Câmbio Contratado entre 01/Jan/1994 e 31/Jan/1994 (com liquidação em dois dias úteis ou em datas dentro do mês de Janeiro/1994): US\$ 230 milhões

Posição em 31/01/1994: US\$ 230 milhões

- **PTAX:** resumidamente, trata-se de uma média diária ponderada pelo volume de negócios, porém com algum tratamento estatístico e que é publicada pelo Banco Central. É definida pela circular 3.300 de 22 de Novembro de 2005.
- **Compulsório:** Pela Circular 2.787 de 27 de Novembro de 1997, os bancos eram obrigados a depositar o excesso de US\$ 5 milhões de suas posições compradas no Banco Central sem qualquer tipo de remuneração. Porém, pela Circular 3.307 de 29 de Dezembro de 2005, foi permitido aos bancos aplicar qualquer limite de posição comprada no mercado externo.

De posse destes conceitos, podemos agora entender como detalhes operacionais do mercado de câmbio influenciam o Diferencial de Paridade Coberta.

Existem, na verdade dois detalhes que chamam atenção e que, a despeito de sua importância em termos da magnitude com que podem influenciar a PCJ, foram pouco discutidos na literatura. São eles:

- Posição dos Bancos
- Risco de PTAX

### 3.3.1 O Risco de PTAX e a PCJ

No vencimento de uma operação de arbitragem, o banco receberá os dólares remunerados de seu investimento no exterior e terá seus ativos na BMF vencendo.

O problema é que os ativos na BMF vencem pela PTAX, que como vimos é, em resumo, uma média de todas as operações realizadas no mercado spot durante o dia. Os bancos então recebem seus dólares pela manhã e terão a contraparte desta operação vencendo na BMF, porém por uma taxa cambial – a PTAX- que somente será conhecida no final do dia. Existe, portanto uma exposição cambial entre o dólar spot da manhã e a PTAX.

Para que não exista este descasamento, os bancos são obrigados a vender seus dólares no mercado á vista durante todo o dia de forma a “tentar” replicar a formação da PTAX.

Tal tarefa não é simples e envolve um risco que no mercado é conhecido como risco de PTAX. Este risco é tanto maior quanto maior for a volatilidade do câmbio e menor for a liquidez no mercado spot, variáveis que certamente dificultarão um agente disposto a replicar a PTAX em determinada data.

Este risco é tão importante que é negociado no mercado de balcão (operações de PTAX) e na BMF através do contrato de FRP (*Forward Points*). Ou seja, qualquer participante do mercado que precise replicar a PTAX, pode negociá-la com uma contraparte que tem maior experiência em replicá-la. Os prêmios cobrados e observados nesses mercados nos dão uma boa idéia da magnitude desse risco.

Infelizmente não foi possível obter um histórico desse mercado, porém, pela experiência de operadores este varia de zero a 1,5 R\$/1000US\$ (para cotações de câmbio à vista ao redor de 2,15), o que em termos de taxa mensais anualizadas seriam:

$$Risco_{PTAX} = \frac{1,5}{\text{cotação}} * \frac{360}{30} = \frac{1,5}{2150} * \frac{360}{30} = 0,84\%$$

Ou seja, o Diferencial de Paridade Coberta para períodos de um mês poderia ficar 0,84% abaixo ou acima das taxas em dólar no exterior. Trata-se de um “custo fixo” dado que este não depende do prazo da operação e sim da dificuldade operacional em se replicar a PTAX de um determinado dia. Sendo assim, este prêmio é diluído para prazos maiores.

### 3.3.2 A posição dos Bancos e a PCJ

Antes da Circular 3.307 de 29 de Dezembro de 2005, todos os bancos eram obrigados a depositar o excesso de US\$ 5milhões no Banco Central sem qualquer tipo de remuneração.

Era também proibido um banco terminar o dia com uma posição (câmbio contratado) vendida. Nesse caso ou o banco realizava operações de nivelamento com outros bancos tomando dólar emprestado ou sofreria as multas de um redesconto.

Nesse período, quando o sistema em si ficava com uma posição dos bancos comprada, cada banco, tentava durante o dia emprestar seu excesso de US\$5 milhões para outro banco a qualquer taxa maior que 0% (o compulsório). Fica claro que quando o sistema estivesse com uma posição dos bancos excessivamente comprada, maior dificuldade teria um banco para achar outro banco disposto a tomar seus dólar emprestado.

Assim, nesse período, a posição dos bancos guardava grande correlação com o diferencial de paridade coberta. Ou seja, quando o sistema estivesse muito comprado, as taxas negociadas entre si caíam rapidamente a 0% e, ao contrário, quando estivesse muito vendido, as taxas permaneciam acima das taxa negociadas no exterior podendo atingir o custo do redesconto.

Atualmente, após o fim do compulsório de depósito de todo o excesso de US\$ 5 milhões, os bancos ficaram liberados para aplicar seus dólares não mais entre si, mas com bancos no mercado internacional. Desta forma o diferencial de paridade coberta atual sofre muito menos influência da posição dos bancos.

### 3.4 Paridade Descoberta de Juros (PDJ) e a Hipótese de Mercado Eficiente (HME)

Assumindo as duas hipóteses básicas sobre a eficiência de mercado, ou seja, neutralidade ao risco e expectativas racionais, temos:

- Expectativas Racionais

$$S_{t+k} = E_t[S_{t,t+k}] + \eta_{t,t+k}, \text{ onde:}$$

- $S_{t+k}$  é a taxa de câmbio à vista efetiva em t+k
- $E_t[S_{t,t+k}]$  é a expectativa **racional** dos agentes em t para a taxa de câmbio em t+k
- $\eta_{t,t+k}$  erro puramente aleatório e ortogonal a toda informação em t

Ou seja, a taxa de câmbio à vista efetiva em t+k difere da expectativa da taxa de câmbio dos agentes apenas por um erro aleatório.

- Neutralidade ao Risco

$$F_{t,t+k} = E_t[S_{t,t+k}] \quad (3.6)$$

Ou seja, os agentes são indiferentes entre uma taxa certa e uma incerta.

Logo da equação 3.2 da Paridade Coberta de Juros, temos:

$$E_t[S_{t,t+k}] - S_t = (r_{t,k} - r_{t,k}^*) \quad (3.7)$$

Ou seja, os agentes sendo neutros ao risco não incluem um prêmio de risco e, portanto assumem a igualdade entre o mercado de dólar futuro dado pela PCJ (que é um equivalente certo) com sua expectativa de câmbio.

A esta equação dá-se o nome de **Paridade Descoberta de Juros (PDJ)**.

Existem na verdade como veremos mais a frente, inúmeros problemas em assumir esta igualdade.

Primeiramente como já foi dito, ela assume que os agentes são neutros ao risco, ou que, todo risco cambial é diversificado, ou seja, os agentes são indiferentes entre a taxa de câmbio “certa” (o mercado de câmbio futuro calculado pela PCJ) e uma taxa de câmbio “esperada” que segue padrões puramente aleatórios.

E em terceiro lugar seria importante observar que se a igualdade realmente existe para uma moeda ela provavelmente não valerá para a outra, ou seja, se:

$$F_{t+k} = E_t[S_{t,t+k}], \text{ então } 1/F_{t+k} < 1/E_t[S_{t,t+k}]$$

Exemplo:

$E_t[S_{t,t+k}](1) = 1,1$  com probabilidade de 50%

$E_t[S_{t,t+k}](2) = 0,9$  com probabilidade de 50%

Logo  $E_t[S_{t,t+k}] = (1,1+0,9)/2 = 1$

Então:  $F_{t,t+k} = E_t[S_{t,t+k}] = 1$

Esta mesma igualdade expressa em termos da outra moeda seria:

$F_{t,t+k} = 1$  , logo  $1/F_{t,t+k} = 1$

$1/E_t[S_{t,t+k}]$  porém seria igual a  $(1/1,1 + 1/0,9)/2 = 1,0101$

Logo expresso na outra moeda existe uma desigualdade:

$1/F_{t,t+k} = 1 < 1/E_t[S_{t,t+k}] = 1,0101$

Este resultado é chamado de **PARADOXO DE SIEGEL**, e mostra que mesmo desconsiderando todos os problemas descritos acima, a PDJ é uma aproximação. Uma visão mais detalhada do Paradoxo de Siegel pode ser encontrada no Anexo 2.

De qualquer forma, assumindo as duas hipóteses de mercado eficiente, temos:

$$S_{t+k} = F_{t,t+k} + \eta_{t,t+k} \quad (3.8)$$

A esta igualdade dá-se o nome de Hipótese de Expectativa Não-Viesada (Unbiased Expectations Hypothesis), ou **Hipótese de Mercado Eficiente**, e será ela o objeto de nosso estudo.



### 3.5 Testes da Hipótese de Mercado Eficiente (HME)

Testar a Hipótese de Mercado Eficiente não é como dissemos o ponto principal deste trabalho, mas sim verificar se existem práticas lucrativas no mercado, como parece ser o caso do *carry trade* (que conforme já foi dito pode ter sido, segundo o BIS, um dos grandes motivos do aumento do volume negociado no mercado de câmbio nos últimos anos) que são estimuladas pela sua violação.

Apresentaremos aqui praticamente boa parte do arcabouço de trabalhos motivados em estudar os motivos desta aparente violação. Utilizaremos a teoria para calcular se esta violação existiu para as moedas de nosso estudo (serão definidas mais a frente) para então entrarmos no estudo de carteiras ótimas de moedas estimuladas pela violação encontrada.

Seja a equação da Hipótese de Mercado Eficiente, doravante denominada HME.

$$S_{t+k} = F_{t,t+k} + \eta_{t,t+k}$$

Existe um problema em se testar esta relação - não estacionariedade das séries do mercado spot de câmbio e do mercado futuro de câmbio.

Ou seja, séries não estacionárias não possuem estatísticas - média e variância - bem definidas e, portanto os coeficientes obtidos da regressão não possuirão boas propriedades estatísticas.

Uma forma de contornar o problema da não estacionariedade das séries é considerar as variações percentuais e não mais os valores absolutos das taxas de câmbio spot e futura. Dessa forma:

$$\frac{S_{t+k} - S_t}{S_t} = \frac{F_{t,t+k} - S_t}{S_t} + \varepsilon_{t,t+k} \quad (3.9)$$

onde  $\varepsilon_{t,t+k}$  agora é o erro em termos percentuais.

Podemos agora escrever a equação 3.9 em termos de uma regressão:

$$\left( \frac{S_{t+k} - S_t}{S_t} \right) = \alpha + \beta \left( \frac{F_{t,t+k} - S_t}{S_t} \right) + \varepsilon_{t,t+k} \quad (3.10)$$

Para simplificar a equação acima, seja:

- $s_{t,t+k} = \left( \frac{S_{t+k} - S_t}{S_t} \right)$
- $f_{t,t+k} = \left( \frac{F_{t,t+k} - S_t}{S_t} \right)$ , denominado na literatura internacional como “*forward premium*”.

Logo,

$$s_{t,t+k} = \alpha + \beta f_{t,t+k}^c + \varepsilon_{t,t+k} \quad (3.11)$$

Sob a HME, a hipótese nula seria  $\alpha=0$  e  $\beta=1$ .

### 3.5.1 Revisão da Literatura

Desde 1984, com o trabalho de Fama, Cumby e Obstfeld, muitos outros economistas realizaram regressões similares à equação 3.11. Enquanto porém, pela HME seria de se esperar que  $\beta=1$ , Froot and Thaler (1990), por exemplo, acharam para vários países um coeficiente médio de  $-0,88$ .

Além disso, Flood e Rose (1994) analisaram países membros do sistema monetário europeu, cujas taxas de câmbio entre si são fixas por uma banda relativamente estreita. Eles encontraram  $\beta=0,58$ . A característica marcante é a evidência de  $\beta>0$ , mas ainda significativamente menor que 1, e sugerem que  $\beta<0$  talvez se aplique apenas a países com câmbio flutuante.

Na tabela abaixo, pode-se observar um histórico de alguns dos inúmeros trabalhos e resultados referentes aos testes da HME.

Tabela 3.1

Autor	Estudo	Período	$\beta$
Bilson (1981)	Canadá	1974-1980	-0,665
	Alemanha		-0,801
	Japão		-0,208
Fama(1984)	Japão	1973-1982	-0,29
	Suíça		-1,14
	Inglaterra		-0,9
	Canadá		-0,87
Barnhart e Szakmary(1991)	Alemanha	1974-1988	-3,63
	Inglaterra		-1,65
	Japão		-0,59
	Canadá		-2,2
Backaert e Hodrick(1993)	Alemanha	1975-1989	-3,015
	Inglaterra		-2,021
	Japão		-2,098

Recentemente Frankel e Poonawala, 2004, realizando praticamente o mesmo teste para países emergentes e desenvolvidos chegaram em resultados muito próximos de 0 (na média) para os países emergentes, e  $-2$  para os países industrializados.

Tabela 3.2

Estudo	Período	$\beta$ (Médio)
Países Emergentes	1996-2004	-0,0278
Países Desenvolvidos	1997-2004	-2,0231

Ou seja, na grande maioria dos estudos com a finalidade de testar a HME, observou-se que  $\beta$  é significativamente menor que 1.

Obviamente seria de se esperar, como já foi dito, que a violação da HME pode ser causada pela falha de suas duas hipóteses básicas:

- não neutralidade ao risco dos agentes (o que é bem aceitável dado o grau de imprevisibilidade das moedas).
- uma possível não racionalidade de expectativas dos mesmos.

Vamos admitir então que os agentes são avessos ao risco, mantendo a hipótese de expectativas racionais.

Ou seja, os agentes são avessos ao risco e, portanto existe um prêmio de risco de forma a compensá-los.

Este prêmio de risco pode ser definido como:

$$PR_{t,t+k} = \left( \frac{F_{t,t+k} - S_t}{S_t} \right) - \left( \frac{E_t[S_{t,t+k}] - S_t}{S_t} \right) \quad (3.12)$$

Sendo denominado na literatura internacional como “*currency risk*”

Desta forma, admitindo verdadeira a hipótese de expectativas racionais, a equação (3.9) pode ser agora escrita da seguinte forma:

$$\frac{F_{t,t+k} - S_t}{S_t} - \frac{S_{t+k} - S_t}{S_t} = PR_{t,t+k} + \varepsilon_{t,t+k} \quad (3.13)$$

Ou seja:

$$S_{t,t+k} = f_{t,t+k} - PR_{t,t+k} + \varepsilon_{t,t+k} \quad (3.14)$$

Cabe ressaltar novamente que  $PR_{t,t+k}$  será o prêmio de risco apenas se as expectativas forem racionais.

Entretanto ao testar a equação 3.14 da mesma maneira que testamos a equação 3.11 depara-se com um problema que  $PR_{t,t+k}$  é uma variável não observável. A única variável possível de se observar é a soma do prêmio de risco ( $PR_{t,t+k}$ ) com a variável aleatória ( $\varepsilon_{t,t+k}$ ). Ou seja, é impossível saber se o viés é devido ao prêmio de risco em si ou a erros na expectativa dos agentes (expectativas não racionais).

A única informação que existe é que, dado as expectativas racionais dos agentes, o valor esperado de  $\varepsilon_{t,t+k}$  é nulo e que este é totalmente não correlacionado com as demais variáveis (ruído branco).

Como forma de caracterizar o prêmio de risco  $PR_{t,t+k}$ , revisitaremos aqui o modelo de decomposição proposto por Fama em 1984.

Antes porém, seja a definição de excesso de retorno numa posição no mercado futuro de câmbio:

$$\text{Excesso de Retorno} = f_{t+k} = \left( \frac{F_{t+k} - S_{t+k}}{S_{t+k}} \right) \quad (3.15)$$

### 3.5.2 O Modelo de Decomposição de Fama

Além da equação 3.11, Fama também considerou a regressão do excesso de retorno ao abrir uma posição no mercado futuro de câmbio,  $f_{t+k}$ , em relação ao *forward premium*,  $f_{t,t+k}$ . Dessa forma:

$$f_{t+k} = \alpha_1 + \beta_1 f_{t,t+k} + v_{t,t+k} \quad (3.16)$$

As equações 3.11 e 3.14, são dessa forma as duas equações analisadas por Fama:

$$\left. \begin{aligned} s_{t,t+k} &= \alpha + \beta f_{t,t+k} + \varepsilon_{t,t+k} \\ f_{t+k} &= \alpha_1 + \beta_1 f_{t,t+k} + v_{t,t+k} \end{aligned} \right\} \text{Equações Fundamentais de Fama}$$

Veja, em primeiro lugar, que se  $1/S_t$  for um *martingale*, a soma das duas equações acima resultam:

$$f_{t,t+k} = (\alpha + \alpha_1) + (\beta + \beta_1) f_{t,t+k} + (\varepsilon_{t,t+k} + v_{t,t+k})$$

o que obviamente resulta na seguinte conclusão:

$$\left\{ \begin{aligned} \alpha + \alpha_1 &= 0 \\ \beta + \beta_1 &= 1 \\ \varepsilon_{t,t+k} + v_{t,t+k} &= 0 \end{aligned} \right.$$

Apesar da obviedade da conclusão acima, a análise conjunta de ambas as regressões ajuda a esclarecer a informação contida em cada uma delas. Para isso, sejam os limites em probabilidade dos estimadores de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) de  $\beta$  e  $\beta_1$ :

$$p \lim(\hat{\beta}^{MQO}) = \frac{\text{cov}(s_{t,t+k}, f_{t,t+k})}{\text{var}(f_{t,t+k})} \quad (3.17)$$

$$p \lim(\hat{\beta}_1^{MQO}) = \frac{\text{cov}(f_{t+k}, f_{t,t+k})}{\text{var}(f_{t,t+k})} \quad (3.18)$$

onde cov e var denotam por covariância e variância respectivamente.

As equações 3.17 e 3.18 possuem basicamente três variáveis distintas:

- $f_{t,t+k} = \left( \frac{F_{t+k} - S_{t+k}}{S_{t+k}} \right)$ , o excesso de retorno quando aberta uma posição no mercado futuro de câmbio.
- $f_{t,t+k} = \left( \frac{F_{t+k} - S_t}{S_t} \right)$ , o *forward premium*.
- $s_{t,t+k} = \left( \frac{S_{t+k} - S_t}{S_t} \right)$ , o retorno no mercado de câmbio *spot* entre t e t+k.

Iremos agora reescrever estas variáveis em termos do prêmio de risco ( $PR_{t,t+k}$ ) e da expectativa racional dos agentes  $E_t[S_{t,t+k}]$ .

### I. Excesso de Retorno ( $f_{t,t+k}$ )

Pela equação 3.13 e admitindo que  $1/S_t$  seja um *martingale*, temos:

$$f_{t,t+k} = \left( \frac{F_{t+k} - S_{t+k}}{S_{t+k}} \right) = PR_{t,t+k} - \varepsilon_{t,t+k} \quad (3.19)$$

### II. Forward Premium ( $f_{t,t+k}$ )

Diretamente pela definição de prêmio de risco (“*currency premium*”) da equação 3.12, temos:

$$PR_{t,t+k} = \left( \frac{F_{t,t+k} - S_t}{S_t} \right) - \left( \frac{E_t[S_{t,t+k}] - S_t}{S_t} \right)$$

Seja ainda a expectativa racional do retorno do mercado spot de câmbio entre t e t+k, definida como:

$$E_t(s_{t,t+k}) = \left( \frac{E_t[S_{t,t+k}] - S_t}{S_t} \right) \quad (3.20)$$

logo:

$$f_{t,t+k} = \left( \frac{F_{t,t+k} - S_t}{S_t} \right) = E_t(s_{t,t+k}) + PR_{t,t+k} \quad (3.21)$$

### III. Retorno no mercado *spot* de câmbio ( $s_{t,t+k}$ )

Pelas equações 3.14 e 3.21, temos:

$$s_{t,t+k} = E_t(s_{t,t+k}) + \varepsilon_{t,t+k} \quad (3.22)$$

Desta forma, substituindo as equações 3.19, 3.21 e 3.22 nas equações 3.17 e 3.18, temos:

$$p \lim(\widehat{\beta}^{MQO}) = \frac{\text{cov}(E_t(s_{t,t+k}) + \varepsilon_{t,t+k}, E_t(s_{t,t+k}) + PR_{t,t+k})}{\text{var}(E_t(s_{t,t+k}) + PR_{t,t+k})}$$

$$p \lim(\widehat{\beta}^{MQO}) = \frac{\text{var}(E_t(s_{t,t+k})) + \text{cov}(PR_{t,t+k}, E_t(s_{t,t+k}))}{\text{var}(PR_{t,t+k}) + \text{var}(E_t(s_{t,t+k})) + 2 \text{cov}(PR_{t,t+k}, E_t(s_{t,t+k}))} \quad (3.23)$$

Analogamente,

$$p \lim(\widehat{\beta}_1^{MQO}) = \frac{\text{var}(PR_{t,t+k}) + \text{cov}(PR_{t,t+k}, E_t(s_{t,t+k}))}{\text{var}(PR_{t,t+k}) + \text{var}(E_t(s_{t,t+k})) + 2 \text{cov}(PR_{t,t+k}, E_t(s_{t,t+k}))} \quad (3.24)$$

Desta forma os dois coeficientes obtidos por 3.23 e 3.24 medem a contribuição relativa dos dois componentes do *forward premium* – a expectativa racional de desvalorização no mercado spot de câmbio ( $E_t(s_{t,t+k})$ ) e o *currency premium* ( $PR_{t,t+k}$ ) – para a sua variância.

De fato quando estes dois componentes são ortogonais, ou seja,  $\text{cov}(PR_{t,t+k}, E_t(s_{t,t+k})) = 0$ , então a decomposição é exata.

Fica também muito claro que, quando  $\beta$  é negativo, como foi citado nas tabelas 3.1 e 3.2, referente à revisão literária da regressão da equação 3.11, que a covariância entre o “*currency premium*” e a expectativa racional do retorno no mercado spot deve ser também negativa.

$$\text{cov}(PR_{t,t+k}, E_t(s_{t,t+k})) < 0 \quad (3.25)$$

Esta é a primeira conclusão de Fama, ou seja, a constatação empírica de  $\beta < 0$  implica que  $\text{cov}(PR_{t,t+k}, E_t(s_{t,t+k})) < 0$ .

A segunda conclusão de Fama refere-se à constatação empírica de que  $\beta < 1/2$ . Dessa forma, utilizando a equação 3.23, temos:



$$\frac{\text{var}(E_t(s_{t,t+k})) + \text{cov}(PR_{t,t+k}, E_t(s_{t,t+k}))}{\text{var}(PR_{t,t+k}) + \text{var}(E_t(s_{t,t+k})) + 2\text{cov}(PR_{t,t+k}, E_t(s_{t,t+k}))} < 1/2$$

que implica:

$$\text{var}(PR_{t,t+k}) > \text{var}(E_t(s_{t,t+k})) \quad (3.26)$$

A equação 3.26 revela que, quando  $\beta < 1/2$ , o que parece ocorrer empiricamente, a variância do prêmio de risco (*currency risk*) deve ser maior que a variância da expectativa racional do retorno no mercado *spot* de câmbio.

Ainda, substituindo 3.26 em 3.19, temos que:

$$\text{var}(E_t(f_{t+k})) > \text{var}(E_t(s_{t,t+k})) \quad (3.27)$$

Ou seja, os resultados empíricos da regressão da equação 3.11 e a posterior decomposição de Fama, sugerem que excessos de retornos significativos existem e podem ser previstos utilizando-se as informações passadas e correntes e que a variância dessa expectativa de excesso de retorno é maior que a variância da expectativa do retorno do mercado *spot* de câmbio.

Vimos que embora tenhamos, pelo modelo de decomposição de Fama, tirado algumas conclusões estatísticas acerca do “*currency risk*”, principalmente nos valores de  $\beta$  verificados empiricamente, o prêmio de risco (“*currency risk*”) não pode ser determinado, simplesmente porque não é uma variável observável.

Ainda admitindo a expectativa racional dos agentes, existem basicamente dois modelos que permitem extrair o *currency risk*.

- Modelos de Capital Asset Pricing Model (CAPM) estático (Frankel 1982; Adler e Dumas, 1983; Domowitz e Hakkio, 1985; Lewis, 1988; Engel e Rodrigues, 1989; Giovannini e Jorion, 1989; Engel, 1992). A maior parte desses estudos concluíram que o prêmio de risco era muito grande, porém não significativamente diferente de zero.
- Modelos Intertemporais de Precificação de Ativos em função de um comportamento maximizador de um agente representativo, principalmente a partir de Lucas (1982). Apesar de potencialmente poderem explicar o comportamento empírico dos excessos de retorno esperado no mercado futuro de câmbio, várias análises (Engel, 1995) mostraram que o coeficiente de aversão ao risco necessário para adequar o prêmio de risco gerado pelo modelo ao comportamento empírico dos excessos de retorno é grande demais.

Sem nos estendermos mais no assunto, existem ainda outras teorias desenvolvidas que tentam explicar a violação da HME. Faremos um breve relato de tais estudos, sem infelizmente entrarmos nos detalhes desse imenso arcabouço teórico.

### 3.5.3 Outras Explicações para a violação da HME

Uma explicação alternativa para a rejeição da HME além da existência de um prêmio de risco é que pode existir ainda uma falha da hipótese de expectativas racionais. Dentre as classes de modelos que investigam erros de expectativa podemos citar:

- Modelos que assumem desvios da hipótese de expectativas racionais.
- Bolhas Especulativas
- Modelos que mantêm a hipótese de expectativas racionais, porém investigam erros de previsão em função de problemas de viés da amostra (aprendizagem, mudanças de regime e peso problem).

O grande problema verificado na literatura internacional é que ora os testes assumem a hipótese de expectativas racionais como verdadeira (Fama, 1994; Hodrick and Sirivastava, 1984; Bilson, 1985) e atribuem a violação à falha da hipótese de neutralidade ao risco, ora assumem a hipótese de neutralidade ao risco como verdadeira (Bilson, 1981; Longworth, 1981; Cumby e Obstfeld, 1984) e atribuem a violação à falha da hipótese de expectativas racionais.

A existência de dados sobre as expectativas dos agentes (“*survey data*”) possibilitou testar cada hipótese (neutralidade ao risco e expectativas racionais) individualmente (Frankel e Froot 1987, Froot and Frankel, 1989).

Este modelo ficou conhecido na literatura internacional como “*Inefficiencies in information processing and survey data studies*”.

Descreveremos a seguir este importante modelo, sem, no entanto, testarmos ao menos para o mercado brasileiro, deixando esta tarefa para estudos posteriores.

### 3.5.4 Modelos com Utilização de dados de Expectativas dos Agentes

A disponibilidade de dados acerca das expectativas dos agentes possibilitou que cada hipótese fosse testada separadamente.

Retornemos à equação 3.11:

$$s_{t,t+k} = \alpha + \beta f_{t,t+k} + \varepsilon_{t,t+k}$$

Sabemos que sob a HME, portanto, a hipótese nula seria  $\alpha=0$  e  $\beta=1$ , e que  $\varepsilon_{t,t+k}$  seria ortogonal a toda a informação disponível no momento em que as expectativas são formadas.

O coeficiente  $\beta$ , pode, entretanto ser desmembrado em:

$$\beta = 1 - \beta^{ER} - \beta^{PR}$$

onde:

$\beta^{ER}$ : coeficiente relacionado à falha da hipótese de Expectativas Racionais

$\beta^{PR}$ : coeficiente relacionado à falha da hipótese de Neutralidade ao Risco

E a regressão definida em 3.11 pode ser decomposta de forma a permitir testar individualmente as duas hipóteses:

$$\left( \frac{S_{t+k} - S_t}{S_t} \right) = \alpha^{RE} + \beta^{RE} \left( \frac{E_t(S_{t,t+k}) - S_t}{S_t} \right) + \varepsilon_{t,t+k} \quad (3.28)$$

$$\left( \frac{S_{t+k} - S_t}{S_t} \right) = \alpha^{PR} + \beta^{PR} \left( \frac{F_{t,t+k} - S_t}{S_t} \right) + \eta_{t,t+k} \quad (3.29)$$

Onde  $E_t(S_{t,t+k})$ , a expectativa de câmbio para a data futura t+k, é agora uma variável observável disponível em pesquisas de mercado (no Brasil pela pesquisa FOCUS conduzida pelo Banco Central), que permite portanto determinar a parcela de falha de expectativa racionais no viés encontrado no mercado futuro de câmbio.

Estudos realizados por Froot and Frankel (1987) revelaram que a falha na HME é em grande parte devida a falha na hipótese de expectativas racionais.

O estudo proposto por Lewis (1990) e que tornou-se um forte argumento em tratar a evidência de falha na hipótese de expectativas racionais e limitar as desastrosas consequências desta evidência para a maioria dos modelos macroeconômicos é entendê-lo como um processo de aprendizagem.

Ou seja, os agentes inicialmente não conhecem os parâmetros da economia e precisam basear suas expectativas num modelo continuamente atualizado à luz de sua experiência e aprendizado, fazendo o melhor possível com as informações disponíveis. Neste contexto, tais agentes só conseguiriam ser totalmente racionais no longo prazo, tendo todo o tempo necessário para utilizar sua experiência e aprendizado na interpretação e aplicação racional das informações disponíveis.

Finalizamos aqui o arcabouço teórico sobre a Hipótese de Mercado Eficiente, suas constatações empíricas, estatísticas e modelos adicionais na tentativa de explicar a violação sistemática da HME.

A seguir, veremos se a violação sistemática da HME, constatada na literatura, permite aos especuladores e outros investidores, realizar retornos excessivos condizentes com suas necessidades de rentabilidade e riscos de suas carteiras em relação a outras oportunidades disponíveis no mercado.

#### 4. A Violação da Hipótese de Mercado Eficiente em um Modelo de Carteira Ótima de Moedas

Vimos que os inúmeros testes realizados sobre a Hipótese de Mercado Eficiente com a utilização da equação 3.11 evidenciaram sistemática violação e, portanto a existência de retornos positivos e previsíveis.

Além disso, e evidência empírica de valores de  $\beta$  consistentemente e significativamente negativos, proporcionam às estratégias de *carry trade* duas fontes de excesso de retorno: a diferença de taxas de juros e a valorização da moeda em que estão posicionados – a do país com maior taxa de juros.

Motivado pelo limitado sucesso das teorias econométricas ou econômicas em explicar a sistemática violação da HME, Lyons (2001) propôs uma nova teoria a qual denominou “*Limits to speculation Hypothesis (LSH)*”. Em resumo, a LSH explica a sistemática violação existe, porém que as estratégias de *carry trade* resultam em retornos sobre o risco (Sharpe) menores que outras operações disponíveis no mercado, e que, portanto nenhum especulador seria atraído em estratégias relacionadas à violação da HME.

Outros estudos teóricos, como Philips e Snow (1998) e Froot e Thaler (1990), também concluíram que estratégias dispostas a especular a violação da HME não eram lucrativas o suficiente, quando comparadas com outras oportunidades de investimento, para atrair a atenção de investidores.

Entretanto, tais sugestões, que os retornos de estratégias de *carry trade* não são lucrativas o suficiente, parece estar em desacordo com o que realmente se observa nas mesas de operações.

De fato, a leitura constante de recomendações de grandes instituições financeiras, os relatórios do BIS, e o contato diário com *traders* de grandes mesas de operações me permitem dizer que operações de *carry trade* orientadas a lucrar com tal violação da HME vêm sendo intensamente colocadas em prática pelos mais diferentes tipos de investidores.

Neste capítulo, será proposta uma estratégia diretamente relacionada à violação da HME e à teoria de otimização de carteiras, que proporcione *Sharpes* atrativos o suficiente para justificar a utilização maciça de operações de *carry trade*. Ou seja, o que se pode concluir é que as estratégias comumente colocadas em prática pelos investidores devem ser mais sofisticadas quando comparadas com as apresentadas na literatura.

#### 4.1 Algumas Estratégias Iniciais de *Carry Trade*

Antes de aplicarmos o modelo de otimização de carteiras baseado nas violações da HME, apresentaremos aqui estratégias simples de *carry trade*, ou seja, ainda sem qualquer tipo de sofisticação.

Utilizaremos três moedas provenientes de países com baixas taxas de juros e algumas moedas, provenientes de países com altas taxas de juros.

A estratégia de *carry trade* aqui implementada será de dois tipos:

- *Carry Trade* de uma única moeda contra o dólar americano.
- *Carry Trade* de cestas de moedas alocadas (pesos iguais na cesta).

Sejam então as moedas:

Tabela 4.1

<b>Países com Taxas de Juros Baixas</b>	
<b>País</b>	<b>Taxa de Depósito Atual (3 meses)</b>
EUA - USD	5,31%
Japão - JPY	0,47%
Suíça - CHF	1,91%

Fonte: Bloomberg

Tabela 4.2

<b>Países com taxas de Juros mais Altas</b>	
<b>País</b>	<b>Taxa de Depósito Atual (3 meses)</b>
<b>G10</b>	
Austrália – AUD	6,30%
Nova Zelândia – NZD	7,55%
<b>Ásia</b>	
Índia – INR	7,25%
Indonésia – IDR	9,12%
Filipinas – PHP	5,77%
Korea – KRW	4,22%
<b>América Latina</b>	
Brasil – BRL	11,86%
Chile – CLP	5,54%
Colombia – COP	7,74%
México – MXN	7,17%
<b>Europa</b>	
Hungria – HUF	8,06%
Islândia – ISK	14,38%
Turquia – TRY	20,00%
África do Sul – ZAR	9,18%

Fonte: Bloomberg

#### 4.1.1 Análise de Estratégia de Carry Trade por Moeda contra o Dólar Americano (USD)

O *carry trade* aqui analisado será proveniente da venda da taxa de câmbio a termo ( $F_{t+k}$ ) contra o dólar americano, negociada no mercado de *Outright Forward* no mercado internacional.

Observa-se abaixo a rentabilidade anual e o *Sharpe* resultante na utilização de estratégias de *carry trade* de cada moeda, unicamente, contra o dólar americano (USD) no período de 02/Janeiro/2001 até 01/Dezembro/2006.

A maioria das estratégias apresentam *Sharpes* menores que 1. Os países da América Latina são o grupo de países que apresentam o menor *Sharpe*.

Gráfico 4.1

##### Retorno Médio Anual

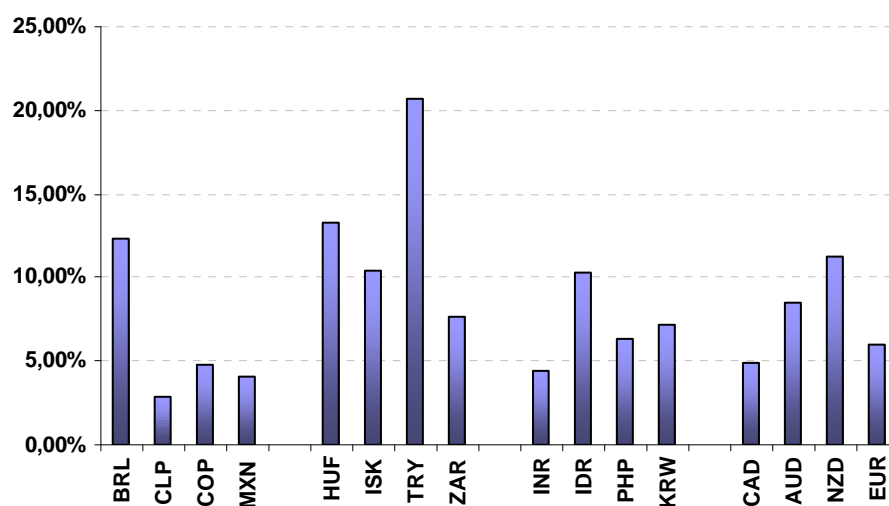
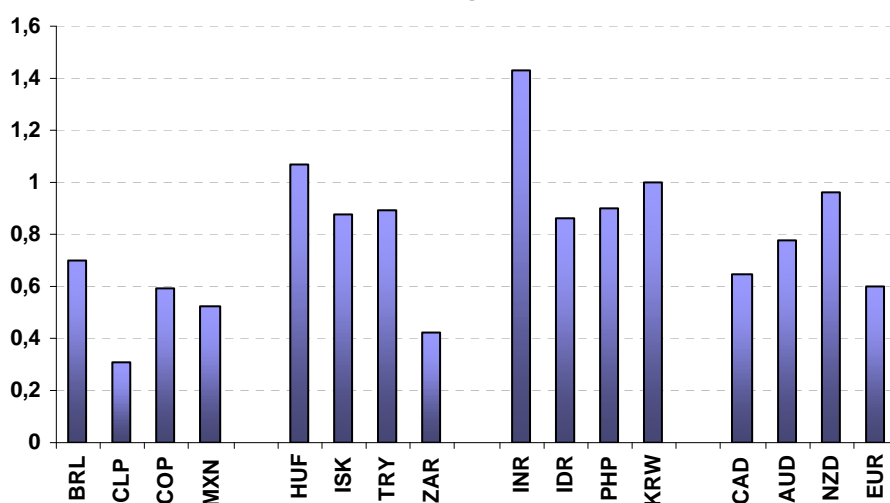


Gráfico 4.2

##### Sharpe



O *Sharpe* aqui calculado refere-se ao *Sharpe Anualizado*, ou como é conhecido na literatura como *Sharpe Modificado*. Ou seja:

### I. Retorno Médio Anual

- A cada mês é calculado o retorno da estratégia de *carry trade* da moeda contra o dólar americano segundo a definição de excesso de retorno (Eq. 3.15):

$$f_{t+k} = \left( \frac{F_{t+k} - S_{t+k}}{S_{t+k}} \right)$$

- O Retorno Médio Anual é então calculado da seguinte forma:

$$\overline{f_{t+k}} = \left( \sum_{k=1}^n \frac{1}{n} \cdot f_{t+k} \right) \cdot 12$$

### II. *Sharpe Modificado (Sharpe Anualizado)*

- Primeiramente é calculado o desvio padrão dos retornos mensais:

$$\delta_{mensal} = \text{desvio}_{\text{padrão}}(f_{t+k})$$

- O desvio padrão anualizado é então calculado da seguinte forma:

$$\delta_{anual} = \delta_{mensal} \cdot \sqrt{12}$$

- O *Sharpe Anualizado* é então calculado pela razão entre o Retorno Médio Anual e o Desvio Padrão Anualizado:

$$\text{Sharpe Anualizado} = \frac{\overline{f_{t+k}}}{\delta_{anual}}$$



#### 4.1.2 Análise de Estratégia de Carry Trade com utilização de Carteiras

Analisaremos para o mesmo período se existe alguma melhora, no que diz respeito ao *Sharpe*, quando realizadas estratégias com cestas de moedas.

Ao invés de analisarmos estratégias de uma única moeda contra o dólar analisaremos aqui, as seguintes carteiras contra uma carteira contendo o 33% de USD, 33% de CHF e 33% de JPY.

Tabela 4.3

Carteiras de Carry Trade	
Carteira	Moedas
LATAM	25% BRL; 25% CLP; 25% COP; 25% MXN
EUROPA	25% HUF; 25% ISK; 25% TRY; 25% ZAR
ÁSIA	25% INR, 25% IDR; 25% PHP; 25% KRW
G10	25% CAD; 25% NZD; 25% AUD; 25% EUR

É importante ressaltar que não realizamos ainda nenhuma análise mais sofisticada, e apesar disso, observa-se pelos gráficos abaixo que houve uma melhora expressiva no que diz respeito aos *Sharpe*s obtidos.

- América Latina (LATAM) passou de um *Sharpe* Médio de 0,53 para 0,83
- Europa passou de um *Sharpe* médio de 0,82 para 1,32.
- Ásia passou de um *Sharpe* médio de 1,05 para 1,53
- G10 passou de um *Sharpe* médio de 0,75 para 0,99

Gráfico 4.3

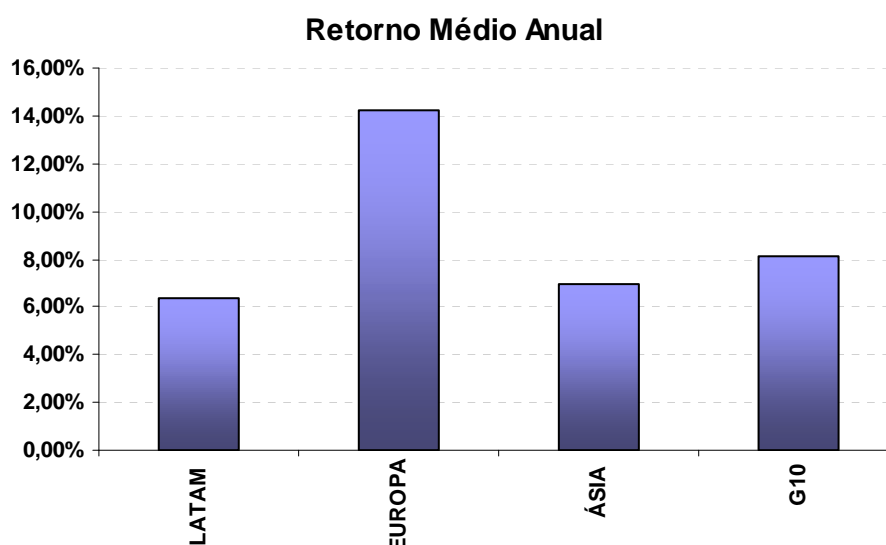
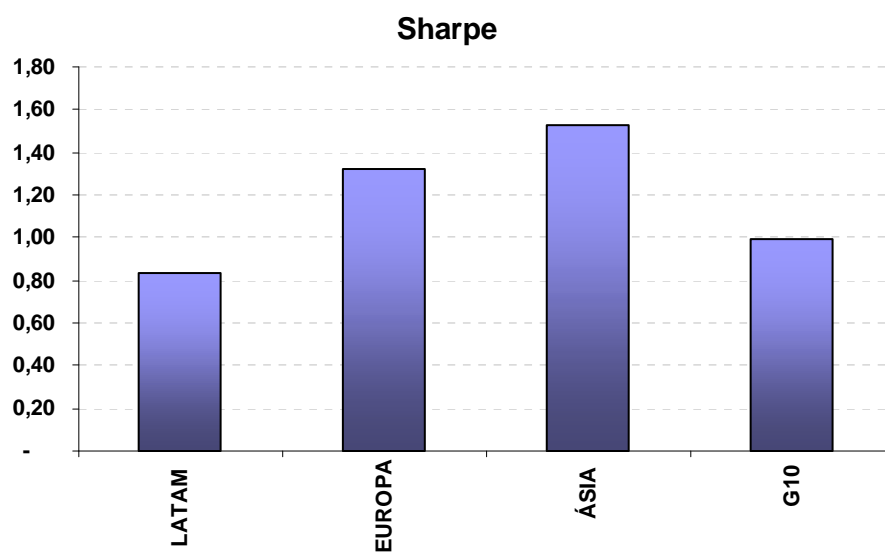


Gráfico 4.4

Gráfico 4.4



Ou seja, pelo simples fato de construirmos estratégias de cestas de moedas, mesmo sem utilizar qualquer tipo de metodologia de otimização, observou-se melhoras substanciais nos *Sharpe*s obtidos.

## 4.2 Um Modelo de Otimização de Carteiras

Lyons (2001) relata que os investidores geralmente alocam seu capital baseando-se no Índice de *Sharpe* e que dificilmente um capital é alocado em estratégias com *Sharpes* menores que 0,4 (*Sharpe* médio de investimentos no mercado de ações americano nos últimos 50 anos).

Além disso, referindo-se a conversas com investidores, Lyons (2001) relata que *Sharpes* menores que 0,5 são considerados não atrativos e, após uma análise de simples estratégias envolvendo seis moedas que resultaram *Sharpes* entre 0,37 e 0,49, concluiu-se que estratégias voltadas a explorar as violações da HME não são atrativas.

Um trabalho recente publicado no NBER (Burnside et al., 2006) mostrou que estratégias de *carry trade* podem ser otimizadas (maior *Sharpe*) utilizando-se cestas de moedas com o objetivo de maximizar a relação risco retorno. De fato o estudo evidenciou que o resultado de tal estratégia apresenta retornos muito parecidos ao do S&P 500, porém com um *Sharpe* muito maior.

Tal constatação poderia ser evidência de que carteiras ótimas de moedas podem encorajar ainda mais estratégias de *carry trade*, tornando-as classes de ativos importantes entre os investidores e, portanto justificar que estratégias mais sofisticadas baseadas na violação da HME podem ser lucrativas.

Utilizaremos o trabalho de Burnside et al (2006) como base de nosso modelo, entretanto com algumas modificações abaixo descritas que ficarão mais claras na medida em que for apresentado o modelo.

- O trabalho de Burnside et al (2006) inclui moedas dos seguintes países: Bélgica, Canadá, França, Alemanha, Itália, Japão, Dinamarca, Suíça, Inglaterra e EUA. Foram selecionadas em nosso modelo outro universo de moedas, inclusive de países emergentes, que possuem hoje, segundo o BIS e FXC, grande relevância nas negociações diárias.
- Nas regressões para teste da HME foi utilizado como método o SUR (*Seemingly Unrelated Regression*) ao invés do OLS (*Ordinary Least Square*) de forma a melhor considerar a correlação entre os erros das regressões com as moedas (Frankel, 2004).
- Na utilização de um Modelo Convencional de Otimização utilizaram-se diretamente os retornos esperados e a matriz de covariância dos erros (definida pela SUR). Esta metodologia ao contrário do que é realizado no trabalho de Burnside et. al 2006 possibilita pesos negativos.
- Infelizmente não foram considerados custos de transação e custos de compra e venda (*bid and offer*), já que para as moedas emergentes adicionadas ao estudo, tais dados ainda são muito imprecisos e na maioria das vezes inexistentes dada a sua recente negociação no mercado internacional.

#### 4.2.1 Seleção das Moedas

A análise inicial na escolha das moedas utilizadas no modelo é baseada em sua liquidez no mercado internacional. Ou seja, para a análise proposta aqui é necessária a utilização de moedas que podem efetivamente ser negociadas no mercado de balcão internacional. Para isso voltemos à metodologia do BIS em seus relatórios trienais.

Os relatórios do BIS de 2001 para frente incluíram além das moedas dos principais países desenvolvidos uma série de moedas de países em desenvolvimento de vários continentes ditas em crescente importância no volume total negociado diariamente.

Logo adotamos como primeira seleção de moedas, as adotadas pelo BIS em seus relatórios trienais a partir de 2001, compreendendo 28 moedas.

Tabela 4.4

País	Moeda	Código Internacional Padrão	País	Moeda	Código Internacional Padrão
Estados Unidos	US Dollar	USD	México	Mexican Peso	MXN
EURO	Euro	EUR	Rússia	New Rouble	RUP
Japão	Japanese Yen	JPY	Taiwan	New Taiwan Dollar	TWD
Inglaterra	Sterling Poud	GBP	Nova Zelândia	New Zeland Dollar	NZD
Suíça	Swiss Franc	CHF	Noruega	Norwegian Krone	NOK
Austrália	Australian Dollar	AUD	Filipinas	Philipine Peso	PHP
Brazil	Brazilian Real	BRL	Polônia	Polish Zloty	PLN
Canadá	Canadian Dollar	CAD	China	Renminbi	CNY
República Checa	Czech Kuruna	CZK	Indonésia	Rupiah	IDR
Dinamarca	Danish Krone	DKK	Singapura	Singapore Dollar	SGD
Hong Kong	Hong Kong dollar	HKD	África do Sul	South African Rand	ZAR
Hungria	Hungarian Forint	HUF	Suécia	Swedish Krona	SEK
Índia	Indian Rupee	INR	Tailândia	Thai Baht	THB
Coréia do Sul	Korean Won	KRW	Turquia	Turkish Lira	TRL

A segunda análise leva em conta o regime de câmbio adotado pelo país. Adotamos retirar da amostra moedas com regime de câmbio fixo e currency boards.

Para essa análise foi utilizada informações do relatório anual do Fundo Monetário Internacional (FMI) sobre regimes e restrições cambiais para cada país. Segue abaixo a classificação do FMI sobre regimes de câmbio assim como os regimes cambiais dos países em questão apresentados pelo fundo em 1999 (início de nossas análises).

Tabela 4.5

<b>CBA</b>	Currency Board	<b>Estados Unidos</b>	IF	<b>México</b>	IF
<b>FP</b>	Fixed	<b>EURO</b>	IF	<b>Rússia</b>	IF
<b>HB</b>	Horizontal Bands	<b>Japão</b>	IF	<b>Taiwan</b>	MF
<b>CP</b>	Crawling Peg	<b>Inglaterra</b>	IF	<b>Nova Zelândia</b>	IF
<b>CB</b>	Crawling Band	<b>Suíça</b>	IF	<b>Noruega</b>	MF
<b>MF</b>	Managed Floating	<b>Austrália</b>	IF	<b>Filipinas</b>	IF
<b>IF</b>	Independently Floating	<b>Brazil</b>	IF	<b>Polônia</b>	CB
		<b>Canadá</b>	IF	<b>China</b>	FP
		<b>República Checa</b>	MF	<b>Indonésia</b>	IF
		<b>Dinamarca</b>	HB	<b>Singapura</b>	IF
		<b>Hong Kong</b>	CBA	<b>África do Sul</b>	IF
		<b>Hungria</b>	CB	<b>Suécia</b>	IF
		<b>Índia</b>	IF	<b>Tailândia</b>	IF
		<b>Coréia do Sul</b>	IF	<b>Turquia</b>	CP

Por esta análise foram retiradas as seguintes moedas da China e Hong Kong.

Na terceira fase de definição da amostra das moedas utilizadas, adotamos o fator de representatividade por grupo de classificação. Entende-se por grupo de classificação a definida pelo FMI.

Tabela 4.6

FUNDO MONETÁRIO INTERNACIONAL (FMI)			
	CLASSIFICAÇÃO	SUB CLASSIFICAÇÃO	GRUPOS
<b>China</b>	Other Emerging Market and Developing Countries	Developing Asia	ASIA
<b>Hong Kong</b>	Advanced Economy	Newly Industrialized Asian Economies	ASIA
<b>Índia</b>	Other Emerging Market and Developing Countries	Developing Asia	ASIA
<b>Indonésia</b>	Other Emerging Market and Developing Countries	Developing Asia - ASEAN 4	ASIA
<b>Coreia do Sul</b>	Advanced Economy	Newly Industrialized Asian Economies	ASIA
<b>Filipinas</b>	Other Emerging Market and Developing Countries	Developing Asia - ASEAN 4	ASIA
<b>Rússia</b>	Other Emerging Market and Developing Countries	Commonwealth of Independent States	ASIA
<b>Singapura</b>	Advanced Economy	Newly Industrialized Asian Economies	ASIA
<b>Taiwan</b>	Advanced Economy	Newly Industrialized Asian Economies	ASIA
<b>Tailândia</b>	Other Emerging Market and Developing Countries	Developing Asia - ASEAN 4	ASIA
<b>República Checa</b>	Other Emerging Market and Developing Countries	Central and Eastern Europe; EUROPEAN UNION	EMEA
<b>Hungria</b>	Other Emerging Market and Developing Countries	Central and Eastern Europe	EMEA
<b>Polónia</b>	Other Emerging Market and Developing Countries	Central and Eastern Europe; EUROPEAN UNION	EMEA
<b>África do Sul</b>	Other Emerging Market and Developing Countries	África	EMEA
<b>Turquia</b>	Other Emerging Market and Developing Countries	Central and Eastern Europe	EMEA
<b>EURO</b>	Advanced Economy	EURO AREA	EURO
<b>Estados Unidos</b>	Advanced Economy	G7	G10
<b>Japão</b>	Advanced Economy	G7	G10
<b>Inglaterra</b>	Advanced Economy	G7; EUROPEAN UNION; EURO AREA	G10
<b>Suíça</b>	Advanced Economy	Other	G10
<b>Canadá</b>	Advanced Economy	G7	G10
<b>Austrália</b>	Advanced Economy	Other	G10
<b>Dinamarca</b>	Advanced Economy	EUROPEAN UNION	G10
<b>Noruega</b>	Advanced Economy	Other	G10
<b>Nova Zelândia</b>	Advanced Economy	Other	G10
<b>Suécia</b>	Advanced Economy	EUROPEAN UNION	G10
<b>Brazil</b>	Other Emerging Market and Developing Countries	Western Hemisphere	LATAM
<b>México</b>	Other Emerging Market and Developing Countries	Western Hemisphere	LATAM

Entende-se por:

- EMEA : Países Emergentes da Europa e África
- LATAM: Países Emergentes da América Latina

Observa-se que o grupo América Latina é pouco representado, logo incluímos o Peso Colombiano. Inicialmente foi incluída também o Peso Chileno, porém por falta de dados este foi excluído.

Enfim, a lista final compreendeu o as moedas que possuíam históricos desde Novembro de 1999. Foram excluídas neste caso as seguinte moedas:

Rússia  
Indonésia  
Tailândia

A lista final de moedas portanto para nosso estudo entre Nov/1999 e Nov/2006 compreendeu, portanto as seguintes moedas:

Tabela 4.7

<b>País</b>	<b>Moeda</b>	<b>Código Internacional Padrão</b>	<b>País</b>	<b>Moeda</b>	<b>Código Internacional Padrão</b>
Estados Unidos	US Dollar	USD	México	Mexican Peso	MXN
EURO	Euro	EUR	Rússia	New Rouble	RUP
Japão	Japanese Yen	JPY	Taiwan	New Taiwan Dollar	TWD
Inglaterra	Sterling Poud	GBP	Nova Zelândia	New Zeland Dollar	NZD
Suíça	Swiss Franc	CHF	Noruega	Norwegian Krone	NOK
Austrália	Australian Dollar	AUD	Filipinas	Philipine Peso	PHP
Brazil	Brazilian Real	BRL	Polônia	Polish Zloty	PLN
Canadá	Canadian Dollar	CAD	China	Renminbi	CNY
República Checa	Czech Kuruna	CZK	Indonésia	Rupiah	IDR
Dinamarca	Danish Krone	DKK	Singapura	Singapore Dollar	SGD
Hong Kong	Hong Kong dollar	HKD	África do Sul	South African Rand	ZAR
Hungria	Hungarian Forint	HUF	Suécia	Swedish Krona	SEK
Índia	Indian Rupee	INR	Tailândia	Thai Baht	THB
Coréia do Sul	Korean Won	KRW	Turquia	Turkish Lira	TRL

Moedas em vermelho indicam as que foram retiradas da amostra

#### 4.2.2 O Modelo de Carteira Ótima

Toda a análise aqui proposta baseia-se na utilização de estratégias de *carry trade* voltadas para a exploração da violação da HME.

Nossa equação da HME apresentada no capítulo anterior foi levemente modificada, isso porque aqui estamos interessados no excesso de retorno da operação  $\left( \frac{F_{t,t+k} - S_{t+1}}{S_{t+1}} \right)$ .

A equação utilizada foi a já apresentada 3.16, a mesma utilizada no trabalho de Burnside et al (2006). Ou seja:

$$f_{t+k} = \alpha_1 + \beta_1 f_{t,t+k} + v_{t,t+k}$$

Ou:

$$\left( \frac{F_{t,t+k} - S_{t+1}}{S_{t+1}} \right) = \alpha_1 + \beta_1 \left( \frac{F_{t,t+k} - S_t}{S_t} \right) + v_{t,t+k}$$

Para o cálculo dos estimadores de  $\alpha_1$  e  $\beta_1$ , é utilizada a mesma metodologia de Burnside et al (2006), ou seja, a cada período (um mês) são calculados  $f_{t+k}$  e  $f_{t,t+k}$ . Sendo que cada amostra será composta de trinta períodos.

A modificação aqui proposta foi utilizar a SUR (*Seemingly Unrelated Regression*) para os cálculos da regressão da mesma forma que foi utilizada por (Frankel e Poonawala, 2006). Para maiores detalhes em relação ao SUR sugere-se a leitura do Apêndice II.

Desta forma, pode-se calcular as duas variáveis de entrada para o modelo de otimização de carteiras:

- o retorno esperado:  $E[f_{t+k}]$
- a variância do retorno esperado:  $\text{Var}[f_{t+k}]$

Pela estimação de  $f_{t+k}$  pelo modelo SUR, temos:

$$f_{t+k} = \hat{\alpha}_1 + \hat{\beta}_1 f_{t,t+k} + \hat{v}_{t,t+k} \quad (4.1)$$

E,

$$\hat{f}_{t+k} = \hat{\alpha}_1 + \hat{\beta}_1 f_{t,t+k} \quad (4.2)$$

Como uma das suposições básica do modelo é:

$$E[\hat{v}_{t,t+k}] = E[v_{t,t+k}] = 0,$$

Temos:

$$E[f_{t+k}] = \hat{\alpha}_1 + \hat{\beta}_1 f_{t,t+k} \quad (4.3)$$

Desta forma, por 4.1 e 4.2, temos:

$$f_{t+k} = \hat{f}_{t+k} + \hat{v}_{t,t+k}$$

E que concluímos que:

$$\text{Var}(f_{t+k}) = \text{Var}(\hat{v}_{t,t+k}) \quad (4.4)$$

São calculados para cada moeda os valores e variâncias de  $f_{t+k}$ , assim como as covariâncias.

O modelo de otimização de carteiras aqui proposto apresenta as seguintes propriedades:

- O Retorno (R) da carteira

$R = \sum_{i=1}^n w_i \cdot f_{t+k,i}$ , onde  $w_i$  representa o peso de cada moeda. Colocamos aqui uma restrição de alocação, de tal forma que  $-1 < w_i < 1$ . Ou seja, ao contrário de Bunsie at al (2006), propõe-se aqui um modelo em que os contratos a termo  $F_{t,t+k}$  podem ser comprados ou vendidos. A única restrição aqui é que não podem existir posições em determinado contrato futuro maiores em módulo que o patrimônio da carteira.

- O Sharpe Anualizado

A carteira escolhida na Fronteira Eficiente será a carteira de máximo Sharpe Anualizado.

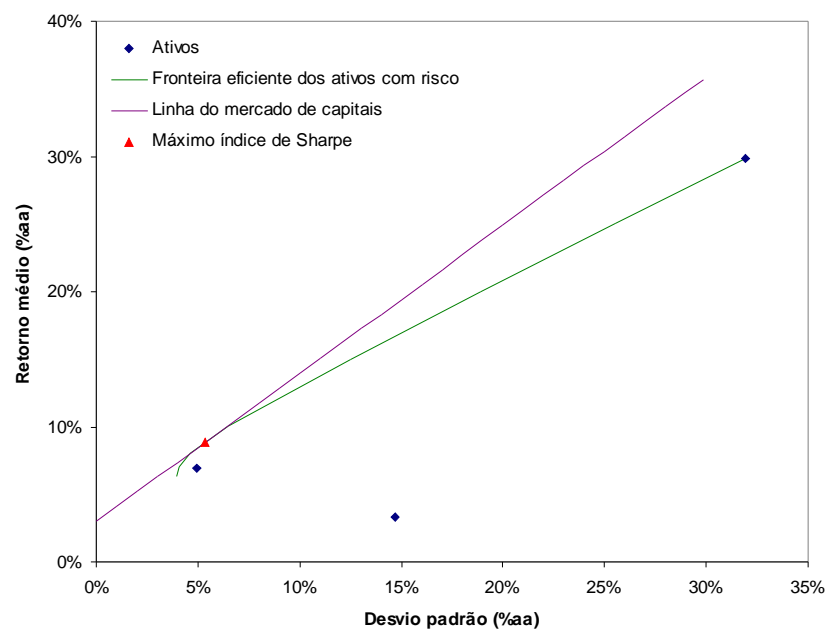
- Restrição de Capital

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$



Além disso, trata-se de um modelo convencional de média variância (Markowitz), cuja carteira ótima é a carteira que maximiza o Índice de Sharpe Anualizado.

Gráfico 4.5



### 4.2.3 Os Dados

Utilizou-se dados, de maturidades de um mês, para as taxas de câmbio à vista (spot), taxas de câmbio futuras (*forward rates*) de um mês e taxas de juros futuros de um mês, todas extraídas da base de dados da *Bloomberg*.

Tabela 4.8

#### Respectivos Ativos – Base de Dados Bloomberg

País	Taxa de Juros de um 1 dia (“Over Night”)	Moeda	Taxa de Juros Futura de um mês	Taxa de Câmbio Futura de um mês
<b>Brasil</b>	BZSELICA Index	BRL Curncy	PREDI30 INDEX	BCN1M Curncy
<b>EUA</b>	FDTR Index		US0001M Curncy	
<b>União Européia</b>	EURR002W Index	USDEUR Curncy	EUR001M Curncy	EUR1M Curncy
<b>Japão</b>	JODR Index	JPY Curncy	JY0001M Curncy	JPY1M Curncy
<b>Inglaterra</b>	UKBRBASE Index	GBP Curncy	BP0001M Curncy	GBP1M Curncy
<b>Suíça</b>	SZRRO/N Index	USDCHF Curncy	SF0001M Curncy	CHF1M Curncy
<b>Austrália</b>	RBACTR Index	AUD Curncy	BBSW1M Curncy	AUD1M Curncy
<b>Canadá</b>	CCLR Index	CAD Curncy	CDOR01 Curncy	CAD1M Curncy
<b>República Tcheca</b>	CZBRREPO Index	CZK Curncy	PRIB01M Curncy	CZK1M Curncy
<b>Dinamarca</b>	DERE Index	DKK Curncy	CIBO01M Curncy	DKK1M Curncy
<b>Hong Kong</b>	HKMAHIBR Index	HKD Curncy	HIHD01M Curncy	HKD1M Curncy
<b>Hungria</b>	HBBRATE Index	HUF Curncy	BUBOR01M Curncy	HUF1M Curncy
<b>Índia</b>	RSPOYLD Index	INR Curncy	IRSWOA Curncy	IRN1M Curncy
<b>Coréia do Sul</b>	KOCR Index	KRW Curncy		KWN1M Curncy
<b>México</b>	MXONBR Index	MXN Curncy	MXIBTIIE Curncy	MXN1M Curncy
<b>Rússia</b>	RREFRATE Index	RUB Curncy	RRNI1M Index	RRN1M Curncy
<b>Taiwan</b>	NTON Index	TWD Curncy	CPTW30DY Curncy	NTN1M Curncy
<b>Nova Zelândia</b>	NZOCRS Index	NZD Curncy	NFIX1MID Curncy	NZD1M Curncy
<b>Noruega</b>	NOBRDEPA Index	NOK Curncy	NIBOR1M Curncy	NOK1M Curncy
<b>Filipinas</b>	PPCBBLR Index	PHP Curncy	PREF1MO Curncy	PPN1M Curncy
<b>Polônia</b>	PORERATE Index	PLN Curncy	WIBO1M Curncy	PLN1M Curncy
<b>China</b>	CNIBR1D Index	CNY Curncy	CCSWOA CDBH Curncy	CCN1M Curncy
<b>Indonésia</b>	IDINO/N Index	IDR Curncy	IRFX1M Curncy	IDR1M Curncy
<b>Singapura</b>	SIBC3M Index	SGD Curncy	SORF1M Curncy	SGD1M Curncy
<b>África do Sul</b>	SARPRT Index	ZAR Curncy	JIBA1M Curncy	ZAR1M Curncy
<b>Suécia</b>	SWRRATEI Index	SEK Curncy	STIB1M Curncy	SEK1M Curncy
<b>Tailândia</b>	TBRP1T Index	THB Curncy	THFX1M Curncy	THB1M Curncy
<b>Turquia</b>	TUIBON Index	TRY Curncy	TRLIB1M Curncy	TRY1M Curncy
<b>Chile</b>	CHOVCHOV Index	CLP Curncy	CHNI1M Index	CHN1M Curncy
<b>Colômbia</b>	CLDR1T Index	COP Curncy	CLNI1M Index	CLN1M Curncy

Para alguns países, os dados referentes à taxa de câmbio futura pareceram não ser confiáveis. Como se tratam de dados provenientes de negociações em mercado de balcão, é possível, realmente, a existência de imprecisões. Tais problemas foram mais recorrentes nas moedas de países emergentes cujas negociações, no mercado internacional, são mais recentes e com menos liquidez quando comparadas com as moedas dos países desenvolvidos. Para isso, nestes casos, o mercado futuro de câmbio foi sintetizado pelos

diferenciais de taxas de juros seguindo a equação de Paridade Coberta de Juros (3.1).

Nesse caso como o Risco de Crédito (*Default*) para um mês é muito pequeno e dificilmente observável em séries históricas, este não foi levado em consideração para efeito de simplificação.

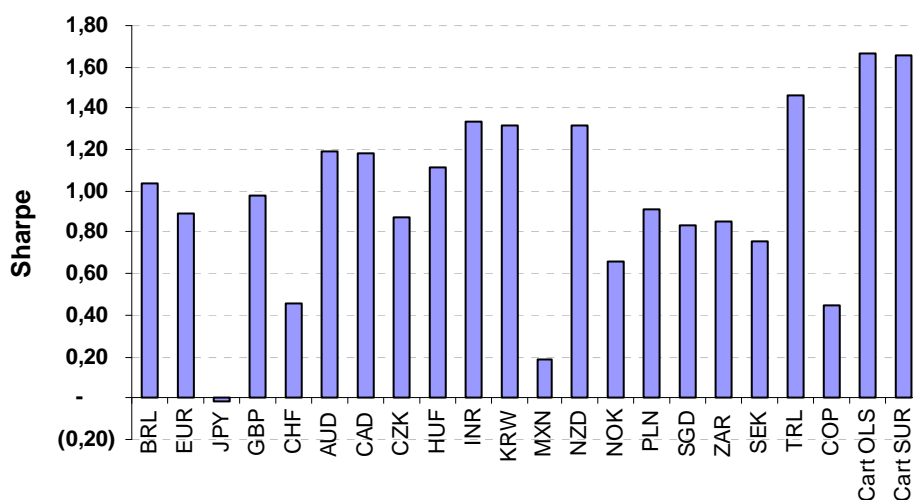
### 4.3 Resultados

Primeiramente com relação às regressões da Equação 3.16, observou-se coeficientes significativamente diferentes de zero ao nível de significância de 5%, ou seja, evidências de que na maioria dos casos existiram violações a HME que proporcionaram algum tipo de estratégia dada pelo modelo.

Casos como Austrália, Nova Zelândia, Canadá, Polônia e Turquia chamaram a atenção por não apresentarem  $\beta$  significativamente (5%) diferentes de zero em mais de 50% das 56 regressões. Entretanto, mesmo assim tais moedas foram utilizadas na determinação da carteira ótima por contribuírem para a redução do risco diversificável dada sua correlação com outras moedas.

Com relação à carteira ótima obtida, observou-se um aumento expressivo no *Sharpe* quando comparadas com as estratégias de *carry trade* de únicas moedas contra o dólar americano.

Gráfico 4.5



Esse resultado, mesmo sabendo que não foram considerados custos de transação, são relevantes e podem levar a conclusões de que em estratégias mais sofisticadas, as violações da HME são lucrativas o suficiente para atrair a atenção dos investidores.

As moedas que mais chamaram a atenção, ou seja, que apresentaram pesos maiores que 5% em mais de 50% das vezes, foram:

Tabela 4.9

Destques de Moedas com Pesos >5%	
Moeda	Freqência com Pesos > 5%
KRW	100%
INR	82%
GBP	79%
CZK	77%
NZD	71%
BRL	68%
HUF	66%
PLN	55%
TRL	55%
CHF	54%

De outro lado, também se pode citar as moedas que mais vezes tiveram seus pesos menores que 5%.

Tabela 4.10

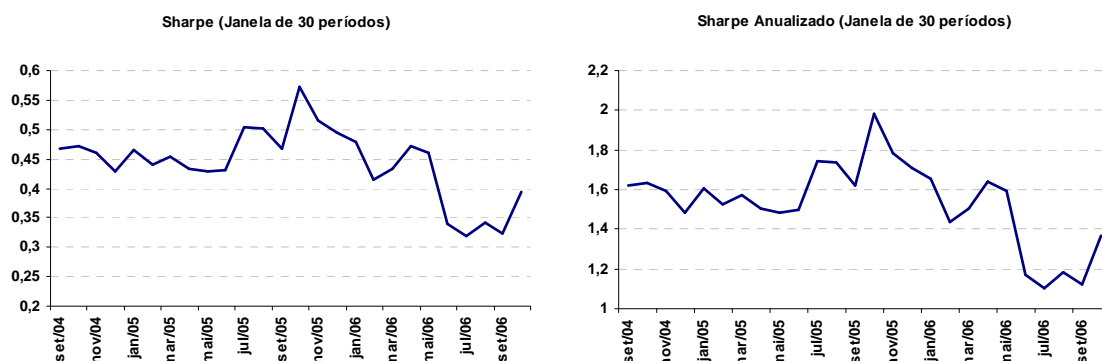
<b>Destaques de Moedas com Pesos &lt;-5%</b>	
<b>Moeda</b>	<b>Freqência com Pesos &lt;- 5%</b>
JPY	82%
AUD	75%
COP	70%
EUR	68%
SEK	68%
MXN	59%
SGD	52%
NOK	50%

Ou seja, como era de se esperar, o Ien do Japão (JPY) foi uma das moedas que mais teve seu peso negativo na carteira.

Por outro lado, o dólar australiano surpreendeu e posicionou-se como uma das moedas que mais teve seu peso negativo na carteira, e ao contrário das suposições do BIS de que possivelmente possam ter existido movimentos de *carry trade* concentrados nesta moeda de 2001 a 2004. Mesmo assim, o dólar da Nova Zelândia, outra moeda citada no trabalho do BIS como moeda utilizada para estratégias de *carry trade*, apresentou pesos acima de 5% em 71% das vezes.

## Conclusão

Utilizando-se uma estratégia voltada à exploração de violações da HME mais sofisticada (modelos de otimização de carteiras de média variância e maximização do índice de *Sharpe*), obteve-se um índice de *Sharpe* Anualizado<sup>3</sup> entre 1,2 e 2.



O trabalho de Burnside et al (2006) apresentou *Sharpes* entre 0 e 0,4. Nesse trabalho, foram alcançados *Sharpes* entre 0,35 e 0,6. A utilização de moedas de países emergentes portanto foi essencial para a obtenção de carteiras com *Sharpes* sensivelmente maiores e mais estáveis, muito provavelmente devido a ganhos de correlação entre a amoedas e mitigação maior do risco diversificável.

Uma importante fonte de melhoria seria ainda considerar a incerteza sobre os parâmetros, e, portanto os retornos esperados em cada período na alocação das moedas, usando uma fronteira eficiente re-amostrada, seguindo a abordagem de Zimmer e Niederhauser (2004). Esta melhoria seria importante em tratar problemas como o verificado em moedas como o dólar australiano, que não apresentaram coeficientes significativos ao nível de 5%.

Os coeficientes estimados ao longo dos períodos também apresentaram alguma variação acima do esperado, muito provavelmente devido a falta de dados amostrais que influenciam nos resultados da estimação. Dessa forma outra fonte de melhoria seria utilizar modelos Bayesianos ou dinâmicos como filtro de Kalman (Hamilton, 1998).

Para introduzir no modelo os custos de transação, pode-se ainda utilizar modelos de estimativa de “*bid and ask spreads*” (ver Bessembinder, 1994) dado que se observou alguma dificuldade em obter tal custo de negociação pela simples observação dos dados disponíveis. De alguma forma, esta omissão, em relação ao trabalho de Burnside, pode ter gerado *Sharpes* super estimados.

De qualquer forma, o modelo pode ser considerado uma importante evolução de Burnside et al (2006), na medida em que aumento o número de moedas na alocação podemos alcançar *Sharpes* ainda melhores.

<sup>3</sup> Sharpe Anualizado = Sharpe \* (12)<sup>0.5</sup>

Os *Sharpes* obtidos são considerados atraentes para tipos de investidores como *hedge funds* e investidores institucionais, lembrando que segundo Lyons (2001), somente *Sharpes* menores que 0,4 não eram considerados interessantes.

A pergunta que permanece, já que concluímos uma melhora expressiva no *Sharpes* com a utilização de um modelo mais sofisticado quando comparado com o estudo de Lyons (2001) é: Porquê tal violação que, por este modelo, aparentemente é atrativa em termos de retornos ajustados ao risco, permanecem?

Uma recente teoria, desenvolvida em Lyons (2001), “Abordagem por Microestrutura: Fluxos de Ordem” (*Microstructure Approach: Order Flow*), parece ser a mais convincente até agora.

Trata-se de uma teoria que cita agentes importantes no mercado de câmbio como fundos de pensão, fundo mútuos, empresas, importadores, exportadores e seguradoras, que, mesmo não sendo alavancados, possuem fluxos de ordens às vezes próprios e não especulativos, como por exemplo uma repatriação de lucros por uma grande empresa localizada num país emergente ou uma empresa exportadora preocupada em realizar o hedge de suas operações. Tais fluxos, poderiam ser contra os fluxos de especuladores preocupados em estratégias direcionadas a explorar as violações da HME. Enfim, os fluxos de especuladores deveriam ser muito grandes para eliminar a violação.

Outra teoria importante é a que trata do retorno marginal decrescente, na medida em que o volume direcionado na estratégia aumenta. Ou seja, se um agente estivesse disposto a explorar a violação da HME, por exemplo, este veria seu *Sharpe* diminuir na medida em que o volume na estratégia aumenta. De fato, cada vez são mais frequentes grandes reversões nas moedas em que o *carry trade* parece ser a estratégia principal e a possibilidade de retornos decrescentes parece desestimular o *carry trade*, mesmo que a violação ainda persista.

De qualquer forma, um país, apresentando desequilíbrio entre o hiato de produto e demanda por bens, e possuindo um modelo econômico baseado em câmbio flutuante e *inflation target*, seria tentado a manter taxas de juros mais altas. Este país estaria pagando um custo - a persistência da violação da HME - na tentativa de manter sua inflação controlada. Este custo seria tanto maior quanto maiores as intervenções em sua moeda para evitar grandes apreciações.

Nesse caso, seria interessante analisar, num trabalho futuro, o impacto de um aumento relevante de fluxos direcionados a realizar o *carry trade* na moeda desse país. Certamente, se nenhuma intervenção fosse realizada, a violação terminaria muito antes, pois tais fluxos levariam a uma apreciação desta moeda de tal forma que, pela teoria do retorno decrescente, estratégias de *carry trade* se tornariam cada vez menos lucrativas, dado que reversões seriam mais acentuadas e rotineiras. Ou seja, as estratégias de *carry trade*, “*famintas*” extrair todo o lucro da violação da HME, rapidamente empurrariam a moeda para níveis não condizentes com sua estrutura de balanço de pagamentos atual, aumentando sensivelmente a probabilidade de grandes reversões catalisadas por zergens de posições de *carry trade*.

Como forma de melhorar ainda mais o modelo, pode-se incluir na formação da expectativa de retorno do câmbio spot futuro, uma variável sensível ao fluxo incorrido na moeda. Medidas técnicas de Força Relativa (RSI – Relative Strength Index), que são muito

utilizadas pelos agentes no mercado de câmbio na determinação de mercados muito comprados ou muito vendidos, seriam importantes em antecipar movimentos de reversão, podendo dessa forma melhorar as medias de *Sharpe* da estratégia.

Enfim, não foi o objetivo desse trabalho entender a persistência da violação da HME, nem tampouco explicar sua existência. Apresentamos aqui um modelo mais sofisticado do que modelos apresentados para o mesmo fim em outros trabalhos teóricos e que parece estar mais de acordo com as práticas de mercado.



## Referência Bibliográfica

- Bansal, R. And Dahlquist, M. (2000), “The forward premium puzzle: different tales from developed and emerging economies”, *Journal of International Economics*, 51, 115-44.
- Burnside, C., Eichenbaum, M., Kleshchelski, I., Rebelo, S., (2006), “The Returns to Currency Speculation”, NBER.
- Calvo, G.A., Reinhart, C.M. (2000), “Fear of Floating”, NBER.
- Fama, E.F. (1984), “Forward and Spot Exchange Rates”, *Journal of Monetary Economics*, 14, 319-38.
- Fisher, S. (2001), “Exchange rate regimes: Is The bipolar view correct?”, *Occasional IMF Paper*.
- Frenkel, Jacob A. Levich, Richard M. (1975), “Covered Interest Arbitrage: Enexploited Profits?”, *Journal of Political Economics*, 83(2), 325–38.
- Frankel, J., and K. Froot (1987), “Using survey data to test standard propositions regarding exchange rate expectations”, NBER.
- Frankel, J., Froot, K.A. (1986), “Interpreting Tests of Forward Discount Bias Using Data on Exchange Rate Expectations”, NBER
- Frankel, J., Poonawala, J. (2004), “The Forward Market in Emerging Currencies: Less Biased than in Major Currencies”, NBER.
- Frankel, Jeffrey (1999), “No Single Currency Regime is Right for All Countries or at All Times”, *Essays in International Finance*, 215.
- Galati, G., Melvin, M. (2004), “Why has FX Trading Surged?”, *BIS Triennial Survey*.
- Hendrik Bessembinder (1994) “Bid-Ask Spreads in the Interbank Foreign Exchange Markets”, *Journal Financial Economics*, 35(3), 317-348.
- Lewis, K. (1994), “Puzzles in International Financial Markets”, NBER.
- Lyons, R.K. (2001), “The Microstructure Approach to Exchange Rates”, Cambridge and London: MIT Press.
- Mussa, M. et al (2000), “Exchange rate regimes in a increasingly integrated world economy”, *IMF Occasional Paper*.
- Obstfeld, M., Taylor, A.M. (2002), “Globalization and Capital Markets, NBER.
- Obstfeld, M., Taylor, A.M. (2004), “The Trilemma In History: Tradeoffs among Exchange Rates, Monetary Policies and Capital Mobility”

Sarno, L. And Taylor, M.P. (2002), "The Economics of Exchange Rates", Cambridge: Cambridge University Press.

Sergio L. Schmukler, Luis Servén (2002), "Pricing Currency Risk: Facts and Puzzles From Currency Boards", NBER

## Apêndice I – Regressões Aparentemente não Relacionadas (SUR – *Seemingly Unrelated Regression*)

O método de estimação *SUR* possibilita que cada equação tenha a sua própria forma funcional, levando em consideração apenas a correlação existente entre os erros das equações. Descreve-se, aqui, o método *SUR* de estimação, como originalmente feito por Zellner (1962), levando-se em consideração um conjunto de equações de regressão, descrito matricialmente como:

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_M \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & X_2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & X_M \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_M \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \vdots \\ u_M \end{bmatrix}$$

Onde, aplicando-se ao nosso modelo, ou seja, à equação 3.16, temos:

- $Y_m = f_{t+k}$ , para a moeda  $m$ ;
- $X_m = f_{t,t+k}$ , para a moeda  $m$ ;

E, por fim  $\mu_m$  é o erro aleatório, com média zero.

Vários métodos existem para resolver este tipo de equação. Apresentaremos aqui o Método dos Mínimos Quadrados Generalizados (Generalized Least Squares – GLS), que pode ser encontrada em Greene (capítulo 15.34, página 615, 1993).

Segundo Zellner (1962), aput, Greene (1993), o estimador eficiente é o dos mínimos quadrados generalizados (GLS). O estimador ótimo e a matriz de covariância assintótica do estimador podem ser encontrados na referência acima citada.

Segundo Greene (1993), a estimação de um conjunto de equações utilizando o procedimento SUR equivale à estimação dessas mesmas equações por OLS quando:

- O sistema de equações não for correlacionado.
- Se as equações apresentarem exatamente as mesmas variáveis explicativas.
- Se os regressores de um bloco de equações são um subconjunto de outro.

Portanto, existem possibilidades de melhoria de estimação do SUR em relação a uma estimação OLS, quando:

1. Os erros do sistema são correlacionados.
2. As variáveis explicativas têm pouca correlação têm pouca correlação entre si (quanto mais diferentes forem as variáveis explicativas, menor a correlação)

É necessário ressaltar que, mesmo nas condições acima, o método OLS resultará em estimadores ainda não-viesados, porém ineficientes.

Portanto, a utilização do SUR ao invés do OLS em nosso modelo, deveu-se basicamente a presença das duas hipóteses acima mencionadas:

- Os mercados financeiros estão crescentemente mais integrados e, portanto, regressões da equação 3.16 para diversas moedas provavelmente apresentam erros correlacionados.
- A variável explicativa  $X_m = f_{t,t+k}$ , ou *forward premium*, de cada moeda, são diferentes, não podendo-se dizer entretanto que sua correlação é baixa como deveria ser o caso dada a hipótese 2 acima.

De qualquer forma, o modelo aqui apresentado, que tem como objetivo final construir carteiras ótimas de moedas baseia-se na existência de erros correlacionados. Caso isso não ocorresse, não faria sentido criar uma carteira de moedas, já que os ativos seriam independentes, o que justifica a utilização do SUR no cálculo dos estimadores.

## **Apêndice II – Resultados**

Todos os resultados obtidos foram através de rotinas e funções próprias do Matlab.

### Estimativas da Regressão (BRL) - Método OLS

Data Inicial	Data Final	$\alpha$	B	Significância (5%)	Teste F
03-dez-99	29-abr-02	-0,0463	4,62	0	11%
03-jan-00	29-mai-02	-0,0383	3,73	0	19%
02-fev-00	28-jun-02	-0,0268	2,41	0	43%
03-mar-00	29-jul-02	-0,0117	0,80	0	81%
03-abr-00	28-ago-02	-0,0177	1,40	0	65%
03-mai-00	27-set-02	-0,0044	(0,20)	0	96%
02-jun-00	28-out-02	-0,0098	0,36	0	92%
03-jul-00	27-nov-02	-0,0244	1,77	0	60%
02-ago-00	27-dez-02	-0,0313	2,41	0	45%
01-set-00	27-jan-03	-0,0247	1,82	0	52%
02-out-00	26-fev-03	-0,0294	2,24	0	38%
01-nov-00	28-mar-03	-0,0422	3,40	0	16%
01-dez-00	28-abr-03	-0,0641	5,34	1	2%
01-jan-01	28-mai-03	-0,0584	4,83	1	3%
29-jan-01	27-jun-03	-0,0617	5,12	1	2%
28-fev-01	28-jul-03	-0,0581	4,81	1	2%
30-mar-01	27-ago-03	-0,0557	4,57	1	2%
30-abr-01	26-set-03	-0,0558	4,58	1	2%
30-mai-01	27-out-03	-0,0562	4,64	1	2%
29-jun-01	26-nov-03	-0,0563	4,62	1	2%
30-jul-01	26-dez-03	-0,0556	4,60	1	2%
29-ago-01	26-jan-04	-0,0548	4,58	1	1%
28-set-01	25-fev-04	-0,0555	4,61	1	1%
29-out-01	26-mar-04	-0,0552	4,60	1	1%
28-nov-01	26-abr-04	-0,0545	4,58	1	1%
28-dez-01	26-mai-04	-0,0576	4,70	1	1%
28-jan-02	25-jun-04	-0,0563	4,65	1	1%
27-fev-02	26-jul-04	-0,0555	4,62	1	1%
29-mar-02	25-ago-04	-0,0533	4,52	1	1%
29-abr-02	24-set-04	-0,0515	4,45	1	1%
29-mai-02	25-out-04	-0,0513	4,44	1	1%
28-jun-02	24-nov-04	-0,0496	4,37	1	1%
29-jul-02	24-dez-04	-0,0487	4,35	1	1%
28-ago-02	24-jan-05	-0,0486	4,35	1	1%
27-set-02	23-fev-05	-0,0478	4,34	1	1%
28-out-02	25-mar-05	-0,0485	4,33	1	1%
27-nov-02	25-abr-05	-0,0489	4,45	1	1%
27-dez-02	25-mai-05	-0,0484	4,47	1	1%
27-jan-03	24-jun-05	-0,0483	4,48	1	1%
26-fev-03	25-jul-05	-0,0484	4,44	1	1%
28-mar-03	24-ago-05	-0,0482	4,44	1	1%
28-abr-03	23-set-05	-0,0468	4,43	1	1%
28-mai-03	24-out-05	-0,0467	4,43	1	1%
27-jun-03	23-nov-05	-0,0463	4,41	1	1%
28-jul-03	23-dez-05	-0,0474	4,46	1	1%
27-ago-03	23-jan-06	-0,0459	4,39	1	1%
26-set-03	22-fev-06	-0,0422	4,17	1	2%
27-out-03	24-mar-06	-0,0421	4,17	1	1%
26-nov-03	24-abr-06	-0,0401	4,04	1	2%
26-dez-03	24-mai-06	-0,0461	4,43	1	1%
26-jan-04	23-jun-06	-0,0415	4,13	1	1%
25-fev-04	24-jul-06	-0,0388	3,96	1	2%
26-mar-04	23-ago-06	-0,0359	3,77	1	2%
26-abr-04	22-set-06	-0,0368	3,82	1	2%
26-mai-04	23-out-06	-0,0329	3,57	1	2%
25-jun-04	22-nov-06	-0,0327	3,56	1	2%

### Estimativas da Regressão (BRL) - Método SUR

Data Inicial	Data Final	$\alpha$	B	Significância (5%)
03-dez-99	29-abr-02	-0,0505	5,00	1
03-jan-00	29-mai-02	-0,0199	2,09	0
02-fev-00	28-jun-02	-0,0368	3,30	0
03-mar-00	29-jul-02	-0,0155	1,13	0
03-abr-00	28-ago-02	-0,0157	1,23	0
03-mai-00	27-set-02	0,0122	(1,64)	0
02-jun-00	28-out-02	0,0132	(1,61)	0
03-jul-00	27-nov-02	0,0034	(0,59)	0
02-ago-00	27-dez-02	-0,0151	1,06	0
01-set-00	27-jan-03	-0,0234	1,71	0
02-out-00	26-fev-03	-0,0270	2,05	0
01-nov-00	28-mar-03	-0,0444	3,57	0
01-dez-00	28-abr-03	-0,0552	4,65	1
01-jan-01	28-mai-03	-0,0448	3,78	1
29-jan-01	27-jun-03	-0,0444	3,81	1
28-fev-01	28-jul-03	-0,0413	3,54	1
30-mar-01	27-ago-03	-0,0377	3,23	1
30-abr-01	26-set-03	-0,0391	3,35	1
30-mai-01	27-out-03	-0,0336	2,98	1
29-jun-01	26-nov-03	-0,0295	2,65	0
30-jul-01	26-dez-03	-0,0347	3,06	1
29-ago-01	26-jan-04	-0,0309	2,82	0
28-set-01	25-fev-04	-0,0283	2,60	0
29-out-01	26-mar-04	-0,0305	2,77	0
28-nov-01	26-abr-04	-0,0323	2,93	1
28-dez-01	26-mai-04	-0,0345	2,99	1
28-jan-02	25-jun-04	-0,0332	2,94	1
27-fev-02	26-jul-04	-0,0348	3,08	1
29-mar-02	25-ago-04	-0,0317	2,92	1
29-abr-02	24-set-04	-0,0297	2,82	1
29-mai-02	25-out-04	-0,0307	2,90	1
28-jun-02	24-nov-04	-0,0314	3,02	1
29-jul-02	24-dez-04	-0,0350	3,32	1
28-ago-02	24-jan-05	-0,0338	3,24	1
27-set-02	23-fev-05	-0,0348	3,36	1
28-out-02	25-mar-05	-0,0345	3,28	1
27-nov-02	25-abr-05	-0,0341	3,35	1
27-dez-02	25-mai-05	-0,0342	3,41	1
27-jan-03	24-jun-05	-0,0352	3,50	1
26-fev-03	25-jul-05	-0,0306	3,11	1
28-mar-03	24-ago-05	-0,0308	3,14	1
28-abr-03	23-set-05	-0,0309	3,24	1
28-mai-03	24-out-05	-0,0301	3,18	1
27-jun-03	23-nov-05	-0,0295	3,15	1
28-jul-03	23-dez-05	-0,0319	3,31	1
27-ago-03	23-jan-06	-0,0302	3,21	1
26-set-03	22-fev-06	-0,0290	3,18	1
27-out-03	24-mar-06	-0,0299	3,25	1
26-nov-03	24-abr-06	-0,0267	3,03	1
26-dez-03	24-mai-06	-0,0280	3,05	1
26-jan-04	23-jun-06	-0,0229	2,71	1
25-fev-04	24-jul-06	-0,0291	3,21	1
26-mar-04	23-ago-06	-0,0290	3,23	1
26-abr-04	22-set-06	-0,0261	3,00	1
26-mai-04	23-out-06	-0,0240	2,87	1
25-jun-04	22-nov-06	-0,0253	2,98	1

**Resumo - Regressão OLS (Todas as Moedas)**

**Período Inicial: 03-dez-99 à 29-abr-02**

**Período Final: 22-jun-04 à 22-nov-06**

<b>Moedas</b>	<b><math>\alpha</math> (Médio)</b>	<b>B (Médio)</b>	<b>Frequência de <math>\beta</math> Significativos (5%)</b>
BRL	(0,044)	3,917	79%
EUR	0,002	7,357	86%
JPY	0,006	3,764	50%
GBP	(0,005)	5,956	70%
CHF	0,012	6,802	38%
AUD	(0,008)	7,188	79%
CAD	0,001	3,710	7%
CZK	0,003	6,649	11%
HUF	(0,013)	3,643	21%
INR	(0,004)	2,045	23%
KRW	(0,002)	6,174	91%
MXN	(0,021)	3,755	100%
NZD	(0,010)	7,734	86%
NOK	(0,005)	5,144	77%
PLN	0,004	0,871	0%
SGD	0,003	2,883	50%
ZAR	(0,047)	9,068	91%
SEK	0,000	6,899	98%
TRL	(0,008)	0,654	0%
COP	(0,023)	5,045	96%



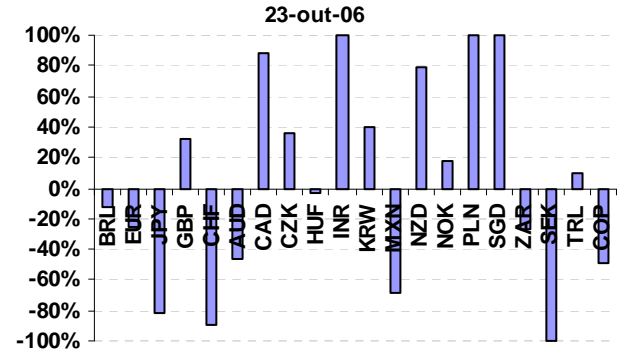
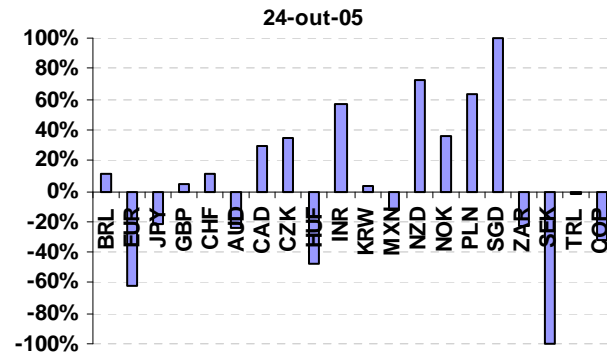
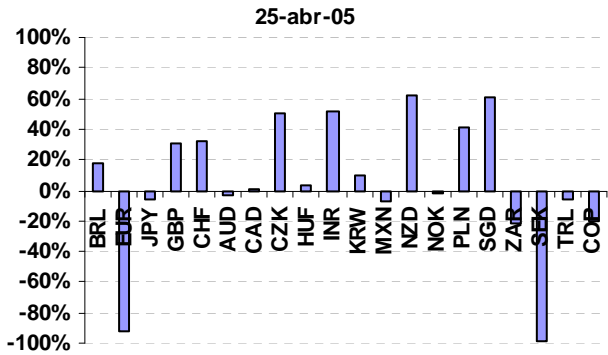
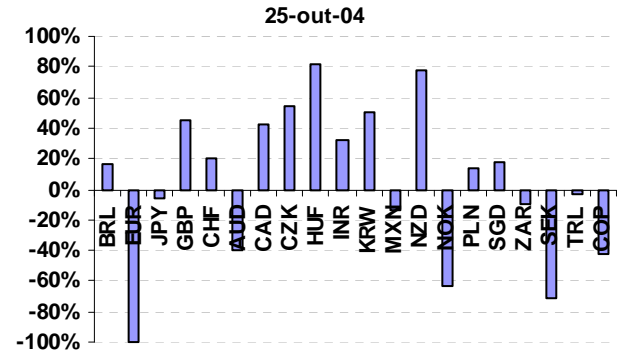
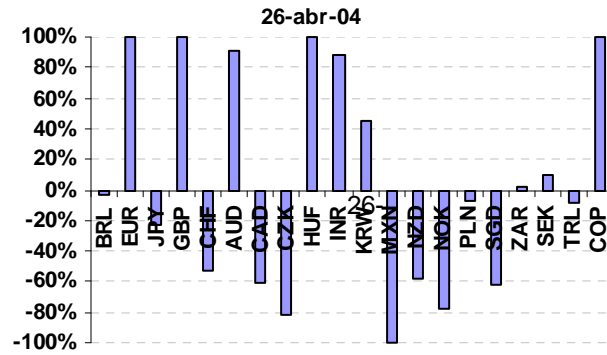
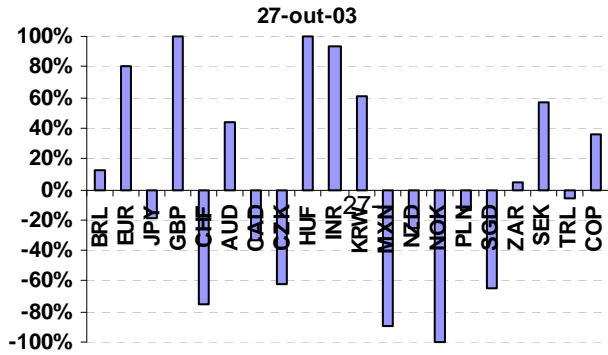
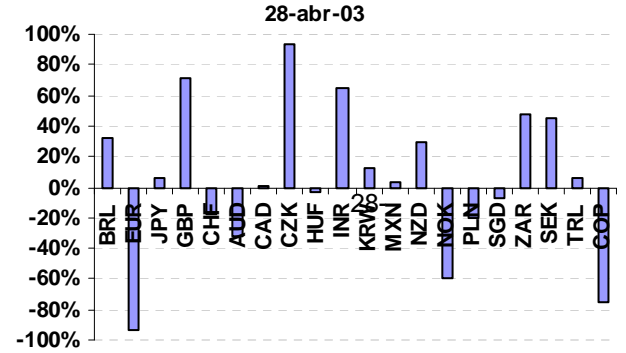
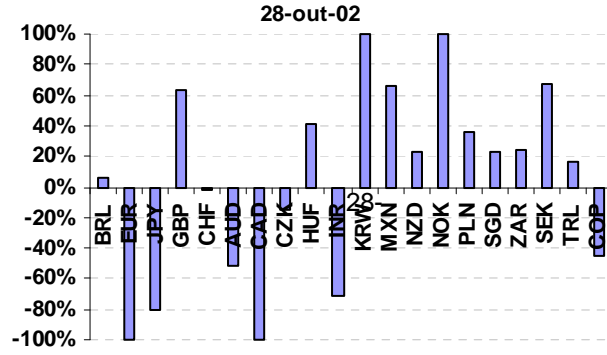
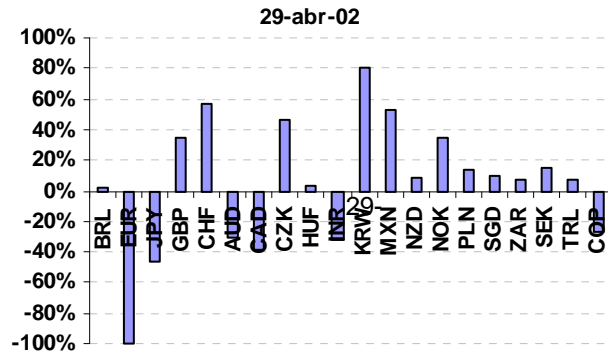
### Resumo - Regressão SUR (Todas as Moedas)

Período Inicial: 03-dez-99 à 29-abr-02

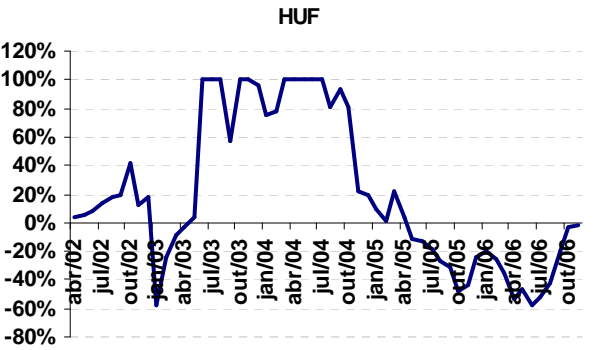
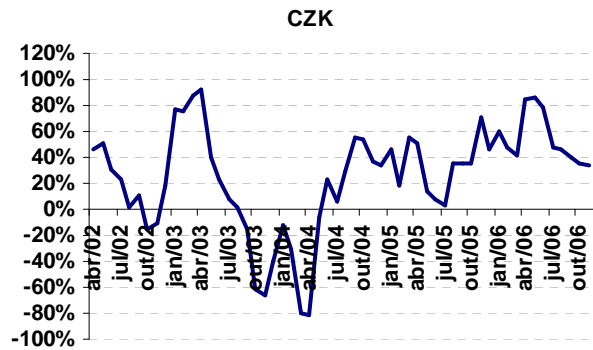
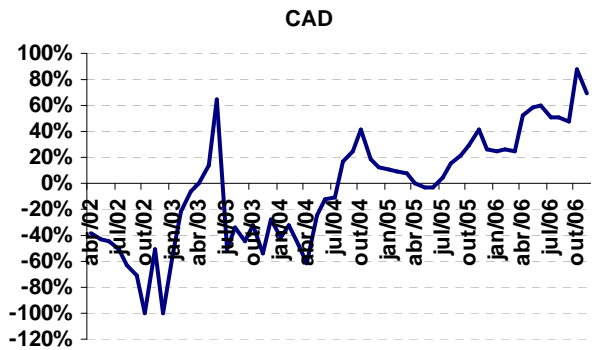
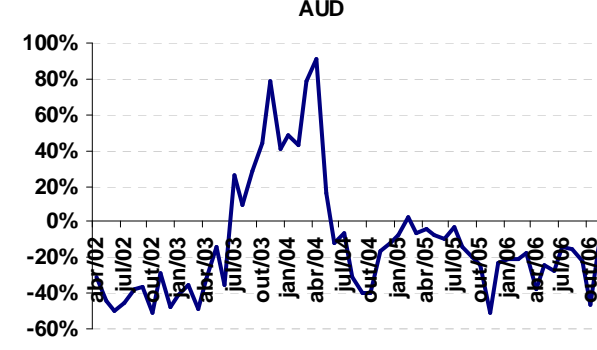
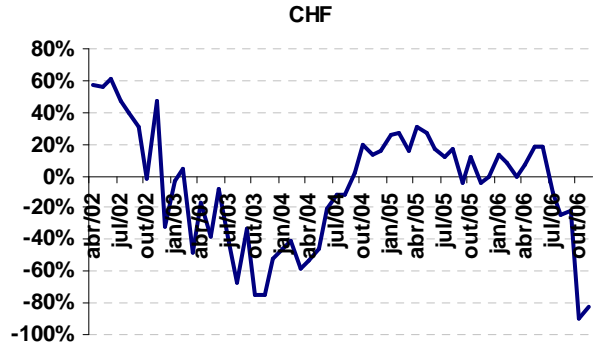
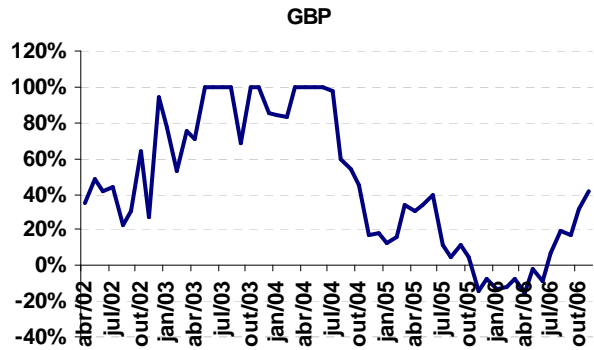
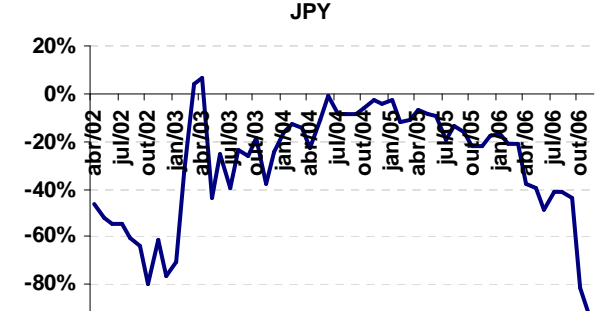
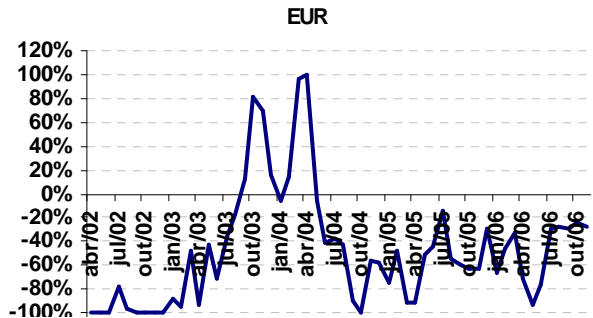
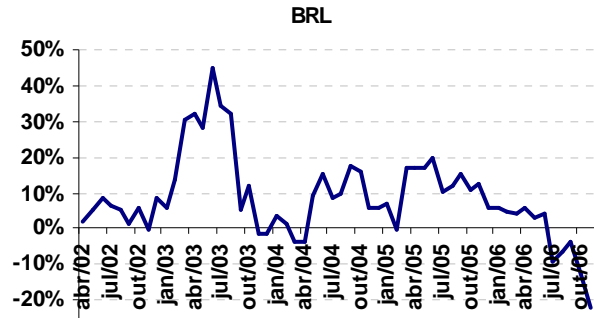
Período Final: 22-jun-04 à 22-nov-06

Moedas	$\alpha$ (Médio)	$\beta$ (Médio)	Frequência de $\beta$ Significativos (5%)
BRL	-0,02952	2,794304	73%
EUR	0,002143	4,225294	91%
JPY	0,003998	2,877933	30%
GBP	-0,00215	3,591561	55%
CHF	0,007266	3,900041	91%
AUD	0,001189	1,135609	0%
CAD	0,00171	0,583867	0%
CZK	0,004202	4,576687	93%
HUF	-0,01056	3,256493	80%
INR	-0,00355	1,865903	61%
KRW	-0,0009	4,705454	61%
MXN	-0,01888	3,45871	98%
NZD	0,002231	1,418306	0%
NOK	-0,00339	4,071612	100%
PLN	-0,00515	2,030302	39%
SGD	0,000573	1,555447	43%
ZAR	-0,04833	9,194067	91%
SEK	0,000625	3,544879	95%
TRL	0,007221	0,28127	0%
COP	-0,02385	5,258556	98%

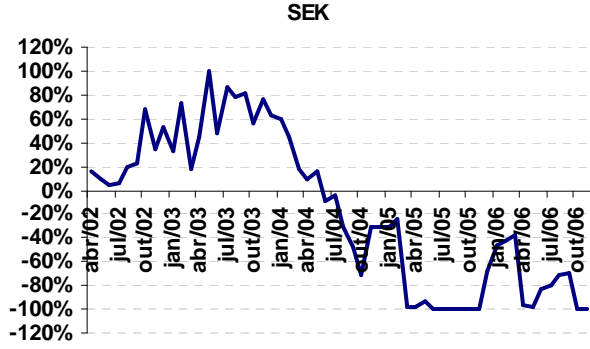
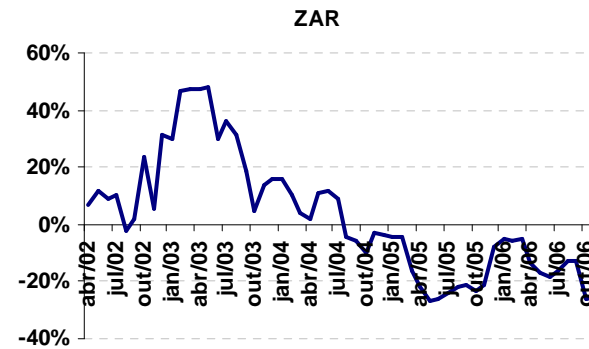
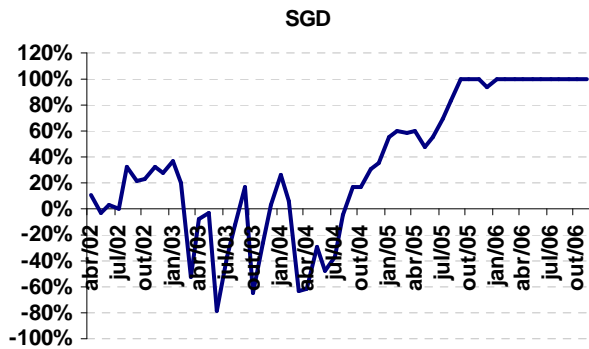
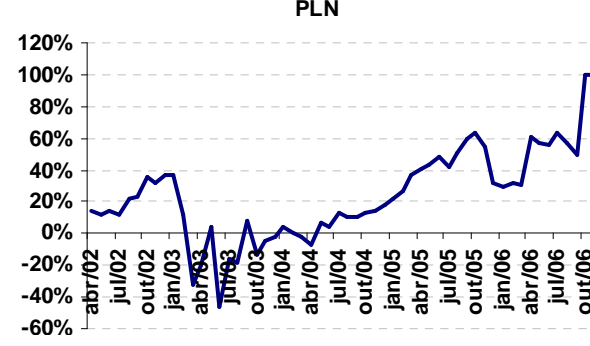
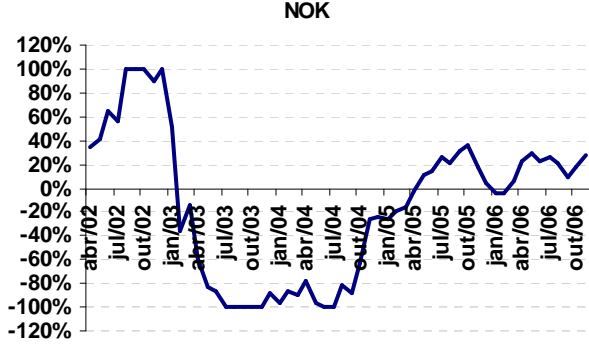
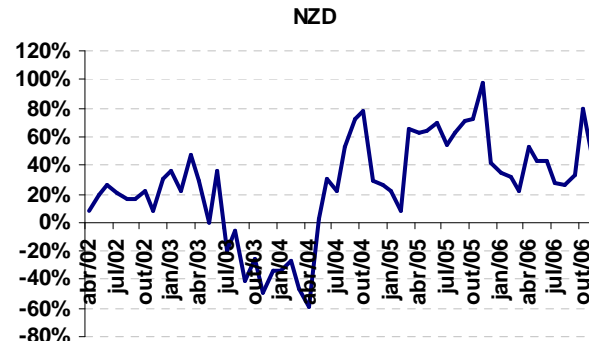
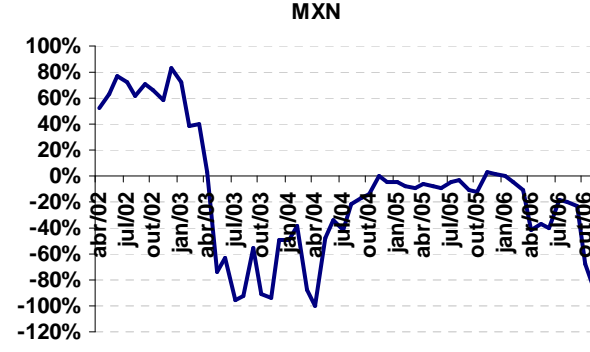
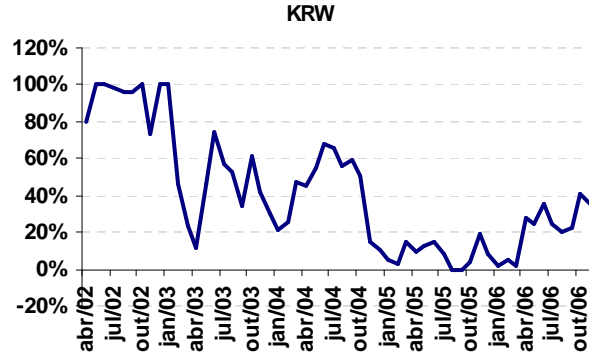
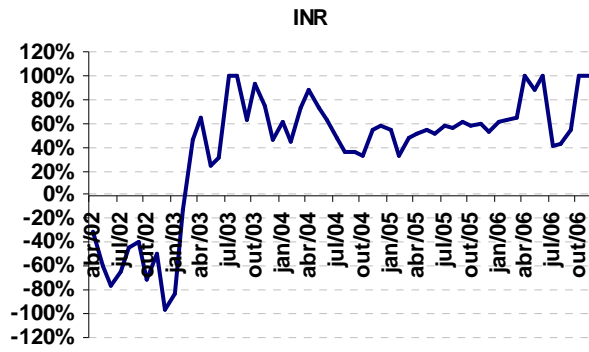
### Alocações das Carteiras Ótimas - Método OLS



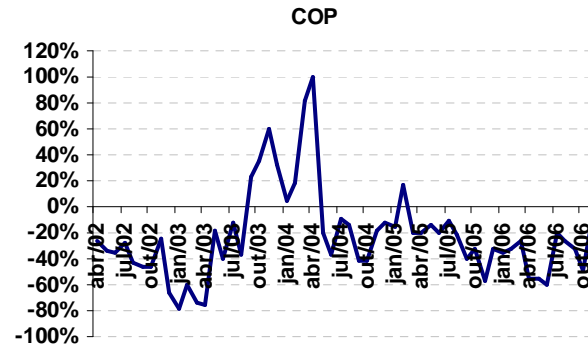
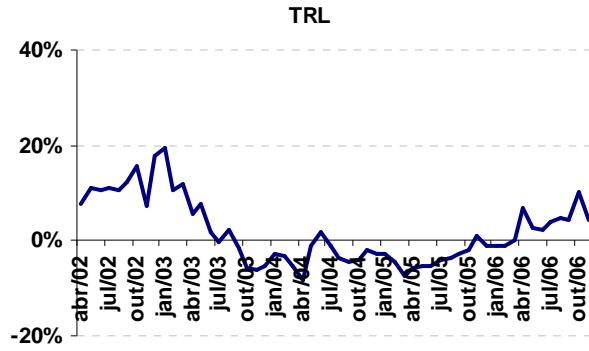
### Histórico de Alocações Por Moeda - Método OLS



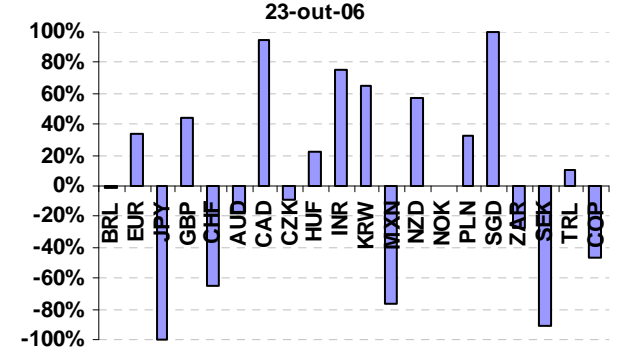
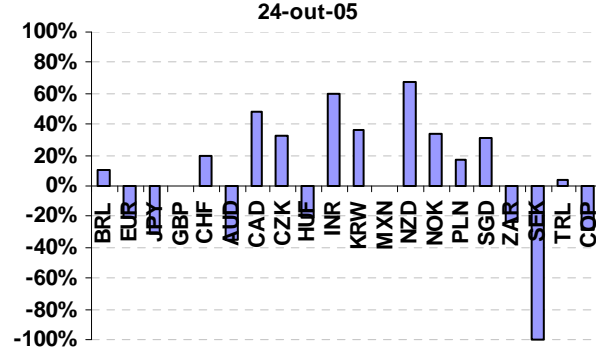
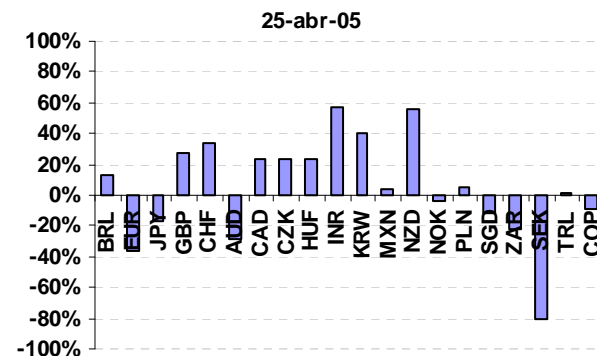
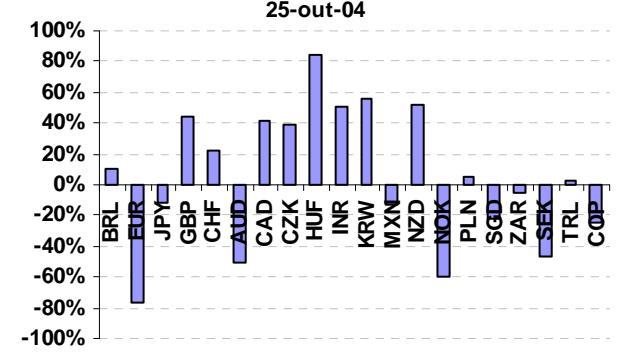
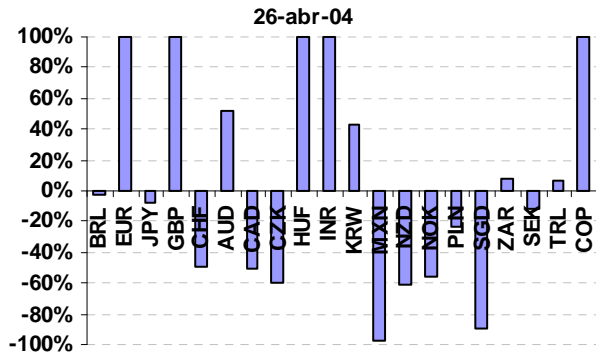
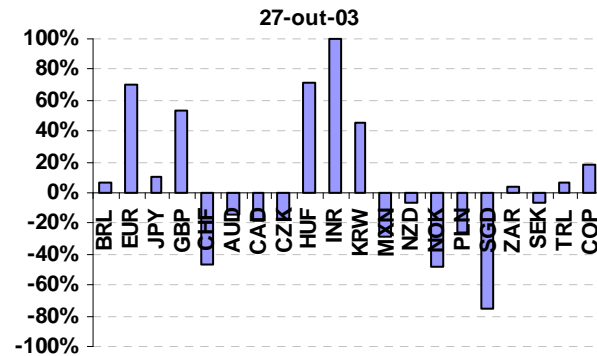
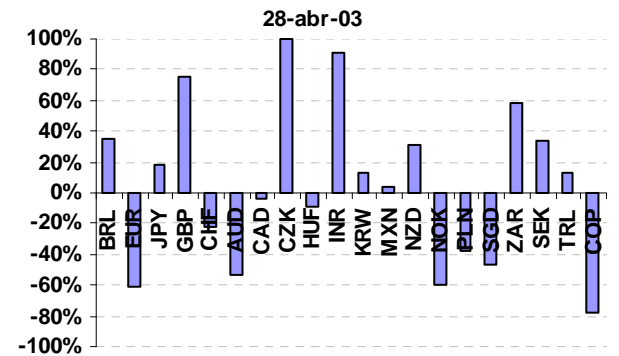
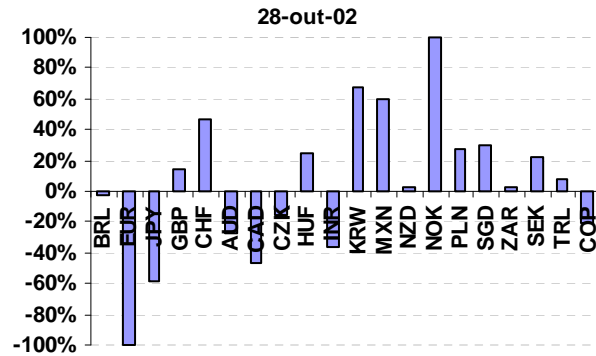
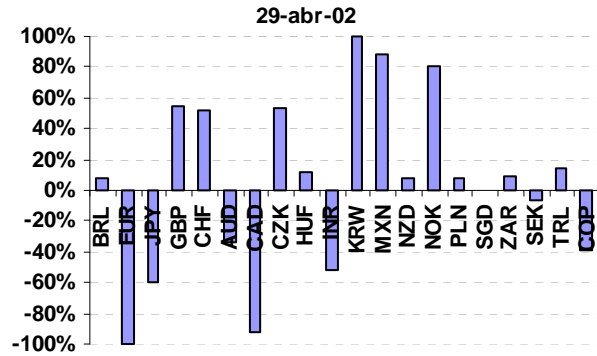
Histórico de Alocações Por Moeda - Método OLS (Continuação)



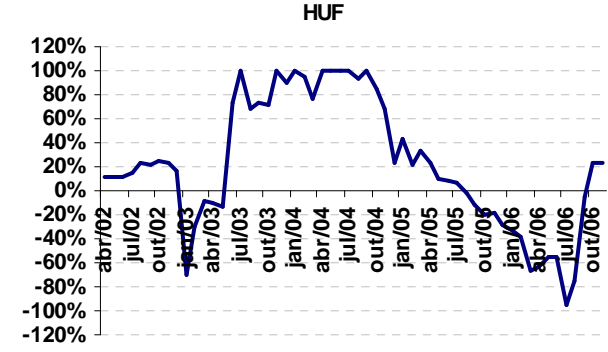
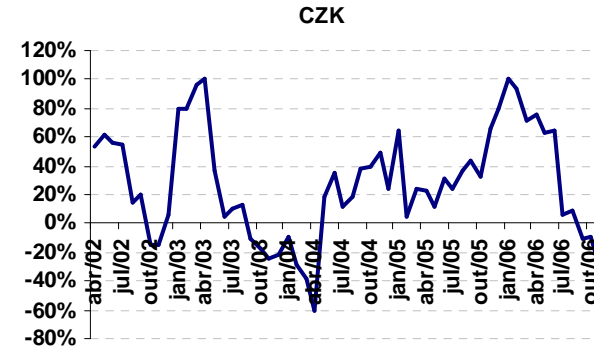
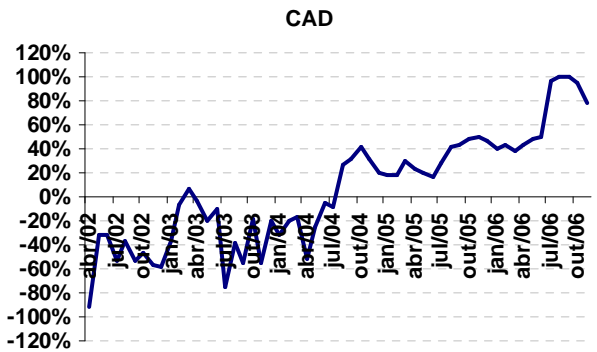
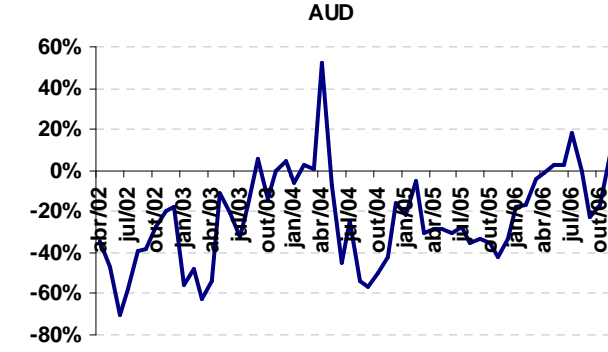
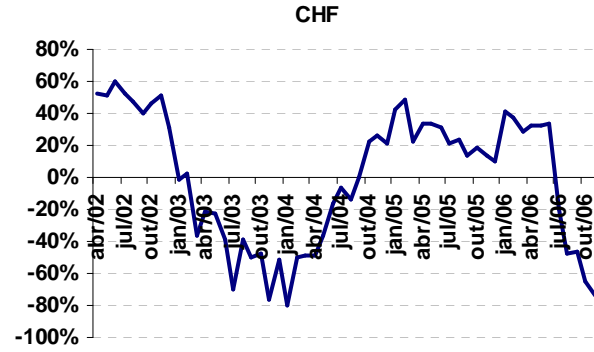
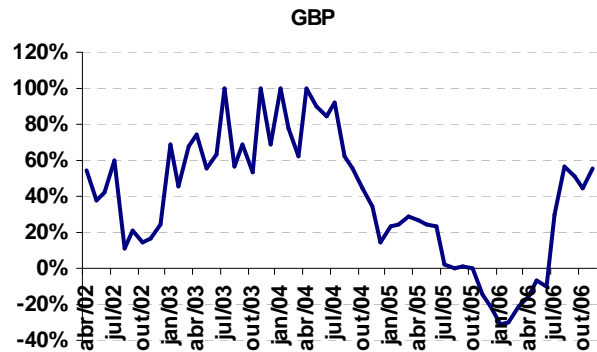
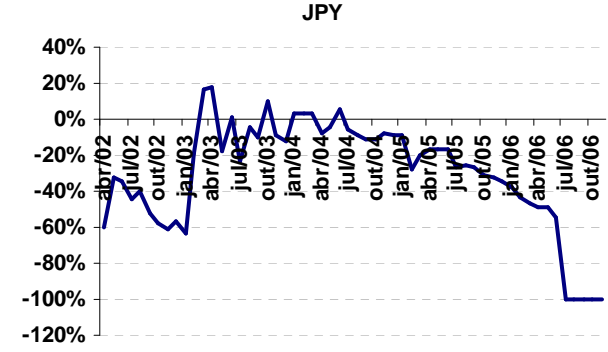
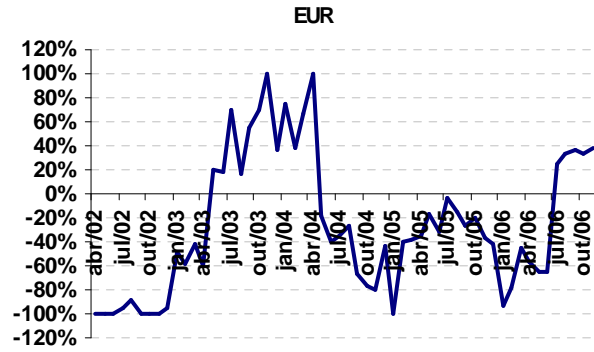
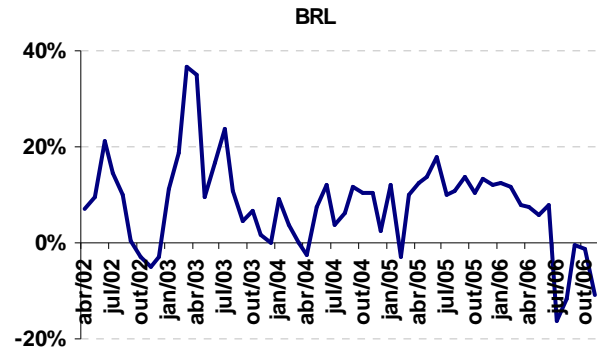
### Histórico de Alocações Por Moeda - Método OLS (Continuação)



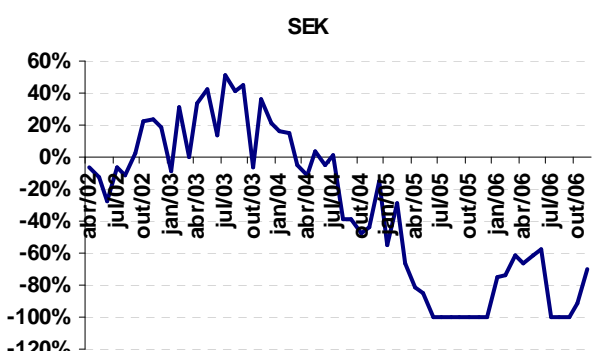
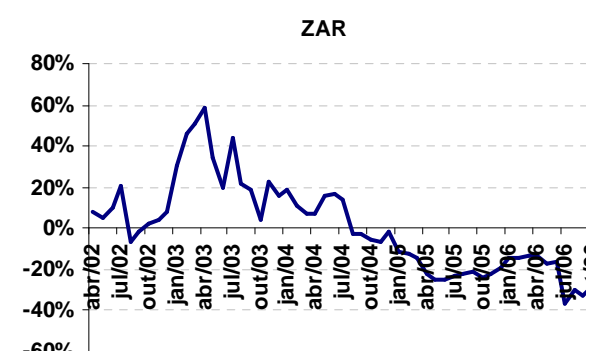
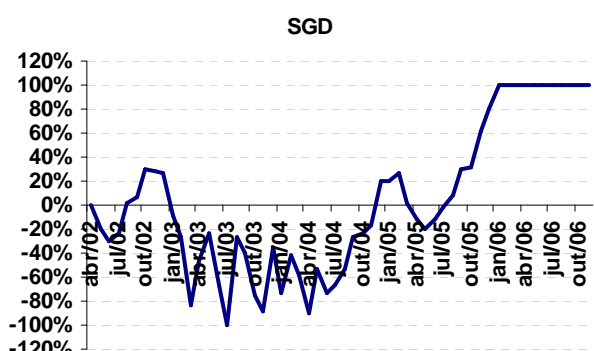
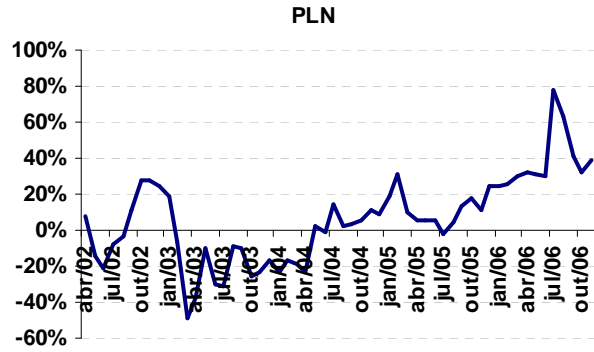
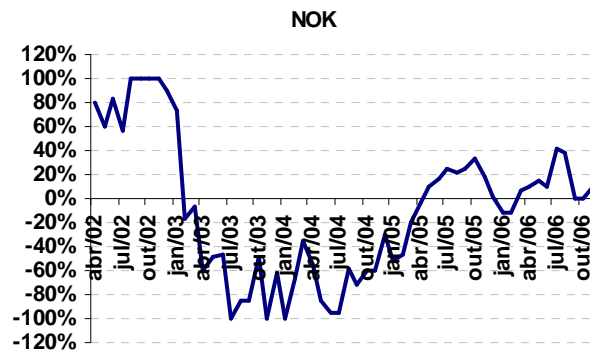
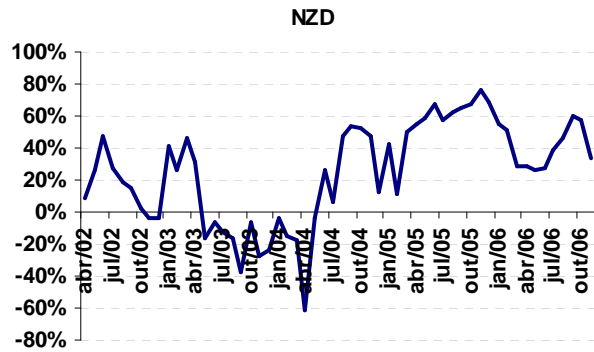
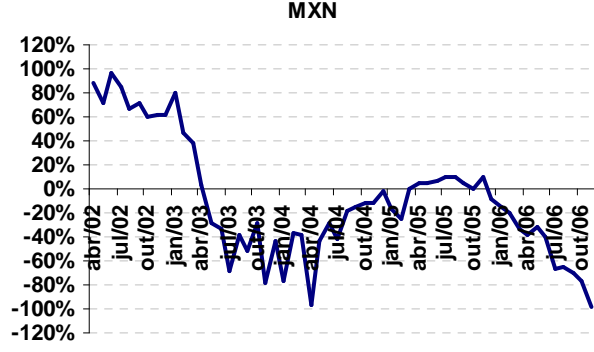
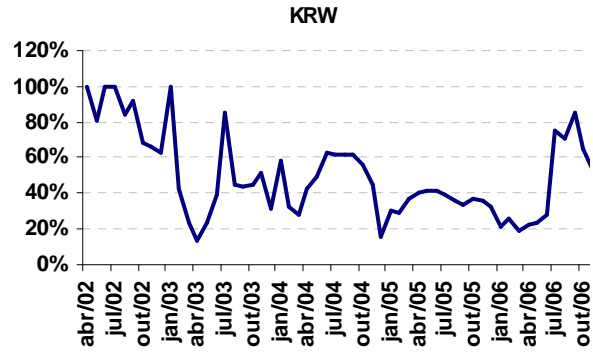
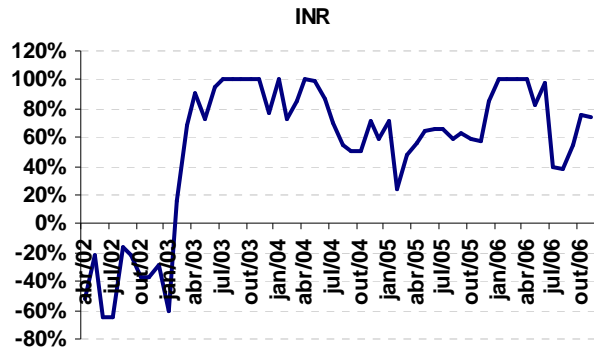
### Alocação das Carteiras Ótimas – Método SUR



### Histórico de Alocações Por Moeda - Método SUR

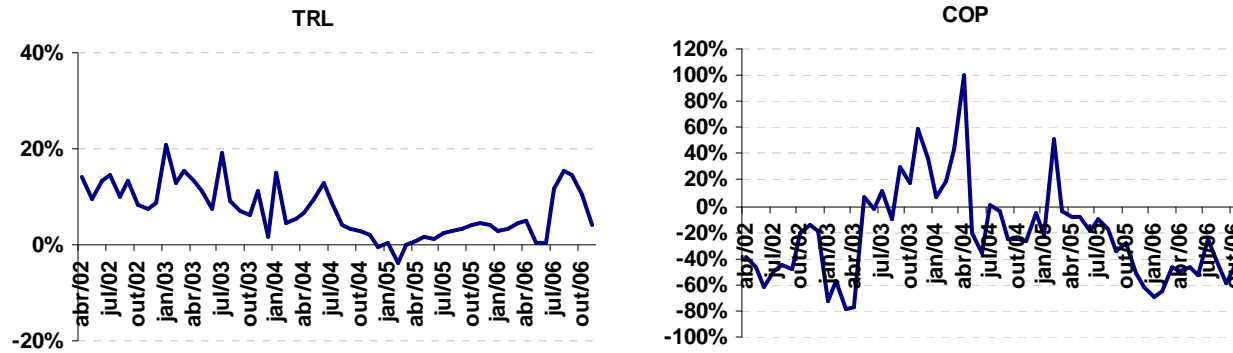


### Histórico de Alocações Por Moeda - Método SUR (Continuação)





**Histórico de Alocações Por Moeda - Método SUR (Continuação)**



**Retornos Mensais e Acumulados – Carteira de Otimização (Método SUR)**

