

PRODUTOS ESTRUTURADOS NO MERCADO BRASILEIRO: UMA ANÁLISE SOBRE A SUA VALORIZAÇÃO ENTRE 2006 E 2011

Sabrina Orsi Kitatani (EESP/FGV)
Afonso de Campos Pinto (EESP/FGV)

Resumo

Este artigo faz uma análise das estratégias utilizadas nos produtos estruturados nos últimos anos e verifica se houve sobrevalorização nos Fundos de Investimentos Estruturados emitidos entre 2006 e 2011 no Brasil. O objetivo deste estudo é verificar se houve sobrevalorização na emissão destes fundos, para isso calculou-se a diferença entre o preço de emissão e o preço teórico a partir da elaboração de uma carteira sintetizando a estratégia do fundo. Além disso, a partir desta diferença de preços, analisou-se a existência de uma relação de longo prazo entre as variáveis *volatilidade* e diferença de preços encontrada, *spread*. Verificou-se de que há indícios de uma diferença de preços entre os de mercado e os teóricos. Esta diferença pode ser explicada pelos custos de desenvolvimento dos produtos, pelos custos de *hedge* das operações e pelo fato de que pequenos investidores não têm acesso direto a este mercado. Adicionalmente foi encontrada uma tendência de longo prazo entre as variáveis preço e spread sendo que as variações de margem precedem e são explicadas pelas variações na volatilidade. Com este trabalho, espera-se aumentar a percepção dos investidores sobre as margens, o desenvolvimento e a complexidade das estruturas recém utilizadas e, também, contribuir para o debate nas discussões sobre a nova regulamentação dos produtos estruturados que o Banco Central está em vias de definir.

Palavras-chave: Investimentos, Fundos Estruturados, Notas Estruturadas, Derivativos.

Abstract

This article analyzes the structured products strategies in recent years and verifies whether there is an overpricing on the Structured Investment Funds issued from 2006 to 2011 in Brazil. The aim of this work is to analyze whether there is an overpricing by calculating the difference between the issue price and the theoretical price from a synthesized theoretical portfolio. Furthermore, from this price difference, it was analyzed the existence of a long-term relationship between the variables volatility and the price difference, spread. It was verified that there is an evidence of a price difference between the market and the theoretical. This price difference can be justified by the costs of development products, costs of hedge operations and by the limited direct access of small investors in this market. Additionally, it was found a long-term trend between the variables price and spread, the variation margins are explained and precede the variations in volatility. This work is expected to increase investors' perception about the margins, the development and the complexity of the structures recently used and also contribute to the debate on the discussions on the new regulation of structured products that the Central Bank is about to set.

Keywords: Investments, Structured Funds, Structured Notes, Derivatives.

JEL: G13

Área ANPEC: Área 7 – Microeconomia, Métodos Quantitativos e Finanças.

1. Introdução

Produtos estruturados são investimentos que, de acordo com o cenário econômico, propiciam uma rentabilidade maior do que os investimentos usuais de renda fixa, diversificando o portfólio dos investidores. Estas estratégias aproveitam tendências de mercado, possibilitando potenciais retornos com risco estimado, podem ser estruturadas com ativos vinculados a taxas de juros, índices, *commodities* e moedas e são comercializáveis através de Notas Estruturadas ou Fundos Estruturados.

Notas estruturadas são, em geral, combinações de um produto de renda fixa com um ou mais derivativos (*swaps* e/ou opções) embutidos nas estruturas. Estes produtos permitem que o investidor tenha acesso a estratégias que ele, como pessoa física, não teria. Burth, Kraus e Wohlwend (2001) classificaram os produtos estruturados como tendo *payoffs* convexos e côncavos. Os produtos convexos são aqueles também chamados de Capital Garantido. São estratégias que, no pior cenário, o investidor recebe o seu capital aplicado. Tal estratégia é estruturada com um instrumento de renda fixa e a compra de opções. Já os produtos ditos côncavos são estruturados com um instrumento de renda fixa mais a venda de opções, portanto embutem em sua estrutura um risco maior ao investidor. São produtos menos acessíveis a pequenos investidores e garantias maiores são exigidas. Estes derivativos embutidos em produtos estruturados podem ser do tipo *plain vanilla*, como os fundos analisados por Andrade (1998), em que o investidor recebe um percentual da alta do ativo inferior a 100%, como também, estruturas que envolvem opções exóticas, analisadas posteriormente por Campanhã (2007), as quais procuram remunerar o investidor com mais do que 100% da variação do preço do ativo. Em países como o Japão, Estados Unidos e os do continente europeu, as notas estruturadas tornaram-se atrativas nos anos 80 e 90, principalmente, nos períodos de baixas taxas de juros, em que investidores usualmente estão mais propensos a assumir maiores riscos. De acordo com Arete Consulting & Structured Retail Products (2011), o volume de emissões de notas estruturadas vinha crescendo até 2007. No entanto, a crise financeira de 2008 fez com que as emissões diminuíssem, causando uma mudança na participação de mercado destes produtos. Ressalta-se que a atratividade destes produtos depende também da trajetória da taxa de juros, no cenário de altas taxas de juros, o investidor é desencorajado a assumir riscos de diversificação, porém em um cenário de juros baixos, há incentivos a investir no mercado de renda variável, títulos de renda fixa com risco de crédito e produtos estruturados.

Diferentemente dos Estados Unidos e Europa, no Brasil ainda não existe uma regulamentação específica sobre produtos estruturados, o que dificulta o surgimento de um mercado organizado e seu consequente desenvolvimento. Na ausência de tal legislação, as notas estruturadas ficam restritas a clientes *private* de algumas instituições, sendo comercializadas via aplicações em CDBs (renda fixa) e compra ou venda de um ou mais derivativos. Outra dificuldade para a sua popularização é o entendimento de que as negociações deste tipo estrutura exigem tributação sobre os seus componentes e não sobre a rentabilidade total da nota estruturada. Assim, os gestores de fundos de investimento e alguns bancos comerciais passaram a comercializar os chamados Fundos Estruturados Fechados. Estes fundos simplificam a oferta dos produtos em massa, fazendo o marketing da grade de produtos da instituição e tentando inovar, dependendo do ativo-objeto que utilizam nas opções embutidas. Tais fundos funcionam como um condomínio, isto é, o investidor faz uma aplicação que é remunerada por um percentual da taxa DI durante a vida do Fundo Estruturado, período no qual não são permitidos resgates. As notas estruturadas sob regulamentação adequada são mais flexíveis. O investidor escolhe a data de entrada na operação, não tem a possibilidade de ter dupla incidência de impostos, pode escolher o produto de acordo com seu cenário ou preferência e, eventualmente, tem a possibilidade de resgate antecipado. Além disso, como o fundo fecha a operação estruturada numa data específica, o preço do derivativo tende a ser pior do que nas notas estruturadas já que as tesourarias e corretoras preferem o fluxo menor e contínuo a alto e concentrado, o que implica um *hedge* mais caro e mais difícil.

O objetivo deste artigo é avaliar a existência de margens adicionais às taxas de administração cobradas no mercado brasileiro. Analisou-se a diferença entre preços de emissão de fundos

estruturados e os preços teóricos estimados a partir da elaboração de uma carteira, valorizando a parte relativa a renda fixa e estimando os preços dos derivativos embutidos nas estruturas. Se tal diferença é consistentemente observada, pode-se dizer que há indícios de uma margem adicional. Neste sentido, verificou-se que esta eventual margem adicional possui uma relação de longo prazo com a volatilidade do ativo-objeto dos derivativos considerados. Foi testado se existe uma tendência de longo prazo, o quanto de uma pode ser explicado pela outra e se existe uma precedência temporal entre as mesmas. Para tanto, foram analisados 40 fundos de investimentos fechados com emissão entre 2006 e 2011, 4 emissores distintos, 5 ativos-objetos, totalizando 5,4 bilhões de reais em valor financeiro. Este estudo não pretende chegar a precificação exata das estruturas analisadas, mas sim a uma comparação válida. A análise das diferenças de preços das emissões em relação aos preços teóricos conclui que existe uma margem praticada no mercado de produtos estruturados no Brasil. Estas margens podem ser justificadas pelos custos presentes na emissão de produtos além de custos de montagem, compra de títulos e opções, marketing, treinamento de pessoal de vendas e, além disso, margens e garantias bem como o custo de *hedge* destas estruturas. O mercado de derivativos para o investidor pessoa-física é bastante restrito, dado que pequenos investidores não têm acesso a estes mercados sem intermediação de uma corretora ou banco. Assim, há indícios de que existe uma margem adicional a favor dos emissores, mas este ganho pode ser justificado pela dificuldade do investidor em adquirir estes investimentos diretamente, além de possibilitar o ganho potencial principalmente num cenário de queda de taxas de juros, observado nos mercados emergentes, buscando ganhar mais do que as operações tradicionais sem risco de perda de capital. Verificando-se esta diferença de preços, analisou-se a existência de uma relação de longo prazo entre esta e a volatilidade. Foi testado se existe uma tendência de longo prazo, quantos dos erros de previsão podem ser explicados pelo comportamento da outra variável e a verificação de precedência temporal entre as mesmas. Observa-se na literatura uma considerável quantidade de estudos sobre Notas Estruturadas tanto nos EUA quanto na Europa, sendo alguns sobre as diferenças entre preços de mercado e preços embutidos nas notas consideradas. Em particular, na Suíça, Burth, Kraus e Wohlwend (2001) analisaram 275 produtos estruturados nos anos de 1990, período de baixas taxas de juros. Os autores distinguem produtos de *payoff* côncavo, estruturados com venda de opções, e produtos convexos, estruturados com compra de opções, muitas vezes, com capital garantido. Além disso, comparam os preços das notas estruturadas com os das opções negociadas em bolsas de valores européias, encontrando uma consistente diferença a favor dos emissores. Deve-se notar que, segundo os autores, tais diferenças de preços divergem de acordo com o emissor. Grünbichler e Wohlwend (2005) analisaram as volatilidades implícitas das opções embutidas nos produtos estruturados e similares negociadas em bolsa de 1999 a 2000 sem capital garantido nos mercados primário e secundário. Observou-se que as diferenças de preços encontradas se alteram de acordo com o emissor. Na Alemanha, Wilkens, Erner e Röder (2003) analisaram 170 produtos estruturados em novembro de 2001. Da mesma forma, analisaram a diferença de preços das opções embutidas nas notas estruturadas e os preços das opções negociadas na EUREX. A conclusão é que há uma diferença e, como esperado, é a favor dos emissores.

No Brasil, devido à escassez de base de dados e à falta de regulamentação específica, temos apenas dois trabalhos de referência sobre o tema. Andrade (1998) analisou os fundos estruturados com emissão entre 1996 e 1997. Estudando a precificação das opções que compõem tais fundos, o autor concluiu que existe uma diferença entre estes preços e a taxa de administração cobrada pelos fundos. Mais recentemente, Campanhã (2007) verificou 459 ofertas de produtos estruturados no mercado internacional e 8 fundos de investimento de capital protegido com emissão no Brasil, concluindo que existiu uma diferença entre os preços das opções embutidas e os preços das mesmas no mercado, sendo menores as diferenças encontradas nos fundos. A diferença média dos preços dos fundos era em 2007, em geral, menos da metade da encontrada por Andrade (1997). As diferenças de preços encontradas tanto nas publicações européias quanto nas brasileiras podem ser atribuídas às metodologias adotadas, pois os cálculos assumem algumas simplificações. Além disso, não se trata de mercados acessíveis a pessoas físicas diretamente e, nestes trabalhos, não foram mencionados os custos de margens e garantias.

Este artigo está organizado como segue: na seção 2 é detalhada a base de dados utilizada para o estudo em questão e a descrição das estruturas consideradas. Na seção 3 é detalhada a metodologia adotada e os resultados obtidos. Na seção 4 são descritas as conclusões obtidas a partir da análise dos resultados assim como indicações para extensões à pesquisa aqui apresentada.

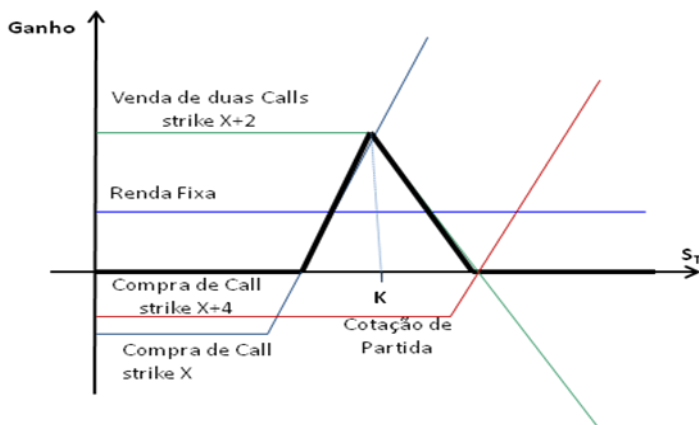
2. Base de Dados

Analisou-se 40 fundos de investimentos fechados com capital garantido emitidos entre 2006 e 2011. Foram 4 emissores distintos, com um patrimônio total de R\$ 5.410.241.323,00, prazo médio de 470 dias e cinco ativos-objetos. Uma característica comum a todos estes fundos é que todos garantem 100% do capital aplicado e todos remuneram 100% da alta ou queda do ativo. Esta inclinação no estudo de Andrade (1998) estava em torno de 40% e, para Campanhã (2007), na ordem de 100 a 130%. Um dos motivos para esclarecer este aumento de percentual da remuneração é a estruturação destes produtos utilizando opções exóticas ao invés de opções *plain vanilla*. Nos últimos anos, o desenvolvimento deste mercado, principalmente, na Europa e EUA fez com que outros países utilizassem estas estratégias exóticas, por serem, em geral, mais baratas e, muitas vezes, mais adequadas ao cenário de mercado. A estruturação destes fundos é uma aplicação em renda fixa e compra ou venda de uma ou mais opções. A aplicação na renda fixa garante o capital aplicado e as opções permitem o ganho com a alta ou queda do ativo-objeto. Nestes fundos analisados encontra-se 6 estratégias distintas cujos nomes correspondem às próprias estratégias ou os nomes das opções embutidas, isto é *Butterfly*, *Call Spread*, *Call Up and Out*, *Digital*, *Put Spread* e *Straddle knock-out*.

Butterfly:

É a combinação de uma renda fixa mais uma estratégia de compra de uma *call plain vanilla* no *strike* X , venda de duas *calls plain vanilla* no *strike* $X + 2$ e compra de uma *call* no *strike* $X + 4$. Esta estratégia tem o ganho máximo limitado, mas a perda máxima também. É uma oportunidade de ganhar com pequenas oscilações do ativo-objeto, tendo expectativa de baixa volatilidade. Esta estratégia impacta um número grande de transações: duas posições compradas e duas vendidas. Deve-se monitorar os custos das transações, margens, bem como o custo destas opções *plain vanilla* que são mais caras do que as exóticas. A figura abaixo ilustra o *payoff* da renda fixa com a compra *call* de Ibovespa no *strike* 60.000, duas vendas de *calls* no *strike* 65.000 pontos e uma compra de *call* no *strike* 70.000 pontos. Como as opções são européias e *plain vanilla*, a verificação ocorre somente no vencimento.

Figura 1 *Payoff* do Fundo de Capital garantido com compra de uma estratégia Butterfly

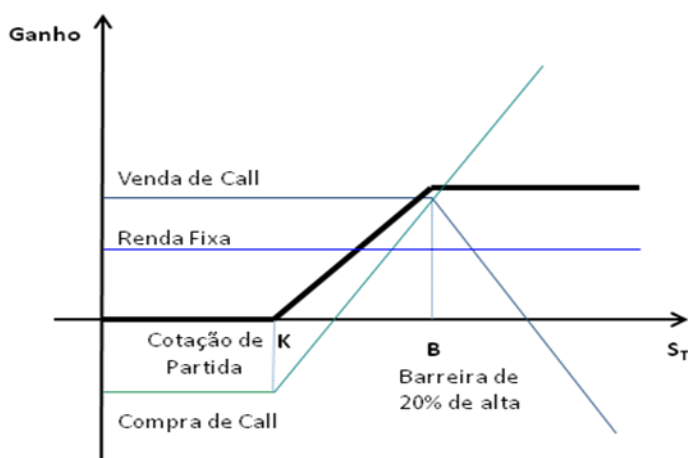


Fonte: ANBIMA. Elaboração Própria

Call Spread:

Esta estratégia é uma combinação de uma aplicação em renda fixa mais a compra de um *call spread*, isto é compra de *call* e venda de *call* em *strikes* distintos. Estratégia que remunera 100% da alta da bolsa até certo patamar, por exemplo, 25%. Caso a alta seja superior a este valor de referência (no exemplo 25%), em qualquer momento, o ganho fica travado neste patamar. Oportunidade de remunerar com a alta moderada do ativo e, se cair, o capital está garantido. O *payoff* é obtido com uma aplicação em renda fixa e uma compra de *call* no *strike* K e uma venda de *call* no *strike* B , sendo $B > K$. Como as opções são européias e *plain vanilla*, a verificação para o *payoff* é feita somente no vencimento da operação.

Figura 2 *Payoff* do Fundo de Capital garantido com compra de Call Spread

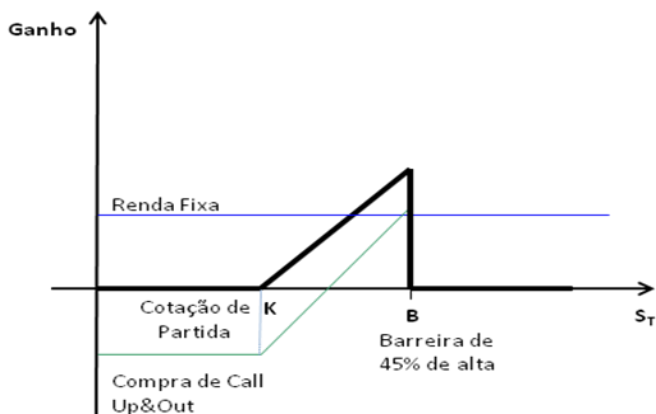


Fonte: ANBIMA. Elaboração Própria

Call Up and Out:

Call up and out, conhecida como CUO, é a uma aplicação em renda fixa mais a compra de uma *call up and out*, isto é uma *call* com limite de ganho. Esta estratégia remunera 100% da alta do ativo até certo patamar, conhecido como barreira (B). Se atingir esta barreira, em qualquer momento da operação, o cliente pode receber uma taxa pré-fixada ou o capital garantido. Nos fundos analisados o cliente recebia o capital garantido. Como a CUO é uma opção exótica, ela é mais barata do que uma *call plain vanilla*, por isso consegue-se remunerar 100% da variação. Nos estudos anteriores de Andrade (1998) os fundos pagavam menos do que 10% da variação do ativo e, no trabalho de Campanhã (2007) esta inclinação variava entre 100 a 130% da variação do ativo-objeto, oportunidade de receber toda a alta do ativo-objeto com um cenário de alta moderada. O *payoff* da estratégia é ilustrado abaixo: uma renda fixa com compra de uma CUO de *strike* K e barreira B , verificada em qualquer momento da operação.

Figura 3 *Payoff* do Fundo de Capital garantido com compra de Call Up and Out sem rebate

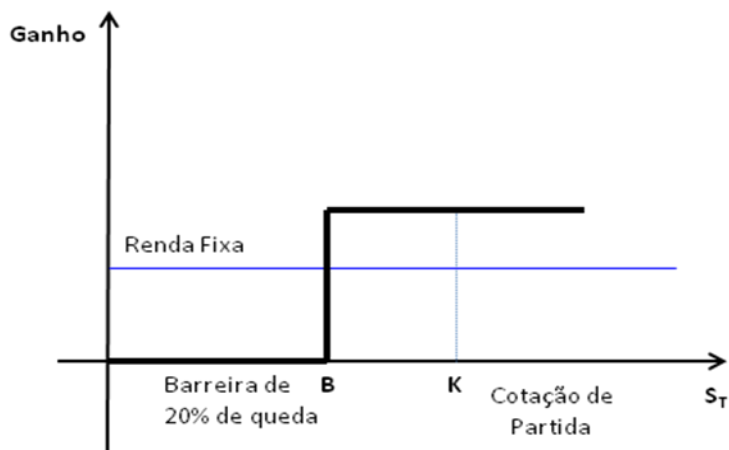


Fonte: ANBIMA. Elaboração Própria

Digital:

Estratégia com uma renda fixa mais a compra de uma digital, opção exótica. Nesta estratégia, o fundo analisado compra uma digital no *strike* K com barreira B , sendo B equivalente a 80% de K . Oportunidade de ter a rentabilidade máxima se o ativo-objeto subir, ficar parado ou cair até 20%. Se, em qualquer momento da operação, o ativo cair mais do que 20%, o cliente recebe o capital garantido. Cenário em que não se esperada queda abrupta do ativo. O *payoff* é ilustrado abaixo, sendo K o *strike* e B a barreira monitorada no *intraday*.

Figura 4 *Payoff* do Fundo de Capital garantido com compra de uma opção *Digital*

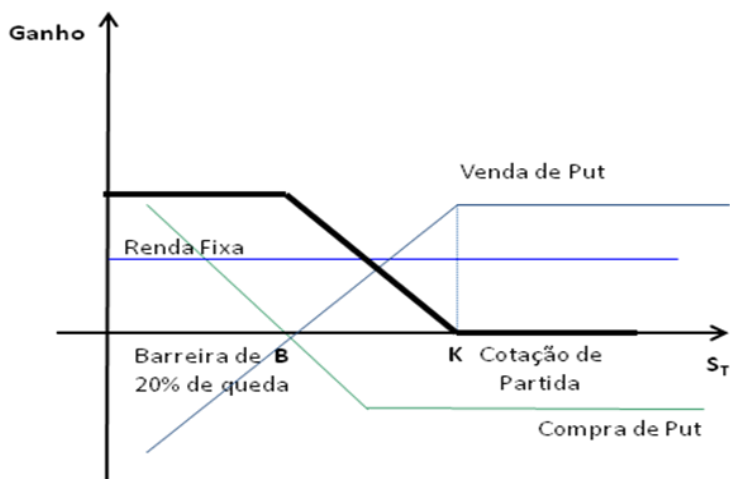


Fonte: ANBIMA. Elaboração Própria

Put Spread:

Put spread é uma combinação de uma aplicação em renda fixa, uma compra de *put* no *strike* K e uma venda de *put* no *strike* B , sendo $B < K$. Nos fundos analisados, o cliente ganha com a queda do ativo-objeto até 20% e, se o ativo cair mais do que 20%, o ganho esta travado. Por outro lado, se o ativo subir, 100% do capital aplicado esta garantido. Oportunidade de rentabilizar com a queda do ativo em um cenário de queda moderada do ativo, como as opções são européias, a verificação do *payoff* dá-se somente no vencimento. Usa-se a venda da *put* para subsidiar a compra da outra opção.

Figura 5 *Payoff* do Fundo de Capital garantido com compra de Put Spread

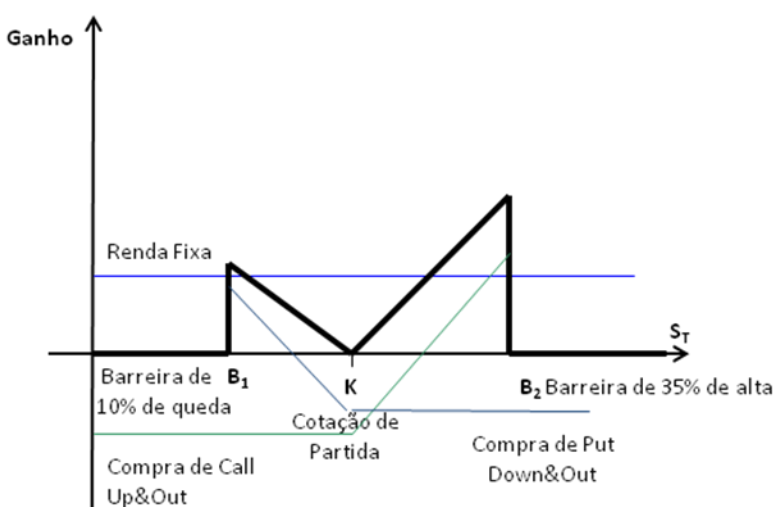


Fonte: ANBIMA. Elaboração Própria

Straddle KO:

Esta estratégia é composta de uma renda fixa mais uma compra de *call up and out* (CUO) e uma compra de *put down and out* (PDO). Nesta estrutura se ganha 100% da alta do ativo e 100% da queda do ativo até certo patamar. Nos fundos analisados, um exemplo seria a CUO com *strike K* com barreira de B_2 e compra de PDO com *strike K* e barreira B_1 . As barreiras B_1 e B_2 são verificadas em qualquer momento da operação e são independentes. Isso significa que se uma barreira for atingida, ainda há possibilidade de ganho na ponta oposta. Porém, se as duas barreiras forem atingidas ou uma for atingida e, no vencimento, não voltar para o outro lado do *strike*, o capital esta garantido. Estratégia para remunerar com a alta e queda do ativo-objeto, mas limitada. Não se espera que o ativo fique no mesmo patamar. A figura abaixo ilustra o *payoff* da estratégia.

Figura 6 *Payoff* do Fundo de Capital garantido com compra de *Call Up and Out* sem rebate e compra de *Put Down and Out* sem rebate



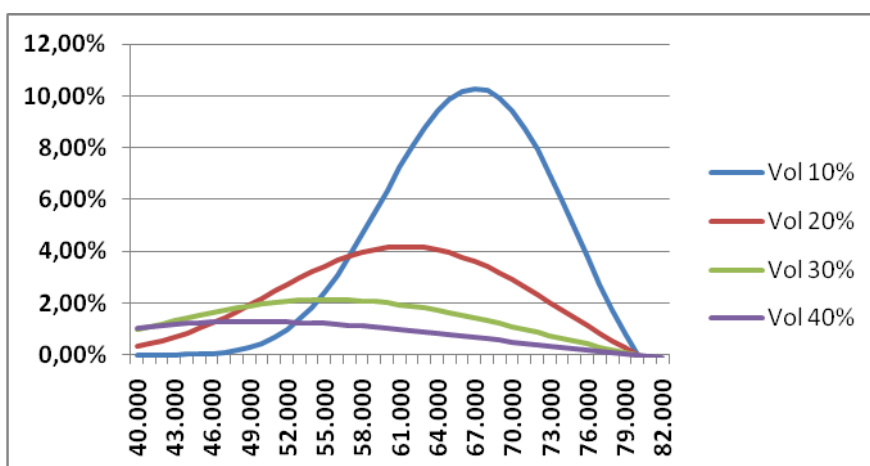
Fonte: ANBIMA. Elaboração Própria

3. Metodologia

Para fins de investigação da existência de uma margem além da taxa de administração dos fundos emitidos entre 2006 e 2011, analisou-se se existiu uma diferença entre a taxa de administração e o preço das estruturas que compõem este fundo, verificando-se assim, se há uma sobrevalorização. Esta metodologia já foi utilizada em trabalhos anteriores e, da mesma forma, não se pretende chegar ao cálculo exato dos preços embutidos na estrutura dos fundos ou mesmo na diferença rigorosa destes preços, já que algumas premissas para este cálculo foram utilizadas. A metodologia para a análise de relação entre o *spread* e a volatilidade estimada consiste na utilização de três procedimentos econométricos complementares: Teste de Cointeração, Decomposição da Variância dos Erros e o Teste de causalidade de Granger.

Os fundos de capital protegido são estratégias que combinam aplicação em renda fixa (taxa pré-fixada) e compra ou venda de um ou mais derivativos. Estas estruturas são as definidas no capítulo anterior, seja composta por opções *plain vanilla*: *Butterfly*, *Call Spread* e *Put Spread* ou exóticas: *Butterfly*, *Call Up and Out*, *Digital*, *Straddle Knock-Out*. As primeiras opções são européias, verificação somente no vencimento, não importando o que ocorre no período da operação. As exóticas possuem barreiras monitoradas em qualquer momento da operação, opções americanas. Estas barreiras exóticas podem ter rebate ou não, isso significa que se uma barreira for atingida, o investidor deixa de ganhar uma variação do ativo e ganha ou paga uma taxa pré-fixada. As taxas pré-fixadas utilizadas para a valorização do caixa do fundo foram obtidas através dos contratos futuros de swaps negociados BovespaBM&F, curva futura de juros. Foi respeitado o prazo dos fundos com a data início e fim dos contratos de swaps pré X DI. Para o cálculo das opções embutidas nas estruturas, utilizou-se os modelos propostos por Merton (1973) e Reiner e Rubinstein (1991). A volatilidade utilizada foi a histórica, estimada através dos desvios-padrão dos retornos diários a partir do fechamento do Índice Ibovespa, respeitando os prazos dos fundos. Entende-se que a volatilidade histórica não é um parâmetro que embute as condições futuras de mercado, não sendo, portanto, um bom previsor, mas os prazos dos fundos analisados são bem superiores aos prazos das opções negociadas com liquidez no mercado. Além disso, como visto anteriormente, as opções são exóticas e quase não negociadas no mercado futuro. Somente 6 dos 40 fundos são estruturados com opções *plain vanilla*. Estas opções exóticas, no caso dos fundos analisados, opções *knock-out*, são estratégias em que a opção não existe mais se a barreira for atingida. Isto significa que se o ativo tiver uma variação positiva ou negativa maior do que a barreira, ela foi atingida e, sendo assim, a rentabilidade com a variação do ativo deixa de existir para ser capital garantido, ou um rebate, ou um mínimo garantido, dependendo das características da opção. Outra particularidade destas opções exóticas é que, quanto maior a volatilidade, menor o prêmio das opções, pois com o aumento da volatilidade, maior é a probabilidade de ser acionada a barreira e, portanto, maior a possibilidade da opção deixar de existir. Esta característica pode ser observada no Gráfico 1 abaixo.

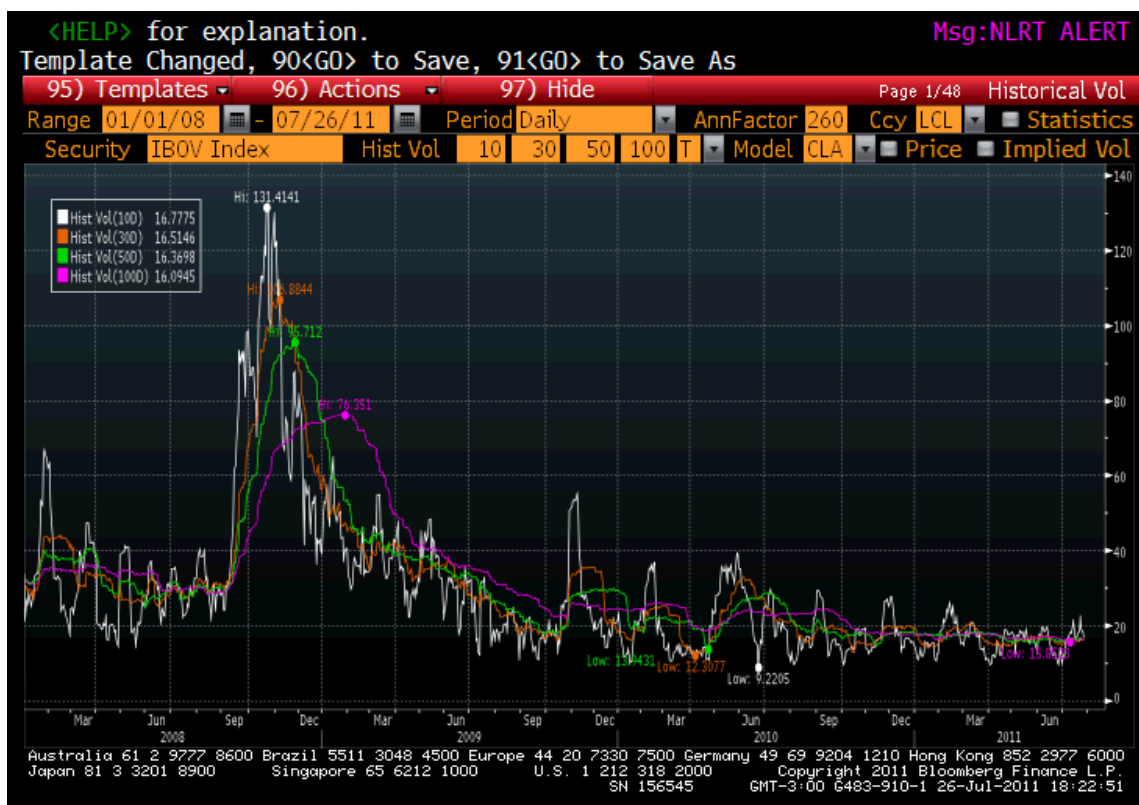
Gráfico 1 Prêmio de compra de *CUO* do índice Ibovespa para diferentes volatilidades com strike 60.000 pontos e barreira 80.000 pontos



Fonte: Elaboração Própria.

Uma observação bastante interessante é que no período da crise, entre setembro 2008 e junho de 2009 observaram-se patamares de volatilidade em média em torno de 80% o que afeta diretamente os preços das opções. Mesmo no final de 2009 a volatilidade histórica de 10 dias ainda estava acima de 50%, porém, quando se observa os anos de 2010 e 2011 a volatilidade fica mais ou menos estável entre 10% e 30%, conforme figura abaixo. Este histórico de volatilidade pode ter viesado os resultados obtidos.

Figura 7 Volatilidade histórica de 10, 30, 50 e 100 dias no período de 01/01/2008 à 26/07/2011



Fonte: Bloomberg

Para verificar se há uma sobrevalorização, utilizou-se a fórmula abaixo:

$$\text{Diferença de Preços (DP)} = \frac{\text{Caixa}_{D0} - p \times \text{Opção}_{\text{Teórica}}}{F} \times 100\% \quad (1)$$

Caixa_{D0} : recursos disponíveis (caixa da operação)

$\text{Opção}_{\text{Teórica}}$: prêmio da opção embutida no fundo

p : percentual da variação do ativo (na base de dados analisada o valor da participação da valorização positiva ou negativa do ativo é de 100%)

F : valor de face do capital investido.

$$\text{Caixa}_{D0} = I_{D0} - C_{ADM} \quad (2)$$

Sendo que:

$$I_{D0} = F \times \left(1 - \frac{1}{(1+i)^{\frac{ndu}{252}}}\right) \quad (3)$$

$$C_{ADM} = F \times \left((1+t_{ADM})^{\frac{ndu}{252}} - 1\right) \quad (4)$$

em que:

I_{D0} : montante bruto de recursos para a compra de opções. No vencimento o investidor tem o capital garantido líquido em conta, este e o montante de juros pagos para ter o principal no vencimento trazido a valor presente pela taxa pré de mercado;

C_{ADM} : montante de recursos necessários em D0 para pagar a taxa de administração do fundo.

i : a taxa de juros aplicada sobre o capital investido (base exponencial por 252 dias úteis)

t_{ADM} : a taxa de administração (base exponencial por 252 dias úteis)

ndu : numero de dias úteis da aplicação do capital investido

F : valor de face do capital investido

A partir dos resultados obtidos, calculou-se a média da diferença de preços. Calculamos a diferença de preços dos 40 fundos analisados e testamos se esta diferença foi significativamente diferente de zero através do teste t de Student. Se $H_0: DP < 0$ e $H_a: DP > 0$. Se H_0 for rejeitado, existe diferença de preços, portanto, existiu sobrevalorização dos preços nas estruturas.

Seja Z uma variável aleatória $Z \sim N(0,1)$. Assumimos que: $(\bar{X} - \mu) = DP$ e verificamos se rejeitaremos $H_0: Z > Z_{\alpha}$.

$$Z = \frac{\sqrt{n} (\bar{X} - \mu)}{\sigma} \sim N(0,1) \quad (5)$$

em que:

n : número de observações na amostra;

μ : média

\bar{X} : amostra

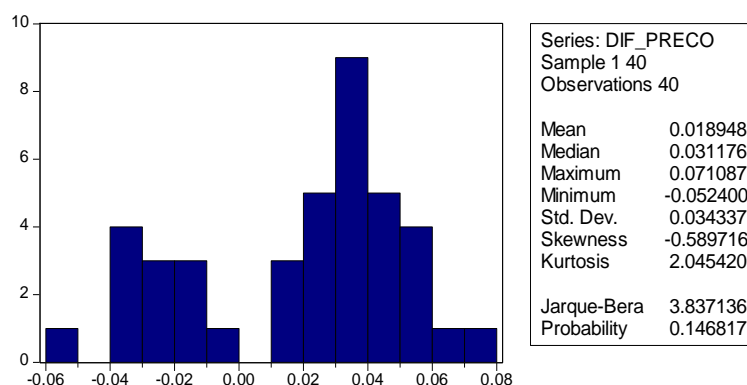
σ : desvio-padrão

Z_{α} : Z da tabela t de Student

α : nível de significância, quanto menor melhor.

Segue abaixo o histograma da diferença de preços dos 40 fundos analisados. A média encontrada foi de 1,89% ao ano.

Figura 8 Histograma 40 Fundos de Investimento Fechados



Fonte: ANBIMA. Elaboração Própria

Este resultado foi muito próximo ao encontrado em outros trabalhos, e com a média de 1,89% a.a. a favor dos emissores, rejeitamos H_0 . No Brasil, Campanhã (2007) encontrou uma média de 2,02% a.a. e Andrade (1998) de 7% a.a., sendo que de 1998 a 2007 não só a volatilidade do índice Bovespa diminuiu, mas também a expectativa de uma nova legislação ser aprovada elevaram a quantidade de bancos e *assets* no mercado provocando a consequente competitividade entre tais agentes. Como mencionado anteriormente, no mercado internacional, Burth, Kraus e Wohlwend (2001) na Suíça e Burth, Kraus e Wohlwend (2001) na Alemanha também chegaram a vieses favoráveis aos emissores. Além disso, analisaram o mercado secundário ainda inexistente no Brasil.

Relação entre Volatilidade e Spread

A análise da relação entre essas séries *volatilidade* e *spread/margem* foi realizada para verificar se existe uma tendência de longo prazo entre elas e, existindo esta relação verifica-se se as séries se ajustam para mantê-la. Para verificar a existência da tendência utilizou-se três procedimentos econométricos complementares.

1. **Teste de Cointegração:** que analisa a existência de uma relação estável de longo prazo entre as séries, ou seja, a existência de uma tendência comum entre eles. Uma vez confirmada a existência de um vetor de cointegração entre as séries foi estimado um modelo de Vetor de Correção de Erros (VEC), que analisa a influência de eventuais desajustes nessa relação de longo prazo sobre a dinâmica das séries.
2. **Decomposição de variância dos erros de previsão obtidos a partir dos modelos VEC estimados:** que indica quanto dos erros de previsão de uma variável podem ser explicados pelo comportamento da própria variável, e quanto pode ser explicado por outras variáveis.
3. **Testes de causalidade de Granger:** para verificação da precedência temporal entre as variáveis. Os testes de causalidade de Granger buscam conhecimento da existência de precedência temporal nas variações de duas séries. A hipótese nula do teste é que a variável x não-granger causa a variável y . Isto é, x não precede temporalmente y . A rejeição desta hipótese indica que variações da variável x ocorrem em momentos anteriores a variações em y . Os testes entre a volatilidade e o *spread* foram feitos considerando-se quatro defasagens distintas, a fim de se observar a robustez dos resultados.

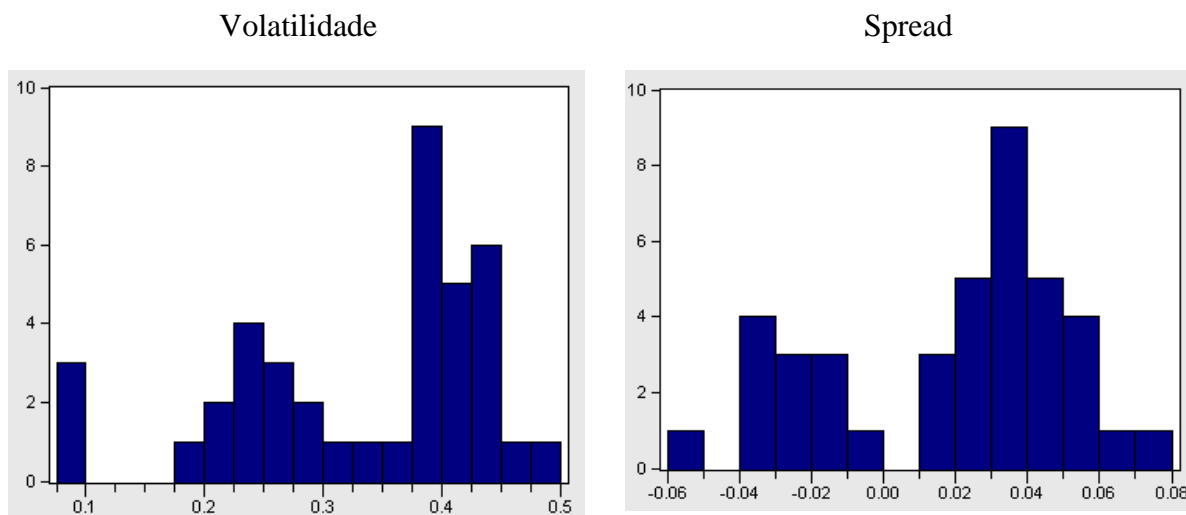
Na tabela 5.3 e na Figura 5.2 estão as estatísticas descritivas e os histogramas das séries *spread* e volatilidade. A série *spread* é a diferença de preços (diferença entre o preço de emissão e o preço teórico calculado) encontrada no capítulo anterior para cada fundo analisado e a volatilidade é a estimada para cada fundo.

Tabela 1 Estatísticas Descritivas das Séries Spread e Volatilidade

	Spread	Volatilidade
Média	0,018948	0,334194
Mediana	0,031176	0,390586
Máximo	0,071087	0,480847
Mínimo	-0,052400	0,085942
Desvio Padrão	0,034337	0,106384
Skewness	-0,589716	-0,848583
Kurtosis	2,045420	2,791821
Jarque-Bera	3,837136	4,872854
Probabilidade	0,146817	0,087473
Soma	0,757912	13,36775
Soma dos Quadrados dos Resíduos	0,045983	0,441382
Observações	40	40

Fonte: ANBIMA. Elaboração: Própria

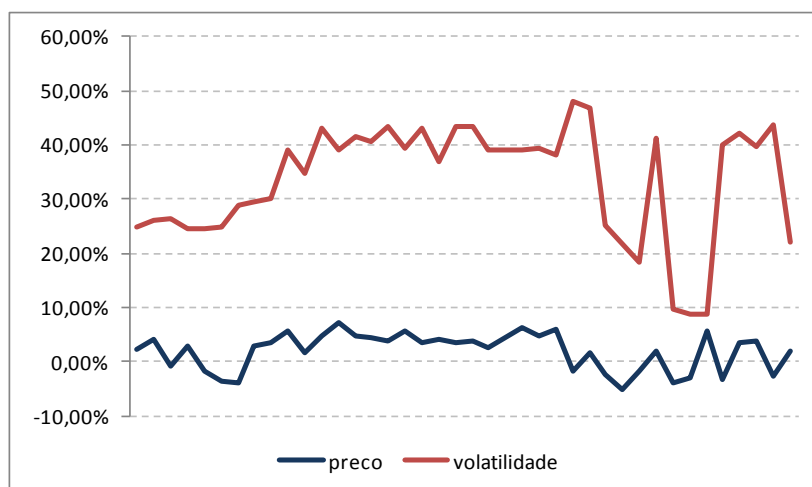
Figura 9 Histogramas das Séries Spread e Volatilidade



Fonte: ANBIMA. Elaboração: Própria

O gráfico 5.1 apresenta as séries de dados utilizadas. Percebe-se que as séries caminham paralelamente, apresentando uma tendência comum no longo prazo.

Gráfico 2 Evolução das Séries Spread e Volatilidade



Fonte: ANBIMA. Elaboração: Própria

4.1 Cointegração

Primeiramente, realizamos testes de raiz unitária. A análise do correlograma das séries e os testes de raiz unitária ADF (*Augmented Dickey-Fuller*) apontam que as séries são todas não-estacionárias, possuindo uma única raiz unitária, de modo que se tem um modelo balanceado. Para a seleção do número de defasagens para a realização dos testes de cointegração, levamos em consideração, conjuntamente, os critérios de determinação estatística da ordem do modelo autorregressivo vetorial (VAR) e a inexistência de autocorrelação dos resíduos dos modelos VEC estimados. A escolha da inclusão ou não de termos deterministas e/ou constantes, dentro e fora do vetor de cointegração, foi inicialmente conduzida por meio de avaliação gráfica, seguida de análise da significância dos coeficientes estimados (testes *t* e *F*).

O modelo é representado por VAR de ordem 1, VEC(0) consequentemente, sem tendência nem intercepto. A Tabela 4.1 apresenta os resultados dos testes de cointegração¹. A primeira coluna destaca as características do modelo escolhido. As colunas seguintes expõem os resultados dos testes de cointegração.

Tabela 2 Estatísticas do Teste de Cointegração

Produtos	Modelo	Traço		Máximo	
		Nenhum	Um	Nenhum	Um
Lags: 0					
Spread-Volatilidade	Sem intercepto	0,0013	0,4145	0,0010	0,4145
Sem tendência					

Fonte: ANBIMA . Elaboração: Própria

A hipótese de não existência de um vetor de cointegração entre as séries foi rejeitada a um nível de significância de 5%. Por outro lado, a hipótese de existência de apenas um vetor de cointegração não foi rejeitada. Esse resultado aponta para **a existência de um vetor de cointegração entre essas séries**. A existência de um vetor de cointegração entre as séries, indica que, de fato, a volatilidade e o spread têm uma relação de longo prazo.

Tabela 3 Vetor de Correção de Erros

Produtos	SPREAD(-1)	VOLATILIDADE(-1)
	1,0000	-0,068711
Spread-Vol		(0,01783)
		[-3,85394]

Fonte: ANBIMA . Elaboração: Própria

Considerando o par de séries spread-volatilidade, a análise dos coeficientes de ajustamento associados aos vetores de cointegração indica que desajustes na relação de longo prazo afetam o spread. No modelo estimado, o coeficiente associado ao spread é estatisticamente significativo, mas o o coeficiente associado à volatilidade não é estatisticamente significativo à 5%. Isto significa que **é o spread que se ajusta à volatilidade para manter o equilíbrio de longo prazo entre as séries**.

¹ A hipótese nula deste teste é a existência de no máximo r vetores de cointegração, ou seja, dos n autovalores estimados, apenas os r maiores são significantes.

$$H_0 : \lambda_{r+1} = \lambda_{r+2} = \dots = \lambda_N = 0$$

A estatística do teste é dada por $-2 \log Q = T \sum_{i=r+1}^N \log(1 - \hat{\lambda}_i)$. Se essa soma for pequena, então os autovalores r+1, r+2, ..., N serão próximos de zero. Este teste é conhecido como teste do traço. O teste do máximo autovalor testa a significância de λ_{r+1} é testada. Este último é um teste estatístico que possui maior poder estatístico, pois é um teste conjunto, e o seu resultado foi utilizado, prioritariamente, para a determinação do número de vetores de cointegração.

Tabela 4 Coeficientes de Ajustamento sem Custos

Produtos	D(SPREAD)	D(VOL)
	-0,728263	0,820921
Spread-Vol	(0,15897)	(0,48985)
	[-4,58103]	[1,67586]

Fonte: ANBIMA. Elaboração: Própria

4.2 Decomposição de Variância

A análise da decomposição da variância dos erros de previsão permite aferir a parcela da variação projetada de cada série que pode ser explicada pelas variações da outra ao longo do tempo, e vice-versa. A decomposição da variância mostra que, ao longo de um horizonte estabelecido de 20 observações, as variações do spread são explicadas pela volatilidade. Após 20 observações, cerca de 36% das variações no spread são explicadas pelas variações da volatilidade. Por outro lado, menos de 20% variações na volatilidade são explicadas pelas variações do spread.

Tabela 5 Decomposição de Variância

Produtos	Tempo	Spread em função de Volatilidade	Volatilidade em função de Spread
Spread-Volatilidade	10 períodos	21,65%	17,11%
	20 períodos	35,79%	19,31%

Fonte: ANBIMA. Elaboração: Própria

4.3 Causalidade de Granger

Os testes de causalidade de Granger buscam conhecimento da existência de precedência temporal nas variações de duas séries. Os resultados do teste de causalidade de Granger indicam que a hipótese de não precedência temporal da volatilidade em relação ao spread não deve ser rejeitada ao nível de significância de 10%, com robustez à variação de defasagens. Por outro lado, indicam que spread *granger causa* volatilidade, rejeitando a hipótese nula. Ou seja, as variações do spread precedem as variações da volatilidade, sendo que o oposto não é verdadeiro.

Tabela 6 Testes de Causalidade de Granger

Produto	Lags	H_0 : Volatilidade não precede Spread	H_0 : Spread não precede Volatilidade
Spread-Volatilidade	2	0,39392	0,00986
	3	0,47766	0,01810
	4	0,63711	0,00555
	5	0,58238	0,00485

Fonte: ANBIMA. Elaboração: Própria

5. Conclusão

As notas estruturadas assim como os fundos estruturados são compostos por uma aplicação em renda fixa e um ou mais derivativos. As notas ganharam atratividade nos EUA e Europa nos anos 80 e 90, principalmente, devido às taxas de juros mais baixas. Além disso, estes países possuem uma legislação específica, o que não acontece no Brasil, dificultando o desenvolvimento deste mercado e fomentando a sua elaboração via Fundos de Investimentos Estruturados.

Este artigo procurou analisar se houve sobrevalorização nos Fundos de Investimentos emitidos no Brasil entre 2006 e 2011, questão de interesse tanto no meio acadêmico quanto no mercado financeiro. Através das fórmulas fechadas de Haug, calcularam-se os preços e, na seqüência, analisou se existe uma diferença de preços. O resultado obtido indica uma sobrevalorização a favor dos emissores assim como apresentado por outros trabalhos no Brasil: Andrade (1998) e Campanhã (2007) e no mercado internacional por Burth, Kraus e Wohlwend (2001), Szymanoska, Horst e Veld (2004) na Suíça e Wilkens, Erner e Röder (2003) na Alemanha.

A metodologia adota é muito similar à utilizada nestes trabalhos, porém, não se pode afirmar que esta diferença encontrada não seria custo na estruturação destes fundos analisados. Existem custos que não foram contemplados neste estudo, tais como: marketing, estruturação, desenvolvimento de sistemas e *hedge* das operações. Sendo assim, não se pode afirmar que não é um bom investimento ou o custo é significativo, pelo contrário, como o mercado de derivativos no Brasil é bastante restritivo, pequenos investidores não teriam acesso sem intermédio de um banco ou corretora, são produtos que trazem um ganho potencial e, principalmente, em países emergentes em que as taxas de juros tendem a cair estes investimentos tendem a ser tornar mais atrativos do que os investimentos tradicionais como aconteceu nos países emergentes. Como existem alguns custos não abordados neste trabalho, além do investidor pessoa-física não conseguir acessar este mercado de forma direta, não se pode afirmar que não é vantajoso para o investidor adquirir estes fundos de investimento. Além disso, o modelo de precificação assumiu diversas simplificações como a estimação de volatilidade, fórmula de precificação fechada e, assim sendo, não foi possível replicar exatamente os preços das opções embutidas. Adicionalmente, a maioria das opções estudadas é exótica, mais complexa de precificar devido à falta de liquidez de mercado. Na análise da relação entre a volatilidade e o spread, o teste de Cointegração mostrou que o coeficiente associado ao spread é estatisticamente significativo e à volatilidade não, pode-se dizer que é o spread que se ajusta à volatilidade para manter o equilíbrio de longo prazo. Na Decomposição da Variância há indícios de que as variações do spread são explicadas pela volatilidade. E, por fim, a Causalidade de Granger indica a existência de precedência temporal entre as séries, as variações do spread precedem as variações da volatilidade e o oposto não é verdadeiro. O que pode justificar esta precedência é a volatilidade esperada para o dia já ser negociada após o *call* de opções. Este artigo

pretende ilustrar as estratégias negociadas recentemente no mercado de Fundos Estruturados e, contribuir para as discussões sobre a nova legislação de produtos estruturados que o banco central do Brasil esta em vias de definir.

Como sugestões de trabalhos futuros ficam a estimação de volatilidade implícita ou mesmo a estocástica, além de analisar se esta diferença persiste após a queda acentuada nos juros em 2012 e também após a implantação da nova regulamentação.

BIBLIOGRAFIA

ANDRADE, S. C. (1998). Sobre o funcionamento dos fundos garantidos. IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Texto para Discussão, n. 561, Mai. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/pub/td/1998/td_0561.pdf>. Acesso em: 15/02/2007.

BLACK, F.; SCHOLES, M. (1973). The pricing of options and corporate liabilities. *Journal of Political Economy*, Vol. 81, n. 3, p. 637-654, May-Jun 1973.

BURTH, S.; KRAUS, T.; WOHLWEND, H.P. (2001) The pricing of structured products in the Swiss market. *The Journal of Derivatives*, p.30-40, winter 2001.

CAMPANHÃ, M.B. (2007). Produtos Estruturados Vinculados à Ações: Uma análise empírica para operações com ativos subjacentes brasileiros durante o período de 2006-2007.

DUARTE J. A. M.; HEIL, T. B. B.; PINHEIRO, M.A. (1996). Estimação da volatilidade de ativos e índices brasileiros. *Resenha BM&F*, n.111, p 16-28, 1996.

DUARTE J. A. M.; HEIL, T. B. B.; PINHEIRO, M.A. (1996). Previsão da Volatilidade de Ativos e Índices Brasileiros. *Resenha BM&F*, n.112, p 15-2, 1996.

ENDERS, W. (2004) *Applied econometric times series*. 2.ed., New York: John Wiley & Sons, Inc., p.108-155.

GUJARATI, D. N. (2004) *Basic Econometrics*, 5 ed., p. 147-148.

GRÜNBICHLER, A.; WOHLWEND, H. P. (2005). The valuation of structured products: Empirical findings for the Swiss market. *Financial Markets and Portfolio Management*, v. 19, n. 4, p. 361-380.

HAUG, E. P. (1998). *The complete guide to option pricing formulas*. New York: Mc Graw-Hill, p. 70-71.

HULL, J. C. (2003). *Options, Futures, and other Derivatives*. 5. ed., New Jersey: Prentice Hall.

MERTON, R.C. (1973) Theory of rational option pricing. *Bell Journal of Economics and Management Science*, v.4, p.141-183.

MERTON, R.C. (1990) *Continuous-Time Finance*, Blackwell Publishers, Cambridge, 2 ed.

REINER, R.; RUBINSTEIN, M. (1991) Breaking down the barriers. *Risk*, p.29-35, sep.1991.

SOBRINHO, N. F. S. (2001) Extração da volatilidade do Ibovespa. *Resenha BM&F*, n.114, p.17-37.

- STOIMENOV, P. A.; WILKENS, S. (2004). Are structured products 'fairly' priced? An analysis of the German market for equity-linked instruments. *Journal of Banking & Finance*, Vol. 29, p. 2971-2993, Nov 2004.
- SZYMANOWSKA, M.; HORST, J.; VELD, C. (2004). An empirical analysis of pricing Dutch reverse convertibles bonds. Working Paper , Tilburg University, Netherlands, Mar. 2004.
- VALLS PEREIRA, P. L.; HOTTA, L. K.; LAURINI, M.; MOLLICA, M. (2003) Modelos Econométricos para Estimación e Previsão de Volatilidade. In: Duarte Jr, A. M.; Varga, G. (Org.). *Gestão de Riscos no Brasil*. Rio de Janeiro, p. 97-123.
- WASSERFALLEN, W.; SCHENK, C. (1996) Portfolio insurance for the small investor in Switzerland. *The Journal of Derivatives* Vol 4, p. 37-43, Spring 1996.
- WILKENS, S.; ERNER, C.; RÖDER, K. (2003). The pricing of structured products in Germany. *Journal of Derivatives*, n. 11, p. 55-69, Fall, 2003.
- WILMOTT, P. (1998). *Derivatives: The Theory and Practice of Financial Engineering*, John Wiley & Sons.
- WOLFGANG, B; PERST, P. (2006). Retail banking and behavioral financial engineering. The case of structured products. *Journal of banking and Finance*, Vol 31.