

TEXTO PARA DISCUSSÃO Nº 561

**SOBRE O FUNCIONAMENTO DOS
FUNDOS GARANTIDOS**

Sandro Canesso de Andrade*

Rio de Janeiro, maio de 1998

* Da Diretoria de Pesquisa do IPEA.



O IPEA é uma fundação pública vinculada ao Ministério do Planejamento e Orçamento, cujas finalidades são: auxiliar o ministro na elaboração e no acompanhamento da política econômica e prover atividades de pesquisa econômica aplicada nas áreas fiscal, financeira, externa e de desenvolvimento setorial.

Presidente

Fernando Rezende

Diretoria

Claudio Monteiro Considera

Luís Fernando Tironi

Gustavo Maia Gomes

Mariano de Matos Macedo

Luiz Antonio de Souza Cordeiro

Murilo Lôbo

TEXTO PARA DISCUSSÃO tem o objetivo de divulgar resultados de estudos desenvolvidos direta ou indiretamente pelo IPEA, bem como trabalhos considerados de relevância para disseminação pelo Instituto, para informar profissionais especializados e colher sugestões.

ISSN 1415-4765

SERVIÇO EDITORIAL

Rio de Janeiro – RJ

Av. Presidente Antônio Carlos, 51 – 14º andar – CEP 20020-010

Telefax: (021) 220-5533

E-mail: editrj@ipea.gov.br

Brasília – DF

SBS Q. 1 Bl. J, Ed. BNDES – 10º andar – CEP 70076-900

Telefax: (061) 315-5314

E-mail: editbsb@ipea.gov.br

© IPEA, 1998

É permitida a reprodução deste texto, desde que obrigatoriamente citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são rigorosamente proibidas.

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

1 - INTRODUÇÃO	1
2 - PROJETANDO UM FUNDO GARANTIDO	2
2.1 - Precificação e Interpretação	2
2.2 - <i>Hedge</i> e Ganho Potencial	6
2.3 - Outros Riscos.....	7
3 - METODOLOGIA	9
3.1 - Considerações Gerais.....	9
3.2 - Rolagem do <i>Hedge</i>	10
3.3 - Avaliação do Ganho.....	10
3.4 - Custos de Transação e Taxa de Administração.....	10
4 - RESULTADOS E CONCLUSÕES	11
APÊNDICE	15
BIBLIOGRAFIA	17

RESUMO

Neste trabalho, além de expor a precificação e o *hedge* de fundos garantidos, examinamos mediante simulação histórica o ganho que um administrador hipotético de um fundo garantido, com as mesmas características do fundo garantido mais popular do Brasil, teria obtido no período agosto de 1996/junho de 1997. Os resultados mostram que, apesar de substanciais riscos de erro de replicação dinâmica, o seguro de portfólio teria sido vendido ao aplicador a um preço consideravelmente superior ao “justo”.

ABSTRACT

In this discussion text, besides showing the pricing and hedging of the Brazilian capital guaranteed funds, we examine through historical simulation the effective gain that an hypothetical guaranteed fund administrator, with the same operational characteristics of the most popular of these funds, would have obtained from August 1996 to June 1997. The results show that, although there were substantial dynamic replication risks, the portfolio insurance would have been sold to the investor considerably above the “fair” price.

1 - INTRODUÇÃO

Graças ao sucesso do plano de estabilização da economia, a receita dos bancos comerciais brasileiros caiu brutalmente com as transferências inflacionárias, advindas dos juros reais negativos pagos pelo excedente dos depósitos à vista por eles emitidos sobre o total de seus encaixes, tanto os depositados no Banco Central ou os mantidos na caixa das agências bancárias. Estima-se que de janeiro de 1990 a junho de 1994, quando a inflação média mensal foi de 26%, o ganho “fácil” do *floating* inflacionário situou-se em cerca de US\$ 800 milhões ao mês, e o sistema bancário comercial privado apoderou-se de quase 40% desse total [ver Cysne e Costa (1996)]. Em 1997, com inflação anual de um dígito, as transferências inflacionárias eram residuais.

Diante do quadro de estabilidade macroeconômica, o sistema financeiro nacional está passando por profundas modificações. Em primeiro lugar, vem sendo redimensionado: sua participação no PIB passou de 12,7% no período 1990/94 para 6,9% em 1995. Além disso, o sistema financeiro brasileiro está sendo reorientado para novas formas de financiamento de suas atividades: já que o aumento da receita de tarifas não pode compensar a perda do *floating*, por ser limitado pela crescente concorrência no setor [ver Barros e Almeida Jr. (1997)], vamos continuar assistindo a uma rápida evolução quantitativa e qualitativa na oferta de serviços financeiros. Nesses três anos de Plano Real o mercado de crédito, tanto para a pessoa física como para as empresas, experimentou uma grande expansão, e ainda deve ser impulsionado pela reestruturação do Sistema de Financiamento Imobiliário. O mercado de seguros também vem apresentando grande dinamismo, com taxas de crescimento bem superiores ao resto da economia. Duas novidades surgiram nos serviços oferecidos pela área de administração de recursos de terceiros: os fundos de administração passiva, que procuram seguir a variação do Índice da Bolsa de Valores de São Paulo/Ibovespa, e os fundos garantidos, que oferecem como rendimento o máximo entre zero e algum percentual da variação do Ibovespa.

Duarte Jr.(1996) já investigou, usando simulação histórica, a eficiência de um modelo para gerenciamento de fundos de administração passiva. Neste trabalho nosso objetivo é avaliar, também mediante simulação histórica, o ganho que os administradores de fundos garantidos têm obtido no mercado brasileiro.¹ Nesta introdução pretendeu-se situar o surgimento dos fundos garantidos no contexto da transformação do sistema bancário brasileiro. Na Seção 2 discutiremos a precificação e o *hedge* desse tipo de ativo financeiro; na Seção 3 apresentaremos a metodologia que usamos para mensurar o ganho que os bancos brasileiros têm obtido com esse negócio; e, finalmente, na Seção 4 estão os resultados e as conclusões.

2 - PROJETANDO UM FUNDO GARANTIDO

¹ No último relatório da *Gazeta Mercantil* (1997) sobre fundos de investimentos há uma estimativa de que em julho de 1997 o patrimônio total dos fundos garantidos chegava a R\$ 1 bilhão, isto é, o equivalente a cerca de 6% do patrimônio somado dos fundos de ações e de carteira livre.

2.1 - Precificação e Interpretação

De acordo com Hull (1993), a avaliação risco-neutra é indubitavelmente a ferramenta mais importante na precificação de derivativos. Os fundamentos para a sua utilização estão no trabalho seminal de Black e Scholes (1973), que derivaram, sob algumas hipóteses, uma fórmula fechada para precificação de opções que não depende das preferências de risco dos agentes econômicos, por depender de qualquer estimativa do valor esperado do retorno do ativo-objeto. Cox e Ross (1976) levaram esse resultado adiante: como o preço de uma opção é invariante em relação às preferências de risco dos agentes, nada se perde em supor que todos os agentes são neutros ao risco. Essa hipótese adicional simplifica significativamente a precificação de derivativos, porque no mundo no qual todos os agentes são neutros ao risco, o retorno esperado de todos os ativos é a taxa de juros livre de risco da economia, e o valor presente de qualquer fluxo de caixa incerto (por exemplo, o de uma opção) pode ser obtido descontando-se o seu valor esperado pela taxa de juros livre de risco. Assim, supondo alguma distribuição do retorno do ativo-objeto até a data de vencimento do derivativo, cujo valor esperado é a taxa de juros livre de risco, para calcularmos o valor corrente de qualquer derivativo basta avaliarmos o seu valor esperado na data de vencimento, e descontá-lo pela taxa de juros livre de risco da economia.

Por generalidade, vamos considerar um fundo garantido que ofereça o máximo entre um dado retorno mínimo (que pode ser, entre outros, zero), e algum percentual a ser determinado da variação do Ibovespa. Sejam:

V_0 : valor aplicado;

T : período da aplicação (em dias);

r : taxa de juros diária no período (suposta constante);

I : variação do Ibovespa a partir do início da aplicação;

R_{min} : retorno mínimo sobre o valor aplicado; e

g : percentual sobre a variação do Ibovespa.

Na data de vencimento da aplicação, o valor que o investidor recebe é:

$$V_{(T)} = V_0 \left(1 + \max \left\{ R_{min}; gI_{(T)} \right\} \right)$$

Depois de algebrismos simples chegamos a:

$$V_{(T)} = V_0 \left(1 + R_{min} \right) + V_0 g \left[\max \left\{ \left(1 + I_{(T)} \right) - \left(1 + \frac{R_{min}}{g} \right); 0 \right\} \right]$$

Usando a avaliação risco-neutra, o valor da aplicação em qualquer instante t no intervalo $[0, T)$ é o valor presente do valor esperado no seu vencimento:

$$V_{(t)} = \frac{1}{(1+r)^{T-t}} E_t[V_{(T)}]$$

daí:

$$V_{(t)} = \frac{V_0(1+R_{min})}{(1+r)^{T-t}} + \frac{V_0 g}{(1+r)^{T-t}} E_t \left[\max \left\{ (1+I_{(T)}) - \left(1 + \frac{R_{min}}{g} \right); 0 \right\} \right]$$

Se:

$$I_{(T)} \sim N\left((1+r)^T - 1; \sigma\right)$$

temos que:²

$$\frac{1}{(1+r)^{T-t}} E_t \left[\max \left\{ (1+I_{(T)}) - \left(1 + \frac{R_{min}}{g} \right); 0 \right\} \right] = C \left((1+I_{(T)}); \left(1 + \frac{R_{min}}{g} \right); \sigma; r; T-t \right)$$

onde $C(\cdot)$ denota a fórmula de Black-Scholes para uma opção de compra, reproduzida no Apêndice. Assim:

$$V_{(t)} = \frac{V_0(1+R_{min})}{(1+r)^{T-t}} + V_0 g C \left((1+I_{(T)}); \left(1 + \frac{R_{min}}{g} \right); \sigma; r; T-t \right) \quad (1)$$

Por isso, a aplicação no fundo garantido corresponde à compra de um título de renda fixa de valor de face $V_0(1+R_{min})$ e de uma opção de compra. Em particular, para $t=0$, $I_{(0)}=0$, e $V_{(t)}=V_0$, daí, eliminando o termo comum V_0 e rearranjando os termos:

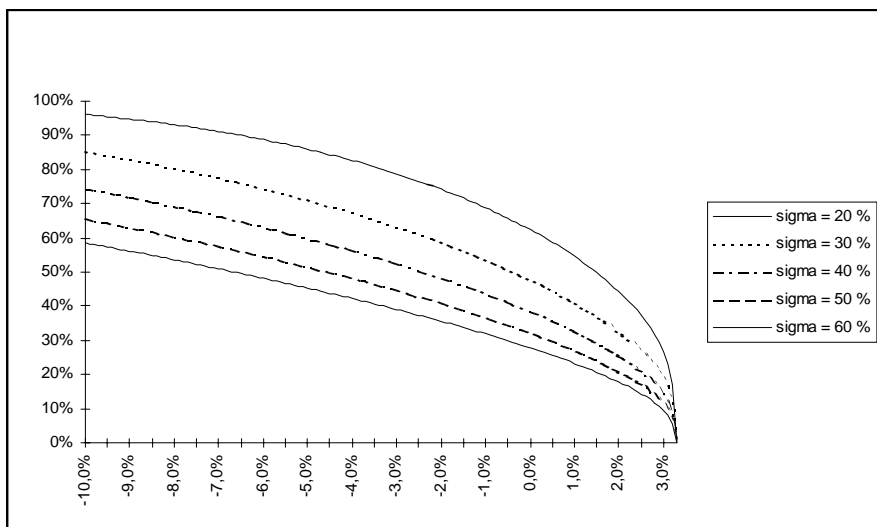
$$g C \left(1; 1 + \frac{R_{min}}{g}; \sigma; r; T \right) = 1 - \frac{1+R_{min}}{(1+r)^T}$$

² Para conferir os detalhes da derivação do valor esperado risco-neutro de uma opção de compra sob hipótese de normalidade dos retornos, ver Stoll e Whaley (1993).

Essa expressão fornece o valor “justo” de g , dados R_{min} , r , T , e σ .

Sendo $r = 2,27\%$ *over* e $T = 42$ dias úteis, o Gráfico 1 expõe o *trade-off* entre σ , R_{min} e g .

Gráfico 1
 Percentual g versus Retorno Mínimo ($T = 42$ dias, $r = 2,27\%$ *over*)

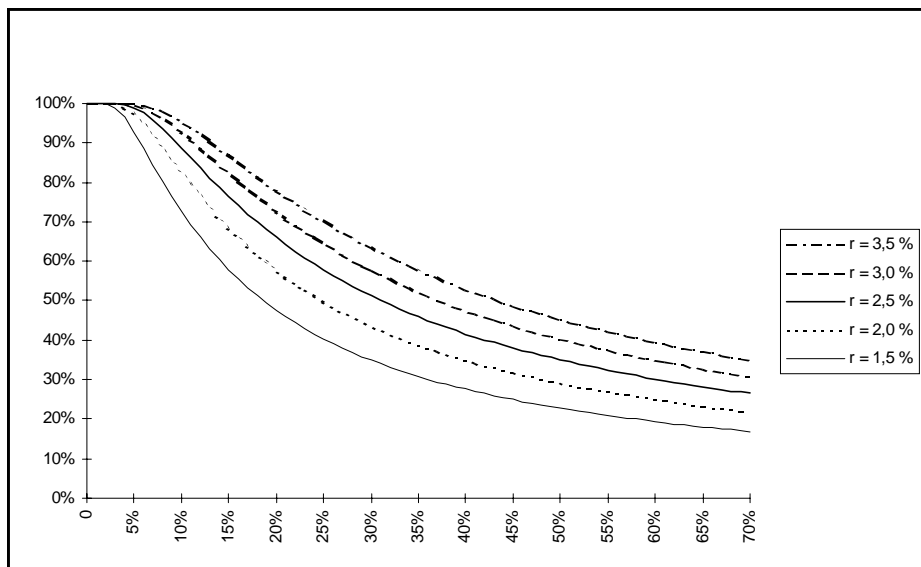


Os fundos garantidos brasileiros têm usado $R_{min} = 0$, e, nesse caso particular, temos:

$$g = \frac{(1+r)^T - 1}{(1+r)^T N\left(\frac{\sqrt{T}}{\sigma} \left(\ln(1+r) + \frac{\sigma^2}{2}\right)\right) - N\left(\frac{\sqrt{T}}{\sigma} \left(\ln(1+r) - \frac{\sigma^2}{2}\right)\right)} \quad (2)$$

No Gráfico 2 vemos a relação entre r (taxa *over*), σ e g , para $R_{min} = 0$, e $T = 42$ dias.

Gráfico 2
 Percentual g versus Volatilidade ($R_{\min} = 0$, $T = 42$ dias)



Para deixar mais claro o *trade-off* entre essas variáveis, aplicamos a paridade entre opções de compra e venda (ver no Apêndice) sobre a equação (1) e obtemos:

$$V_{(t)} = \frac{V_0(1-g)}{(1+r)^{T-t}} + V_0g(1+I_{(T)}) + V_0gP\left(1+I_{(T)}; 1+\frac{R_{\min}}{g}; r; \sigma; T-t\right)$$

Onde $P(\cdot)$ denota a fórmula de Black-Scholes para uma opção de venda (Apêndice). Da equação acima depreende-se que o investidor que aplica em um fundo garantido quer estar “comprado” em Ibovespa, mas, sendo avesso ao risco, deseja adquirir um “seguro” (a opção de venda) que garanta que não terá menos que um certo retorno mínimo. O banco, em troca do seguro de portfólio que oferece ao investidor, separa para si uma parte (o percentual $1-g$) do capital aplicado, apropriando-se integralmente dos juros sobre essa parcela. É claro que quanto maior for o risco (a volatilidade), mais caro será o seguro e, conseqüentemente, maior o percentual que o banco usa para si, isto é, menor o percentual sobre a rentabilidade do Ibovespa que o aplicador poderá ganhar. Também está claro que quanto maior a taxa de juros de renda fixa que o banco ganha sobre o percentual que separou para seu uso, menor pode ser este percentual.³

³ Há também um efeito menor que atua na mesma direção: quanto maior a taxa de juros, menos vale o seguro (a opção de venda).

2.2 - Hedge e Ganho Potencial

Na equação (1) vê-se que a captação de recursos por um fundo garantido corresponde à venda de um título de renda fixa de valor de face $V_0(1 + R_{min})$ e de uma opção de compra sobre a variação do índice Ibovespa, gerando exposição adicional ao risco Ibovespa. Admitindo que por força de arbitragem o preço do índice futuro é o seu valor à vista capitalizado pela taxa de juros r até a data de vencimento do contrato (em n dias úteis),⁴ tal exposição adicional pode ser neutralizada se o banco estiver comprando a cada instante em $F_{(t)}$ contratos futuros de índice de modo que:

$$F_{(t)} = \frac{1}{(1+r)^n} \frac{\partial V_{(t)}}{\partial I_{(t)}} = \frac{1}{(1+r)^n} V_0 g \Delta(1 + I_{(t)}; r; \sigma; T - t) \quad (3)$$

Sendo positiva a derivada de Δ com relação a $I_{(t)}$, tal estratégia de *hedge* (o chamado *delta-hedge*) tem custos, por envolver vendas de contratos futuros logo após quedas de preço, e compras logo depois de altas. Se durante o período da aplicação o mercado for muito volátil, de alto risco, haverá muitas quedas e altas de preços, e com isso o custo total do *delta-hedge* aumenta. O conceito de replicação subjacente ao trabalho de Black e Scholes (1973) implica que se a opção tiver sido vendida pelo preço “justo”, ou seja, se o percentual g oferecido pela banco é “justo”, ou ainda, se a volatilidade do Ibovespa usada no cálculo de g é a que de fato será observada durante o período de aplicação, o custo total de *delta-hedge* dinamicamente a opção até o seu vencimento será igual à receita obtida com sua venda. O ganho do banco depende do sucesso da aposta na sua própria capacidade de prever acertadamente uma volatilidade no Ibovespa menor do que a volatilidade implícita na determinação do valor “justo” de g , o que implicaria um custo de *delta-hedge* inferior à receita da venda da opção. Desse modo, costuma-se dizer que o banco está “vendendo” volatilidade, ou então, arbitrando a diferença entre a volatilidade de fato — a qual o banco supõe-se capaz de prever — e a implícita na determinação de g . Em tese, o ganho potencial do banco, não levando em conta os custos de transação e a taxa de administração do fundo, é:

$$V_0 g \left[C \left(1; 1 + \frac{R_{min}}{g}; \sigma^*, r, T \right) - C \left(1; 1 + \frac{R_{min}}{g}; \bar{\sigma}, r, T \right) \right] \quad (4)$$

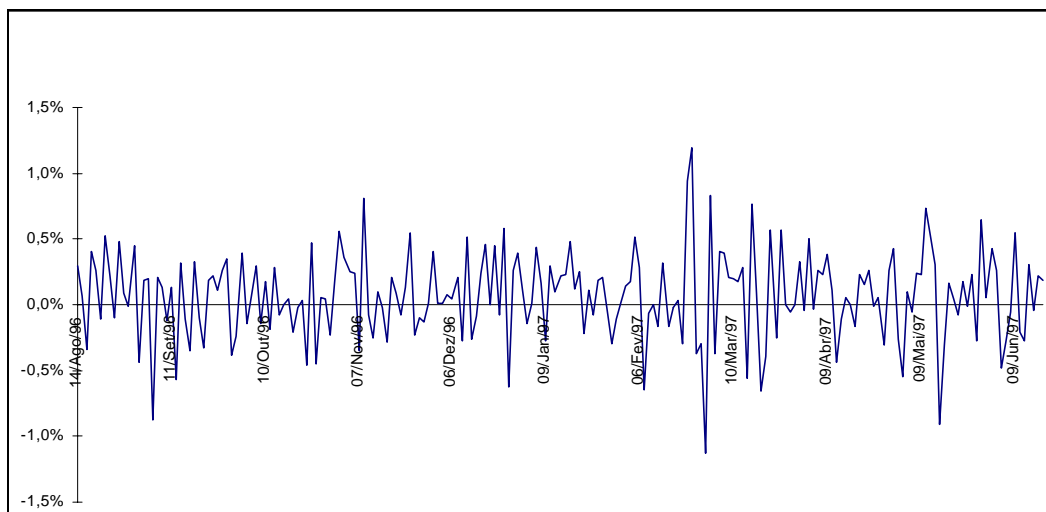
onde $\bar{\sigma}$ é a volatilidade do Ibovespa de fato a ser observada no período, e σ^* é a volatilidade implícita na determinação de g .

⁴ O índice Ibovespa também leva em conta os dividendos distribuídos pelas ações que o compõem.

2.3 - Outros Riscos

O risco do banco não está concentrado apenas na capacidade de previsão da volatilidade do Ibovespa. Em primeiro lugar, outras hipóteses do modelo de precificação, notadamente as de taxa de juros constante (e conhecida) e de normalidade da distribuição do retorno do Ibovespa, podem se afastar demasiadamente da realidade no período considerado, determinando que a estratégia de *hedge* não tenha eficácia. Além disso, é impossível manter sempre em carteira o número exato de contratos futuros necessários para o *hedge*, porque iria requerer ajuste contínuo da quantidade, e os custos de transação explodiriam. Esse problema se torna crítico se nas proximidades do vencimento da aplicação a variação do Ibovespa está próxima a R_{min} pois, nesse caso, a sensibilidade do *hedge* com relação a mudanças no valor do índice à vista aumenta muito. Por último, mas não menos importante, o preço do Ibovespa futuro, não é perfeitamente correlacionado com o índice à vista, tanto por causa de variações inesperadas na taxa de juros até o vencimento do futuro, como principalmente devido ao fato de que os mecanismos de arbitragem não funcionam tão bem a ponto de fazer que só a taxa de juros explique a diferença entre o futuro e o à vista (Gráfico 3). Esse fato, reportado em muitos mercados futuros, induz o chamado “risco da base” [ver Figlewski (1984)].

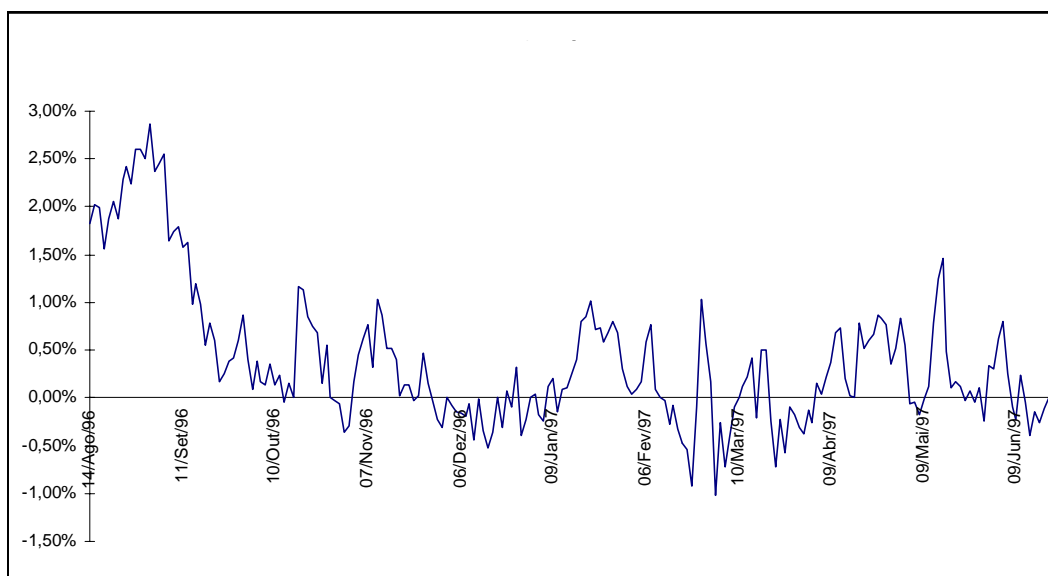
Gráfico 3
Diferença entre Retorno Percentual Diário do Ibovespa à Vista e do Valor Presente do Futuro mais Curto



No caso brasileiro, como ilustra o Gráfico 4, é mais comum o valor presente do Ibovespa futuro ser menor do que o índice à vista. Possivelmente isso se deve à conjugação de dois fatores. Primeiro, por motivos regulamentares, nem sempre muito defensáveis, os investidores institucionais são obrigados a manter uma determinada parcela de seu enorme patrimônio investido em ações, e o mercado futuro de índice não tem volume para absorver toda a demanda por *hedge* que

vem desses agentes. Segundo, há consideráveis custos de transação (incluindo restrições e custos adicionais para a venda de ações a descoberto) e riscos operacionais envolvidos na arbitragem direta de um índice de ações, desestimulando a exploração de desvios que não sejam realmente grandes.

Gráfico 4
Diferença Percentual entre Ibovespa à Vista e Valor Presente do Futuro



A estratégia de *delta-hedge* a ser praticada envolve a compra de Ibovespa futuro, que costuma estar “barato”, como evidencia o Gráfico 4. Dado que só há liquidez para os contratos futuros mais longos, em geral o Ibovespa futuro, no qual o *hedge* começa a ser feito, vence antes da expiração da aplicação. Nesse caso, na data de vencimento do futuro mais curto necessariamente o *hedge* deve ser “rolado”, ou seja, deve-se passar a fazer o *hedge* no contrato futuro de vencimento seguinte. Na rolagem do *hedge*, o Ibovespa futuro potencialmente comprado “barato” é vendido pelo preço justo, e outro contrato futuro é potencialmente comprado “barato”. Desse modo, é de esperar que o “risco da base” seja de alguma forma tendencioso na direção favorável ao banco, e que a operação de captação de recursos valendo-se de fundos garantidos assuma um aspecto de arbitragem da base.⁵ É claro que pode haver perdas devido ao risco de base, mesmo que o contrato futuro seja inicialmente comprado barato, porquanto entre a operação de compra inicial e a de venda final são realizadas compras e/ou vendas intermediárias.

⁵ Mesmo que o vencimento da aplicação coincida com o do futuro, se a opção implícita na aplicação “der exercício”, isto é, se $g^*I > R_{min}$, termina-se o *hedge* com uma certa quantidade de contratos futuros em carteira, e essa quantidade é vendida pelo preço justo. Daí, nesse caso também há o aspecto de “arbitragem da base”.

3 - METODOLOGIA

3.1 - Considerações Gerais

Consideramos um fundo hipotético com as mesmas características operacionais do fundo garantido mais popular do Brasil, o Itaú Principal Garantido, que, segundo levantamento da *Gazeta Mercantil* (1997), possui cerca de 40% do patrimônio total desse mercado. O fundo ofereceu $g = 40\%$, com período de aplicação de 63 dias corridos, e abriu para aplicações apenas um dia por semana (quarta-feira). Medimos empiricamente o ganho que o banco administrador teria obtido com esse fundo supondo que a cada semana, de 14/08/96 a 19/04/97, tenham sido aplicados R\$ 1 milhão, e que no vencimento de cada aplicação o montante respectivo tenha sido integralmente resgatado pelo investidor. No total foram 36 períodos parcialmente superpostos (*overlapping*) de 63 dias corridos. Interpretamos como se existissem nove investidores aplicando, um a cada semana. Eles resgataram integralmente os montantes nos respectivos vencimentos, e sempre reaplicaram R\$ 1 milhão. Cada um desses investidores teve quatro períodos de aplicação, consecutivos e não-superpostos, de 63 dias corridos. A quarta aplicação do nono investidor venceu no dia 19/06/97. Como o objetivo não é unicamente chegar ao valor do lucro acumulado do banco, mas avaliar esse ganho mediante análise da eficiência do *hedge*, não trabalhamos a cada dia apenas com a posição líquida em contratos futuros, mas acompanhamos o *hedge* das aplicações de cada investidor separadamente, e depois consolidamos o resultado total do banco.⁶

Consideramos que os recursos captados pelo banco estavam disponíveis para aplicação no dia seguinte (quinta-feira), e foram remunerados à taxa de juros corrente (CDI). A variação do Ibovespa que contou para efeito de remuneração ao investidor foi calculada com base na cotação de fechamento do índice à vista no dia seguinte ao da aplicação (quinta-feira) e na cotação de fechamento da véspera da data de vencimento da aplicação (terça-feira). A fórmula (3) forneceu o volume de contratos futuros a ser comprado para efeito de *hedge* da posição. A volatilidade usada no cálculo foi a previsão, feita no dia da aplicação, da volatilidade média até o vencimento da aplicação, gerada por um modelo GARCH(1,1) com amostra de tamanho fixo em 250 dias úteis, descrito com mais detalhes no Apêndice. As taxas de juros diárias, até o vencimento da aplicação e até o vencimento do futuro, foram as projetadas no mercado futuro de juros (DI-futuro). O banco efetuava a compra de contratos futuros ao preço de fechamento do Ibovespa futuro no dia seguinte à captação. O balanceamento diário do *hedge* foi calculado com base na cotação de fechamento do índice à vista, e realizado ao preço de fechamento do Ibovespa futuro. O ajuste financeiro diário foi calculado sobre os preços de fechamento do mercado futuro (ou do índice à vista, caso fosse o último ajuste),⁷ e movimentado no dia seguinte.

⁶ Os dados foram gentilmente cedidos pela BM&F.

⁷ Trata-se de uma simplificação da mecânica operacional da BM&F, que usa para efeito de ajuste financeiro diário a média ponderada por volume dos preços dos negócios realizados nos últimos 30 minutos do pregão do Ibovespa futuro e, no caso do último ajuste, a média da última uma hora do mercado à vista.

3.2 - Rolagem do *Hedge*

Dado que geralmente só há liquidez para o segundo Ibovespa futuro nas proximidades do vencimento do primeiro, houve necessidade de rolagem do *hedge*. Estabelecemos que o banco só operava no futuro mais curto, isto é, fazia incondicionalmente o *hedge* no futuro mais curto até o vencimento deste, quando o trocava pelo de vencimento seguinte. Na prática o administrador do fundo teria mais graus de liberdade, pois poderia ir trocando de posição à medida que o segundo futuro ganhava liquidez, o que aumentaria seu poder de “arbitrar a base”, comprando barato o segundo futuro. Com exceção de uns dois ou três dias antes de cada vencimento de futuro, essa regra fez que só trabalhássemos com o futuro de maior liquidez.

3.3 - Avaliação do Ganho

Além da simulação histórica tal como descrita nos parágrafos anteriores, fizemos outras contas para poder melhor avaliar os resultados obtidos. Como dissemos, o banco previa a volatilidade média do Ibovespa durante o período de cada aplicação ($h_{1,t}^-$), usando o modelo GARCH(1,1), e a taxa de juros diária até o vencimento da aplicação usando o mercado futuro de juros. Calculamos, usando essas previsões, o valor “justo” de g para cada aplicação previsto pela equação (2). Usando o estimador clássico calculamos a volatilidade do Ibovespa de fato observada durante cada uma das aplicações, $\bar{\sigma}$. Calculamos também a taxa de juros média diária que ocorreu durante as aplicações, r^* . Computamos usando $\bar{\sigma}$ e r^* os percentuais g “justos” dados pela mesma expressão (2). No Gráfico 5 da próxima seção comparamos esses resultados com o valor de 40% oferecido pelo banco.

Calculamos também os ganhos potenciais de arbitragem de volatilidade em cada aplicação dados pela expressão (4), utilizando tanto as volatilidades e taxas de juros previstas, como as volatilidades e taxas de juros de fato ocorridas.

Com a intenção de retirar o efeito do desconhecimento de parâmetros futuros sobre a eficiência do *delta-hedge*, também simulamos a estratégia de *delta-hedge* com futuros, para permitir que o banco tivesse conhecimento *ex-ante* de $\bar{\sigma}$, de r^* e da taxa de juros média diária até o vencimento do futuro, e as usassem como entrada no cálculo do *hedge* da equação (3), gerando novos resultados para o ganho do banco em cada aplicação.

3.4 - Custos de Transação e Taxa de Administração

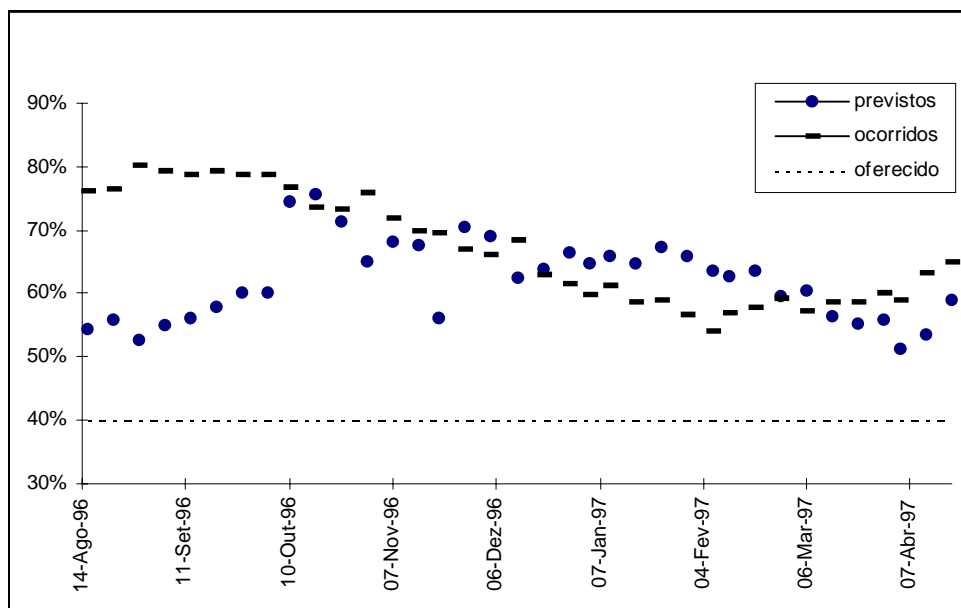
Consideramos que o banco administrador do fundo possuía uma corretora na BM&F, logo não pagou corretagem para terceiros, e seus custos de transação se devem apenas à taxa operacional paga à BM&F: 0,25 % sobre o valor financeiro de cada operação. É claro que essa taxa só foi paga sobre os ajustes líquidos do *hedge*, considerando as aplicações de todos os nove investidores. Imaginamos também uma taxa de administração de 3% a. a. sobre o patrimônio do fundo. Se o

percentual oferecido pelo banco é “justo”, é de esperar que o seu ganho com o fundo limite-se à taxa de administração.

4 - RESULTADOS E CONCLUSÕES

No Gráfico 5 encontram-se as 36 observações do g “justo”, calculado pela expressão (2), usando tanto os parâmetros (volatilidade e taxa de juros) previstos como os de fato ocorridos. Verificamos que os valores estão bem acima do valor de fato oferecido pelo banco em todas as observações, sugerindo que o ganho do administrador do fundo garantido, mesmo descontando os custos de transação, deva ser bastante superior à taxa de administração de 3% a. a., isto é, o banco estaria cobrando caro pelo seguro de portfólio oferecido. Esse resultado contrasta com o obtido recentemente por Wasserfalen e Schenk (1996) para o mercado suíço, demonstrando que o preço cobrado por produtos derivativos semelhantes ao fundo garantido era apenas levemente superior ao preço teórico.

Gráfico 5
Valor Justo de g : Parâmetros Previstos *versus* Ocorridos

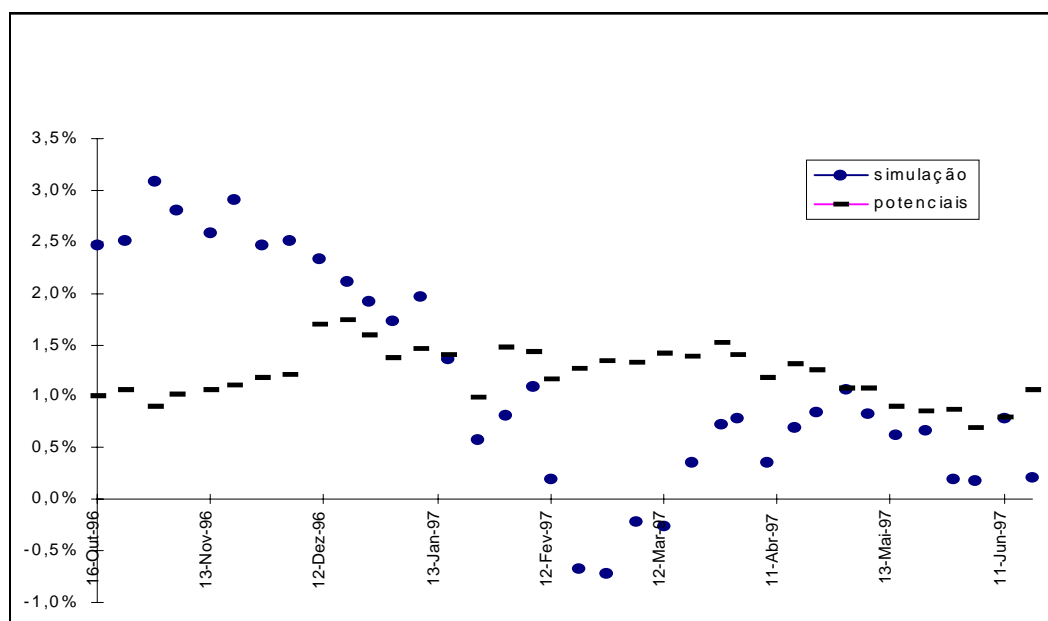


Observe que os parâmetros previstos se distanciaram consideravelmente dos realizados no início da amostra. Tal se deveu a uma inesperada redução da volatilidade do Ibovespa, e, embora tenha sido na direção favorável ao administrador do fundo, deve ter causado perda da qualidade do *hedge* no período.

O Gráfico 6 compara, em cada uma das 36 aplicações, o ganho do banco ocorrido na simulação histórica com o ganho potencial previsto, calculado pela expressão

(3) com uso das previsões de volatilidade e de taxa de juros média diária. A taxa de administração e os custos de transação não estão considerados.

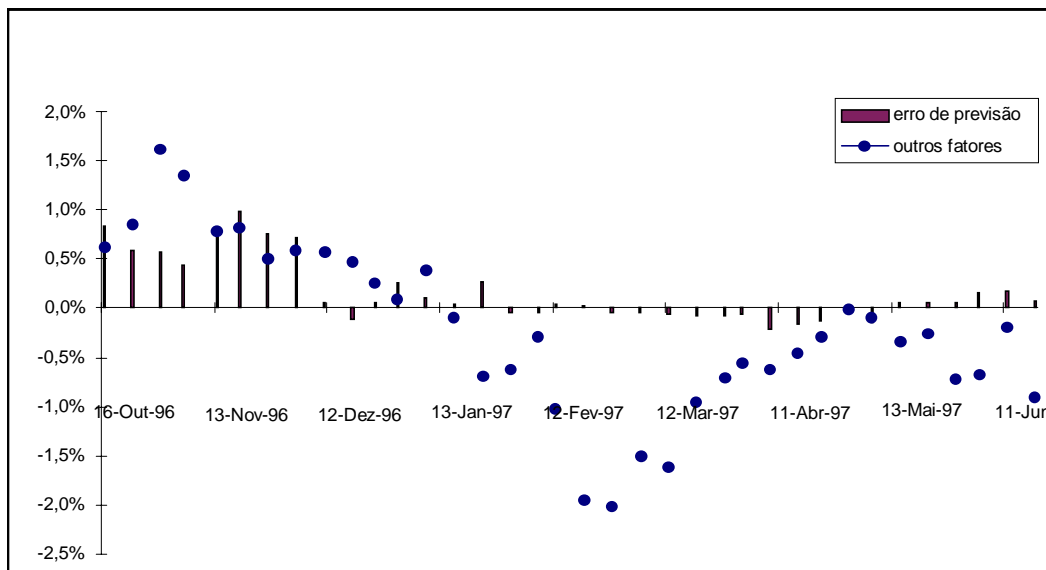
Gráfico 6
Ganhos sobre Valor Aplicado no Período: Ocorridos
na Simulação *versus* Potenciais Previstos



Na maioria das observações o ganho previsto diferiu consideravelmente do ganho realizado, evidenciando erros de replicação das opções vendidas. Entretanto, cabe ressaltar que em apenas quatro das 36 aplicações houve perda do banco, as quais foram muito mais que compensadas pelos ganhos nos demais períodos. Na média o ganho foi de 1,16% sobre o valor aplicado, no período de 63 dias, fornecendo uma taxa anualizada de cerca de 7%, isto é, o g oferecido foi fixado num ponto suficientemente baixo (40%) para compensar os riscos de produção do seguro de portfólio, e ainda com “gordura” para garantir um ganho adicional de arbitragem de volatilidade.

Certamente previsões errôneas de volatilidade e de taxa de juros explicam parte dos erros de replicação. Para isolar esse efeito, construímos uma série com a diferença entre o resultado da simulação histórica na qual o banco conhecia *ex-ante* esses parâmetros e os ganhos potenciais dados pela expressão (3), também calculados com uso dos parâmetros de fato ocorridos. Essa série pode ser encarada como uma *proxy* dos erros de replicação que não são explicados por erro de previsão, mas antes por risco de base, desvio de normalidade e ajuste discreto do *hedge*, entre outros. O Gráfico 7 decompõe, com base na série acima, o desvio total em desvio causado por erro de previsão e desvio causado por outros fatores.

Gráfico 7
Decomposição do Desvio: Erro de Previsão *versus* Outros Fatores



Vê-se que os desvios causados por erros de previsão são bastante significativos no início da amostra. Tal se deveu, como já dissemos, a consideráveis erros de previsão da volatilidade. Analisando-se mais de perto os dados, e com o auxílio do Gráfico 4, é possível afirmar que os desvios positivos causados por outros fatores no início da amostra se devem basicamente à “arbitragem da base” dos vencimentos de outubro e dezembro do Ibovespa futuro; e que os desvios negativos do meio da amostra são causados em grande parte pelo risco da base na rolagem do *hedge* feita no mês de fevereiro, pois então se comprou o Ibovespa futuro muito caro. Como já ressaltamos, na prática o administrador do fundo garantido tem mais flexibilidade na rolagem do *hedge*, e pode, se não evitar, pelo menos minorar problemas de tal porte.

Os custos de transação das 36 aplicações somam cerca de R\$ 75 mil, o que dá cerca de 0,21% sobre o valor de cada aplicação. Como a taxa de administração suposta é 3% a.a., ou cerca de 0,50% no período de 63 dias corridos, ao resultado de cada aplicação exposto no Gráfico 6 deve ser somado cerca de 0,3%, elevando o ganho médio de cada aplicação para cerca de 1,45% sobre o valor aplicado no período de 63 dias, isto é, quase três vezes superior à taxa de administração.⁸

⁸ É importante destacar que, até o momento em que este texto foi escrito, no contrato dos fundos garantidos o percentual g a ser oferecido não é exatamente predeterminado: normalmente se encontram expressões como “em torno de g %”, ou “cerca de g %”. Assim, o banco administrador tem liberdade para pagar menos que g , o que deve se tornar especialmente atraente quando erros de replicação ou de previsão diminuem seu ganho. É como se o banco vendesse um seguro para o aplicador, cujo prêmio só é pago no vencimento do contrato, e pode ser alterado (até quanto?) unilateralmente em caso de perda por parte do banco. Ou seja, uma situação esdrúxula que demanda correção por parte da entidade reguladora do sistema financeiro — o Banco Central do Brasil.

Por fim, cabe comentar que apesar de este trabalho ter fornecido evidência empírica de que o seguro de portfólio contido num fundo garantido é vendido pelo administrador a um preço superior ao “justo”, não podemos afirmar que não vale a pena investir nesse tipo de fundo, já que o investidor pessoa física, por não ter acesso a aplicações de renda fixa de curtíssimo prazo, não pode, mesmo que tenha o conhecimento necessário, por seus próprios meios apostar na alta da Bolsa mas ter seu *downside risk* limitado por uma estratégia dinâmica.

APÊNDICE

Fórmula de Black-Scholes (1973) para opção de compra do tipo europeu:

$$C(S; K; \sigma; r; T - t) = S N(x) - \frac{K}{(1+r)^{T-t}} N(x - \sigma\sqrt{T-t})$$

com:

$$x = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \frac{\sigma^2}{2}(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}}$$

onde:

$N(\bullet)$: função densidade acumulada da normal padrão;

S : preço do ativo-objeto;

K : preço de exercício da opção;

r : taxa de juros diária sem risco da economia;

$T - t$: número de dias úteis até o vencimento da opção; e

σ : volatilidade do retorno diário do ativo-objeto.

Fórmula de Black-Scholes (1973) para opção de venda do tipo europeu:

$$P(S; K; \sigma; r; T - t) = \frac{K}{(1+r)^{T-t}} N(\sigma\sqrt{T-t} - x) - S N(-x)$$

Paridade entre opções de compra e venda:

$$S + P(S; K; \sigma; r; T - t) = \frac{K}{(1+r)^{T-t}} + C(S; K; \sigma; r; T - t)$$

Delta de uma opção de compra:

$$\Delta(S; K; r; \sigma; T - t) = \frac{\partial C}{\partial S} = N(x)$$

Modelo GARCH (1,1): Engle (1982) e Bollerslev (1986).

O modelo GARCH (1,1) representa melhor a dinâmica do retorno de ativos financeiros do que um passeio aleatório, pois capta os efeitos de leptocurtose e

agrupamento de volatilidade geralmente presentes em suas séries temporais.⁹

$$\ln \left(\frac{S_t}{S_{t-1}} \right) = \mu + \varepsilon_t \quad ; \quad \varepsilon_t \sim N(0, h_t)$$

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 h_{t-1} \quad ; \quad \alpha_0, \alpha_1, \beta_1 \geq 0$$

Previsão de volatilidade média dada pelo GARCH (1,1): Heynen, Kemna e Vorst (1994).

A previsão da volatilidade média do ativo nos T dias seguintes é:

$$\bar{h}_{1,T} = \bar{\sigma}^2 + (\hat{h}_{t+1} - \bar{\sigma}^2) \frac{1 - (\hat{\alpha}_1 + \hat{\beta}_1)^T}{T(1 - \hat{\alpha}_1 - \hat{\beta}_1)};$$

onde:

$$\bar{\sigma}^2 = \frac{\hat{\alpha}_0}{1 - \hat{\alpha}_1 - \hat{\beta}_1}$$

⁹ Para uma discussão e aplicação em dados brasileiros, ver Andrade (1996).

BIBLIOGRAFIA

- ANDRADE, S. C. Estimação da volatilidade para *hedge* de carteiras de opções: um teste de eficiência. *Anais do XVIII Encontro Brasileiro de Econometria*, v. 1, p. 25-44, 1996.
- BARROS, J. R. M., ALMEIDA Jr., M. F. *Análise do ajuste do sistema financeiro do Brasil*. Secretaria de Política Econômica do Ministério da Fazenda, 1997, mimeo.
- BLACK, F., SCHOLES, M. J. The pricing of options and corporate liabilities. *Journal of Political Economy*, v. 81, p. 637-659, 1973.
- BOLLERSLEV, T. Generalized autoregressive conditional heteroscedasticity. *Journal of Econometrics*, v. 31, p. 307-327, 1986.
- COX, J. C., ROSS, S. A. The valuation of options for alternative stochastic processes. *Journal of Financial Economics*, v. 3, p. 145-166, 1976.
- CYSNE, R. P., COSTA, S. G. S. Reflexos do Plano Real sobre o sistema bancário brasileiro. *Ensaio Econômico EPGE*, v. 219, 1996.
- DUARTE Jr., A. M. Indexing stock portfolios in Brazil: tracking the Ibovespa and the FGV100. *Anais do XVIII Encontro Brasileiro de Econometria*, v. 1, p. 179-199, 1996.
- ENGLE, R. F. Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of U.K. inflation. *Econometrica*, v.50, p.987-1.008, 1982.
- FIGLEWSKI, S. Hedging performance and basis risk in stock index futures. *The Journal of Finance*, v. 39, p. 657-669, 1984.
- GAZETA MERCANTIL. Relatório da Gazeta Mercantil: Fundos de Investimento. Edição de 4 de agosto de 1997.
- HEYNEN, R., KEMNA, C. A., VORST, T. Analysis of the term structure of implied volatilities. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, v. 29, p. 31-56, 1994.
- HULL, J. *Options, futures and other derivative securities*. 2nd edition, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1993.
- STOLL, H. R., WHALEY, R. E. *Futures and options: theory and applications*. Cincinnati, OH: South-Western Publishing Co., 1993.
- WASSERFALEN, W., SCHENK, C. Portfolio insurance for the small investor in switzerland. *The Journal of Derivatives*, p. 37-43, Spring 1996.