

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA

MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO ECONÔMICA DE NEGÓCIOS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**A UTILIZAÇÃO DE OPÇÕES CONJUGADAS A TÍTULOS PÚBLICOS NO
GERENCIAMENTO DA DÍVIDA INTERNA BRASILEIRA**

Autor: **RONNIE GONZAGA TAVARES**

Orientador: **Prof. Dr. Rodrigo Silveira Veiga Cabral**

Brasília – DF

Julho de 2006

RESUMO

A presente dissertação tem por objetivo testar a viabilidade de algumas estratégias com vistas à implementação do uso de opções no gerenciamento da Dívida Pública Mobiliária Federal interna – DPMFi com vistas a se criar um novo instrumento financeiro cuja volatilidade seja inferior àquela verificada nos títulos prefixados da dívida interna. Este novo instrumento, que seria formado por uma Letra do Tesouro Nacional – LTN conjugada com uma opção de compra (*call*) e/ou de venda (*put*), pode ser um potencial substituto para os títulos indexados à Taxa Selic (Letras Financeiras do Tesouro – LFT), indo ao encontro das diretrizes do Tesouro Nacional em relação à composição da dívida pública, bem como seria uma nova estratégia de investimentos por parte dos agentes financeiros.

Nesse sentido, pretende-se testar a viabilidade das diversas estratégias por parte dos agentes de mercado, tendo por princípio básico a compra de LTN conjugada com a compra e/ou venda de opções.

Palavras-chave: Dívida Pública, Derivativos, Volatilidade.

ABSTRACT

This thesis aims to test the availability of the implementation of bond options in the Brazilian Public Debt Management, in order to create a new financial instrument which volatility is lower than the one observed in the LTN (fixed rate domestic zero coupon bonds). A LTN plus a combination of puts and/or calls will generate this new instrument, which could be a potential substitute for the LFT (floating rate domestic zero coupon bonds).

In this sense, this research is willing to test several strategies, respecting a major principle which is to be long LTN and long and/or short in options.

Keywords: Public Debt, Derivatives, Volatility.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO E FORMULAÇÃO DO PROBLEMA	4
1.1. Experiência Internacional	6
2. JUSTIFICATIVAS DA PESQUISA	8
2.1. Histórico de Instabilidade no Cenário Macroeconômico	12
2.2. Cultura do <i>Overnight</i>	13
3. OBJETIVOS	23
4. HIPÓTESES E METODOLOGIA	25
4.1. Metodologia de Precificação de Opções sobre Taxas de Juros	26
4.2. Resultados Alcançados	30
4.2.1. LTN + Compra de <i>Put</i>	31
4.2.2. LTN + Venda de <i>Call</i>	34
4.2.3. LTN + <i>Put</i> – <i>Call</i> (<i>strikes</i> iguais)	37
4.2.4. LTN + <i>Put</i> ₁ – <i>Put</i> ₂	42
4.2.5. LTN + <i>Call</i> ₁ – <i>Call</i> ₂	46
4.2.6. LTN + <i>Put</i> – <i>Call</i> (<i>strikes</i> diferentes)	50
4.2.7. Quadro Resumo	60
4.3. Extensões	62
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
RESSALVAS	69

1. INTRODUÇÃO E FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

A questão da dívida pública é tema recorrente dos governos, de acadêmicos e dos participantes do mercado financeiro, tanto no Brasil quanto no exterior. Sistemáticamente são produzidos documentos analisando o comportamento dos diversos indicadores de dívida nos mais variados países, tanto desenvolvidos como os chamados emergentes. No caso brasileiro, desde meados da década de 80, por conta das moratórias da dívida externa, há uma percepção de que a dívida pública é um empecilho, talvez o maior ou o mais prejudicial, ao desenvolvimento do país.

Entretanto, após a implantação do Plano Real, e o conseqüente processo de estabilização monetária, foi possível uma melhor administração da dívida pública. Apesar dos avanços alcançados, percebeu-se a dificuldade encontrada nas diversas tentativas de alongamento da dívida interna, bem como na mudança de sua composição pelo aumento na participação de títulos prefixados.

Adicionalmente, o crescimento da dívida pública passou a gerar inquietações junto aos agentes econômicos. Foi neste contexto que o governo, no início do segundo mandato do presidente Fernando Henrique Cardoso em 1999, implementou um ajuste nas suas políticas cambial, monetária e fiscal. Com relação a esta última, foram implementadas as metas de superávits primários com o objetivo de estabilizar ou diminuir a relação dívida/PIB, no âmbito do programa de ajustes pactuado com o Fundo Monetário Internacional – FMI.

Embora o tamanho da dívida pública brasileira não seja expressivo em comparação com outros países¹, a sua estrutura ainda a torna vulnerável a choques, tanto internos quanto externos, principalmente devido à sua composição (bastante indexada à Taxa Selic) e ao seu perfil (prazo médio do estoque reduzido e percentual vincendo em 12 meses elevado, fatores que se traduzem em um alto risco de refinanciamento). Este é um dos principais motivos para que o Brasil ainda não tenha condições de pertencer ao rol dos países considerados *investment grade*, caso do México, por exemplo. Isto leva o país a ter que arcar com taxas de juros elevadas quando de suas captações, mesmo que para prazos relativamente curtos, gerando incerteza sobre a sustentabilidade da dívida por parte dos agentes de mercado e integrantes da academia.

¹ A relação Dívida Líquida do Setor Público sobre o PIB (DLSP / PIB) ficou em 51,5% ao final de 2005.

Vale ressaltar que, mesmo com todos avanços ocorridos nos últimos anos, ainda são verificados empecilhos para a adequação da estrutura da dívida pública a parâmetros mais confortáveis. Os principais fatores limitantes são: i) o histórico de instabilidade do cenário macroeconômico, que limita a emissão de títulos prefixados de longo prazo; e, ii) a cultura do *overnight*, que por um lado favorece a demanda por títulos indexados à Taxa Selic (LFT), por outro dificulta a redução dos riscos de mercado assumidos pelo governo.

A partir do exposto, e apesar das limitações acima mencionadas, é factível que o Tesouro Nacional seja mais agressivo na redução do risco de mercado assumido no passado por conta das emissões de LFT. Nesse sentido, passa a existir a possibilidade de execução de um programa de gerenciamento de dívida pública que tenha como instrumento a utilização de derivativos (opções² sobre LTN) como forma de auxiliar o governo nos seus objetivos de longo prazo.

Deve-se ressaltar que tais opções seriam destacáveis, ou seja, não seriam embutidas nos títulos de forma definitiva. A explicação para tanto se remete ao conceito de fungibilidade. Caso as opções sejam embutidas de forma definitiva, este título seria diferente daquele originalmente emitido, reduzindo a liquidez de mercado do papel, bem como gerando possíveis distorções de preços. Assim, ao se permitir destacar as opções do ativo objeto, não apenas se evita os problemas mencionados, como também é possível a criação de um mercado secundário destes derivativos, facilitando sobremaneira a gestão de carteira por parte dos investidores.

Finalmente, é importante destacar que a utilização de opções no gerenciamento da dívida pública pode ter objetivos distintos. Por exemplo, o gestor da dívida pública tem por diretriz reduzir os custos da dívida sujeito a níveis prudentes de risco. Nesse sentido, é possível a adoção de opções tanto para a redução dos custos financeiros (por meio da venda de um título com uma opção de compra – *call*) quanto para a minimização do risco de refinanciamento do governo (via alongamento do prazo médio da dívida por meio da utilização de opções de venda – *puts*).

² Neste ponto há que se esclarecer que, apesar de estarmos utilizando a nomenclatura tradicional dos investidores, o nome correto do derivativo a ser analisado é *warrant*, tendo em vista que uma das partes envolvidas na negociação do derivativo, seja na ponta de compra ou na de venda (lançamento), é o próprio emissor do ativo objeto, no caso o Tesouro Nacional. Assim, uma opção de compra em que o emissor do ativo objeto é uma das contrapartes da transação é conhecida como *warrant call*, e a opção de venda é conhecida como *warrant put*. Como essas definições são praticamente idênticas às opções tradicionais (*call* e *put*), não nos prenderemos à utilização da nomenclatura *warrant* ao longo do trabalho.

Adicionalmente, pode-se utilizar um instrumento chamado *swaption*, que na prática é uma associação de uma opção com um *swap*. Neste caso, o gestor da dívida pode vender uma *swaption* que daria o direito ao comprador de, em determinada data (data de *strike*), realizar uma troca (*swap*) de um título por outro, por exemplo, de um ativo prefixado por outro pós-fixado.

Além dos casos citados, existe a expectativa de se emitir apenas o derivativo, de forma destacada da venda do título e sem relação com a emissão original do papel, principalmente em períodos de maior volatilidade. É importante mencionar que o objetivo do gestor da dívida neste caso não se enquadra em nenhum dos casos anteriores, e sim, tem por meta atuar de maneira anticíclica, com o intuito de auxiliar o mercado na redução da citada volatilidade. Este tipo de procedimento é bastante atípico, não tendo sido observada referência na literatura especializada.

Por último, é importante mencionar que este trabalho não se propõe a analisar as alternativas citadas até o momento, porém procura uma nova abordagem na utilização de opções no gerenciamento da dívida pública de forma a seja possível reduzir a volatilidade intrínseca de um título prefixado. Assim como para o caso anterior, esta abordagem não foi observada na literatura especializada.

1.1 Experiência Internacional

De acordo com documento produzido pelo Banco Mundial e Fundo Monetário Internacional³, dos dezessete países pesquisados, nove deles (56%) fazem uso de derivativos no gerenciamento de suas dívidas, sendo que os derivativos mais comuns são os de *swap* de taxa de juros e de moeda. Além disso, alguns países como Suécia e Reino Unido vêm empregando derivativos financeiros como forma de separar as decisões de *funding* das de administração de portfólio, conseguindo condições financeiras vantajosas.

Apresentamos, abaixo, tabela contendo alguns aspectos dos países analisados.

³ World Bank & IMF – *Guidelines on Public Debt Management* (2002).

TABELA I – Utilização de Derivativos

País	Observação
➤ Suécia	➤ Tem sido bastante ativa no uso de derivativos ao longo de vários anos. Foco no gerenciamento da dívida externa e na separação entre financiamento e gestão de carteira;
➤ México	➤ Utiliza-se de derivativos tendo em vista a facilidade que seu uso proporciona para se fazer <i>hedge</i> das posições da dívida em taxa flutuante. Os instrumentos mais usados são <i>swaps</i> de moedas, opções em títulos públicos e futuros de taxas de juros;
➤ Irlanda	➤ A Irlanda usa como defesas do uso de derivativos, a redução de custos e a proteção contra diversos tipos de riscos;
➤ Portugal	➤ <i>swaps</i> e <i>forwards</i> de moedas têm sido os mais usados, embora também estejam legalmente autorizados a trabalhar com opções, entre outros;
➤ Nova Zelândia	➤ Destaca, como um dos objetivos do uso de derivativos, o aperfeiçoamento do mercado doméstico de derivativos para gerenciamento de risco, reduzindo o custo para os tomadores de crédito privados, ao melhorar o crédito do governo soberano.

Em outro estudo produzido, desta vez pela OECD⁴, foram pesquisados vinte e três países, dos quais dezoito (78%) fazem uso de derivativos no gerenciamento de suas dívidas. Os instrumentos mais utilizados são *swaps* de taxas de câmbio e de taxas de juros, como forma de gerenciar o risco cambial e de taxa de juros, respectivamente. Dentre os países pesquisados, podemos citar: i) Dinamarca – vem utilizando *swaps* para reduzir os custos da dívida, e para gerenciar a composição por moeda e por risco de juros da dívida; e, ii) Canadá: usa regularmente *cross-currency swaps* de dívida doméstica como parte do gerenciamento das reservas internacionais.

Como se pode observar, a utilização de opções no gerenciamento da dívida pública não está entre os principais derivativos utilizados pelos países pesquisados. Além disso, um dos poucos países que utiliza este instrumento – México – não o faz com os mesmos objetivos do trabalho ora desenvolvido. Dessa forma, este parece ser um campo ainda inexplorado pelos governos.

4 OECD – *Debt Management and Government Securities Markets in 21st Century* (2002).

2. JUSTIFICATIVAS DA PESQUISA

O Tesouro Nacional definiu como objetivo básico da gestão da dívida pública a minimização de custos no longo prazo considerando a manutenção de níveis prudentes de risco. Assim, a diretriz mais ampla para a estratégia de financiamento em 2006, com a divulgação do Plano Anual de Financiamento – PAF, refere-se ao monitoramento dos riscos de refinanciamento e de mercado. Adicionalmente, entende-se que o Tesouro deve contribuir para o desenvolvimento do mercado secundário de títulos públicos com vistas à redução de custos nas emissões primárias.

Dessa forma, as ações do Tesouro Nacional privilegiarão os seguintes aspectos, observando as condições de mercado⁵:

- alongamento dos prazos médios dos títulos emitidos em oferta pública;
- manutenção do percentual de dívida vincenda em 12 meses em níveis prudentes;
- substituição gradual dos títulos remunerados à variação cambial e à Taxa Selic por títulos com rentabilidade prefixada e/ou indexados a índices de preços; e
- desenvolvimento adicional da estrutura a termo de taxa de juros (prefixada e de índice de preços).

No que se refere às ferramentas de análise e apoio à tomada de decisões, o Tesouro Nacional passou a utilizar, desde 2002, o Gerenciamento de Ativos e Passivos – GAP (do inglês *Assets and Liabilities Management* – ALM), que tem por objetivo principal monitorar e minimizar de forma dinâmica riscos derivados de fatores de mercado, tais como aqueles associados a variações nas taxas de juros e de câmbio.

Além disso, o ALM tem como premissa básica de imunização do estoque o equilíbrio entre as características dos ativos e passivos que compõem o balanço. Na inexistência de ativos suficientes para equilibrar a equação, deve-se considerar que a contrapartida do passivo líquido será representada pelo valor presente dos superávits futuros do Governo Central. Nesse sentido, para que o passivo líquido não adicione volatilidade aos fluxos de vencimento, este deverá ter características semelhantes às dos tributos, base do superávit, os quais têm por característica principal serem em moeda doméstica, além de bem distribuídos ao longo do tempo, variando com certa defasagem temporal em relação ao crescimento nominal do PIB.

⁵ Secretaria do Tesouro Nacional: Plano Anual de Financiamento 2006.

A tabela abaixo mostra os principais descasamentos de ativos e passivos ao final de 2005 e os resultados esperados para 2006.

TABELA II – Indicadores da DPF em 2005 e Resultados Esperados para 2006 (Análise de ALM)

Indexadores	em R\$ bilhões		em % PIB	
	Diferença Ativo/Passivo ¹		Diferença Ativo/Passivo ¹	
	Dez/2005	Dez/2006	Dez/2005	Dez/2006
Índice de Preços	231,9	185,5	12,0%	8,9%
Câmbio	-91,0	-82,4	-4,7%	-4,0%
Juros	-477,0	-476,3	-24,7%	-22,9%
Prefixado	-270,5	-358,0	-14,0%	-17,2%
Demais	3,9	3,8	0,2%	0,2%
TOTAL	-602,7	-727,5	-31,2%	-34,9%

Fonte: Secretaria do Tesouro Nacional – Plano Anual de Financiamento 2006

¹ Ativos líquidos com sinal positivo.

Como se pode observar, os ativos remunerados por índices de preços são responsáveis por forte descasamento a favor deste indexador, sendo originários, principalmente, da renegociação da dívida dos estados com base na Lei n.º 9.496, de 11/9/97. O passivo cambial no ALM inclui, além dos títulos das dívidas interna e externa, garantias, obrigações externas do Banco Central e *swap* cambial. Cabe ressaltar que a contraparte do *swap* cambial aparece no ativo indexado a juros.

Esses descasamentos se tornam ainda mais importantes quando se considera que a premissa básica do ALM, citada anteriormente. Nesse sentido, há vantagens com relação à estratégia de emissão de títulos de médio e longo prazos prefixados e indexados à inflação – que permitam fluxos mais homogêneos, objetivando o equilíbrio financeiro entre as receitas e despesas.

A partir das diretrizes mencionadas, o Tesouro Nacional tornou públicas suas metas com relação aos principais indicadores da dívida pública, conforme Tabela III a seguir. De maneira simplificada, podemos ressaltar os seguintes aspectos: um dos objetivos principais do Tesouro Nacional é a redução do risco de refinanciamento. Neste caso, deve-se procurar criar condições para o alongamento do prazo médio da dívida pública e para a redução do percentual vincendo em doze

meses. Tais fatores podem ser alcançados a partir de emissões de títulos de médio e longo prazos, que atualmente são representados pelas LFT, NTN-B⁶ e NTN-C⁷ (este último em menor escala).

Entretanto, de acordo com o ALM, o Tesouro Nacional deve diminuir sua exposição à taxa de juros, ou seja, emissões de LFT devem ser reduzidas ao longo do tempo, de acordo com as condições de mercado. Adicionalmente, é importante o aumento na participação de títulos prefixados na composição da dívida, não somente por representar um importante fator de desindexação da dívida pública, como também por ajudar na melhoria da transmissão da política monetária, além de ser a LTN um título primordial na construção da estrutura a termo de taxa de juros. Diante do exposto, os melhores títulos a serem privilegiados pela estratégia de financiamento da dívida pública são aqueles indexados a índices de preços e os prefixados.

Apresentamos os dados estatísticos referentes à Dívida Pública Mobiliária Federal interna – DPMFi ao final de 2005 e resultados esperados para 2006, conforme abaixo.

TABELA III – Indicadores da DPMFi em 2005 e Resultados Esperados para 2006

Indicadores	2005	2006	
		Mínimo	Máximo
Estoque da DPMFi em Mercado (R\$ bilhões)	979,7	1.130	1.200
Prazo Médio da DPMFi (meses)	27,4	30	35
Percentual Vincendo em 12 meses	41,6	31	36
Participação no Estoque da DPMFi			
Prefixado (%)	27,9	28	37
Índice de Preços (%)	15,5	18	24
Taxa Selic (%)	51,8	39	48
Câmbio (%)	2,7	1	3
TR e outros (%)	2,2	2	4

Fonte: Secretaria do Tesouro Nacional – Plano Anual de Financiamento 2006

A partir do exposto, chega-se ao momento de avaliar a viabilidade das emissões dos principais títulos utilizados nos últimos anos como fonte de recursos para o financiamento do déficit orçamentário (LFT, LTN, NTN-B e NTN-F⁸).

6 Nota do Tesouro Nacional, série B. Título indexado ao Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo – IPCA.

7 Nota do Tesouro Nacional, série C. Título indexado ao Índice Geral de Preços Mercado – IGP-M.

8 Nota do Tesouro Nacional, série F. Título prefixado com pagamento semestral de juros.

No que diz respeito aos títulos prefixados (LTN e NTN-F), deve-se destacar que estes papéis são extremamente influenciados pela conjuntura econômica, tanto interna quanto externa. No passado, as várias tentativas que o Tesouro Nacional fez para alongamento de prazo sempre esbarraram em choques diversos, que contribuíram para criar o histórico de instabilidade no cenário macroeconômico. Adicionalmente, sempre que havia volatilidade excessiva no mercado financeiro doméstico, independentemente se devido a fatores domésticos ou externos, a emissão de LTN tornava-se intermitente ou até era suspensa, em virtude da retração da demanda verificada por títulos prefixados em momentos de incerteza⁹.

Entretanto, nos últimos anos foi possível partir para um novo modelo de emissão destes títulos, com forte incremento na liquidez dos papéis por conta da estratégia de reoferta adotada pelo Tesouro Nacional. Nesse sentido, as LTN passaram a ter vencimentos trimestrais, sempre no dia primeiro de cada trimestre, com vistas a tornar possível aos investidores efetuar um *hedge* deste investimento no mercado futuro de taxas de juros (DI Futuro).

Por conta desta nova estratégia, foi possível alongar o prazo de emissão das LTN para até 30 meses, bem como emitir NTN-F com prazo de até 8 anos¹⁰. Além disso, mesmo em momentos de maior instabilidade verificada no mercado doméstico, as emissões de títulos prefixados não foi interrompida, como ocorria no passado.

Porém, mesmo tendo havido este avanço nos últimos anos, a principal LTN utilizada para financiamento do Tesouro Nacional tem prazo de apenas 18 meses, sendo que o prazo médio de emissão dos títulos prefixados encontrava-se em 20,6 meses (dados de maio/06).

Em virtude do exposto, há que se mencionar que estes instrumentos continuarão a ser um fator limitante aos objetivos de longo prazo do governo enquanto não houver uma maior estabilidade no mercado financeiro doméstico, preferencialmente por período de tempo mais duradouro, para que o próprio apetite dos agentes financeiros pelo risco intrínseco dos títulos prefixados se eleve a ponto de transformá-lo em uma alternativa viável de financiamento de médio e longo prazos.

⁹ Vale lembrar que antes da crise da Ásia, a participação de títulos prefixados na dívida doméstica era predominante, porém com prazo médio extremamente reduzido.

¹⁰ Atualmente há quatro séries de NTN-F em mercado, com vencimentos em 1/1/2008, 1/1/2010, 1/1/2012 e 1/1/2014, entretanto somente as duas últimas têm sido objeto de oferta pública.

No caso dos títulos indexados a índices de preços, principalmente as NTN-B, pode-se verificar que este tipo de instrumento vem gradativamente ganhando importância no gerenciamento da dívida pública, principalmente a partir do último trimestre de 2005, quando os títulos de médio prazo passaram a ter uma demanda bastante elevada (títulos de 18 meses a 4 anos) – anteriormente os papéis de longo prazo eram mais demandados¹¹. Deve-se destacar que a demanda por títulos de médio prazo não ocorreu em detrimento da demanda pelas NTN-B mais longas, mas devido a uma nova estratégia de investimentos, principalmente por parte das tesourarias de bancos e dos fundos de investimentos, que passaram a adquirir NTN-B em detrimento das LFT.

Já no que diz respeito às LFT, cabe mencionar que estes títulos chegaram a ter prazo de emissão de sessenta meses, ao final de 2001, sendo, à época, os grandes responsáveis pelo alongamento do prazo médio do estoque da dívida pública naquele ano. Entretanto, estes títulos, que sempre formaram o principal instrumento utilizado pelo governo em épocas de turbulência, passaram a representar um risco à melhoria do perfil da dívida pública, por conta do seu elevado risco de mercado sob a ótica do emissor.

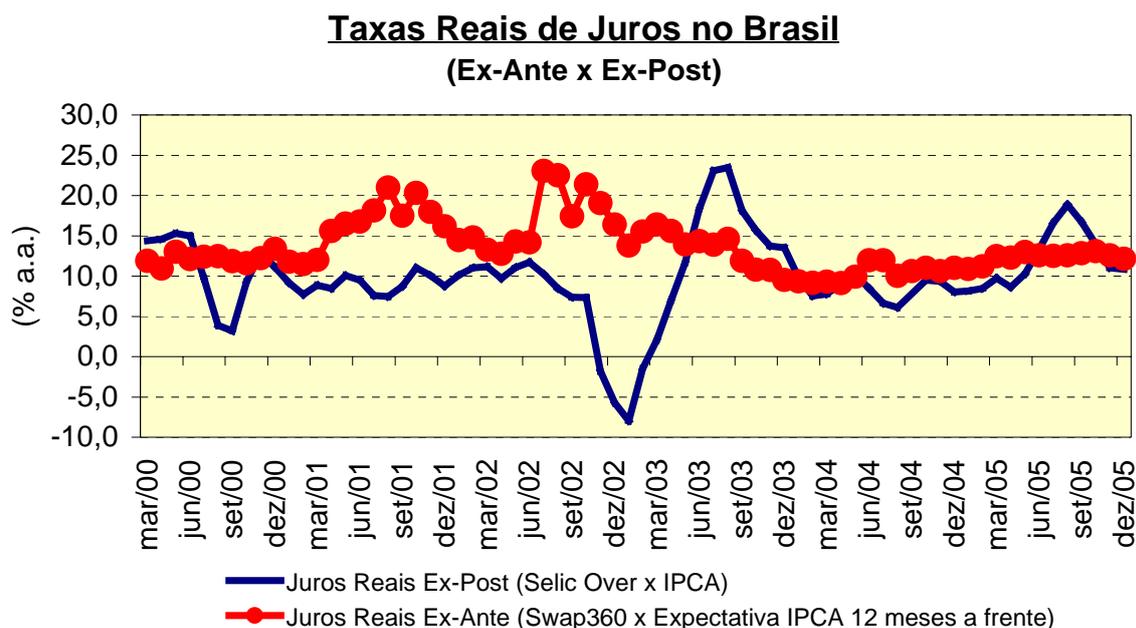
Além disso, com a maior demanda por títulos indexados à inflação, tem sido possível ao Tesouro Nacional acelerar a estratégia de redução da exposição do governo a instrumentos indexados a taxas de juros, principalmente as LFT.

2.1 Histórico de Instabilidade no Cenário Macroeconômico

Conforme mencionado anteriormente, a emissão de títulos prefixados é fortemente influenciada pela conjuntura macroeconômica, notadamente em relação à expectativa do comportamento dos juros reais no período de vida do título (entendendo-se como juros reais o rendimento obtido via juros nominais retirando-se a inflação do período).

Nesse sentido, uma das maneiras de se verificar a discrepância entre as expectativas dos agentes de mercado em relação aos dados efetivamente observados pode ser vista no gráfico a seguir.

11 Nesse sentido, o prazo médio de emissão dos títulos indexados a preços recuou de 95,4 meses, em dezembro de 2004, para 74,2 meses, em maio de 2006, embora este prazo ainda seja superior ao prazo médio do estoque da dívida interna (29,3 meses) e ao próprio prazo médio de emissão dos títulos domésticos (33,0 meses).



Pode-se perceber pelo gráfico acima a volatilidade das taxas de juros reais *ex-post*, tendo sido verificado inclusive rendimentos reais negativos ao longo do período (final de 2002). É importante esclarecer que os agentes financeiros ficam mais propensos a investir em títulos prefixados quando as taxas de juros reais *ex-ante* e *ex-post* se aproximam e se estabilizam, fatos que vem sendo verificados, embora de maneira ainda incipiente, nos últimos meses.

Outro fato que está diretamente ligado ao “apetite” do investidor por títulos prefixados se refere à análise de risco x retorno, que será mais detalhada no tópico a seguir.

2.2 Cultura do *Overnight*¹²

Outro fator limitante à adequação da composição e da estrutura da dívida pública aos objetivos traçados trata-se da cultura do *overnight*. Esta cultura, se por um lado favorece a demanda por títulos vinculados à Taxa Selic (LFT), por outro dificulta a redução dos riscos de mercado assumidos pelo governo.

A cultura do *overnight* refere-se às aplicações efetuadas por diversos investidores em ativos indexados à taxa de juros de um dia, tais como o CDI¹³ ou a Taxa Selic. Os bancos múltiplos são os

¹² Tópico baseado em TAVARES (2003).

¹³ Depósito Interfinanceiro.

maiores doadores/tomadores de recursos em CDI, pois este é o “indexador” que remunera a troca de reservas bancárias destas instituições. Já no caso de outros investidores, para aplicar nestes ativos pode-se adquirir as LFT, direta ou indiretamente (no caso de uma aplicação em um fundo de investimento que tenha este título em sua carteira), ou em qualquer outro ativo conjugado a um *swap* cuja ponta ativa seja CDI e a ponta passiva seja a remuneração (ou somente o indexador) do ativo original. Há ainda outras possibilidades, tais como debêntures com rendimento determinado por um percentual do CDI (normalmente acima de 100% do CDI). Cabe mencionar que, nos últimos anos, diversos produtos foram lançados pela rede bancária para fazer frente à demanda por esta remuneração.

Deve-se destacar que um dos grandes motivos para que o CDI fosse o parâmetro de remuneração para vários tipos de aplicações se deve ao fato mencionado anteriormente: este representa o custo de oportunidade do setor financeiro. Outra consideração que merece destaque, e que talvez seja a que melhor explique a difusão da cultura do *overnight*, é a alta taxa real de juros embutida nestes ativos ao longo dos últimos anos (vide Tabela IV abaixo). Pode-se perceber que os investidores que tiveram seus rendimentos atrelados ao CDI no período em questão receberam remuneração real bastante atraente sem correr os riscos associados a outras alternativas de investimentos (volatilidade).

TABELA IV – Índices de Inflação e Taxa Selic (1990 a 2005)

Ano	IPCA	IGP-M	Taxa Selic	Juros Reais	
				Selic / IPCA	Selic / IGP-M
1990	1621,0%	1699,9%	1153,2%	-27,2%	-30,4%
1991	472,7%	458,4%	536,9%	11,2%	14,1%
1992	1119,1%	1174,7%	1549,2%	35,3%	29,4%
1993	2477,2%	2567,3%	3060,0%	22,6%	18,5%
1994	916,4%	1246,6%	1153,8%	23,4%	-6,9%
1995	22,4%	15,2%	53,1%	25,1%	32,9%
1996	9,6%	9,2%	27,4%	16,2%	16,7%
1997	5,2%	7,7%	24,8%	18,6%	15,9%
1998	1,7%	1,8%	28,8%	26,6%	26,5%
1999	8,9%	20,1%	25,6%	15,3%	4,6%
2000	6,0%	10,0%	17,4%	10,8%	6,7%
2001	7,7%	10,4%	17,3%	8,9%	6,3%
2002	12,5%	25,3%	19,2%	6,0%	-4,9%
2003	9,3%	8,7%	23,4%	12,9%	13,5%
2004	7,6%	12,4%	16,3%	8,1%	3,5%
2005	5,7%	1,2%	19,1%	12,7%	17,7%

Fonte: IBGE, FGV e Banco Central.

Entretanto, tais fatos não são suficientes para que inclusive os clientes finais, aí compreendidos os investidores de varejo, as empresas e, principalmente, os fundos de pensão e seguradoras, passassem a fazer questão de aplicar em ativos atrelados ao CDI¹⁴.

Fundos de Pensão

Para corroborar tal entendimento, analisemos o caso específico dos fundos de pensão, especialmente aqueles cujo passivo atuarial esteja atrelado ao IGP-M ou IGP-DI, visto que o ano de 2002 foi particularmente perverso para quem estava com suas aplicações atreladas ao CDI (ou à Taxa Selic). Explica-se: a meta atuarial dos fundos de pensão é, em geral, seis pontos percentuais acima dos respectivos indexadores. Dessa forma, os investimentos realizados devem apresentar rentabilidade superior à meta atuarial, e isso só acontece com os ativos em CDI quando a taxa real de juros está acima do patamar de seis por cento ao ano, algo que não ocorreu naquele ano¹⁵.

Em virtude dos acontecimentos ocorridos àquela época, iniciou-se um movimento dentro dos fundos de pensão para estabelecer uma política de casamento entre os ativos e os passivos de longo prazo, principalmente por meio do ALM. Esta estratégia de gerenciamento dos investimentos baseia-se “não apenas no melhor retorno ajustado ao risco, mas também nos passivos de longo prazo. Uma diretoria de investimentos que comprasse apenas CDI, imaginando estar fazendo uma boa gestão, na verdade estaria colocando o fundo numa situação de alto risco. Isso porque estaria levando em conta apenas a qualidade do ativo e não a qualidade do passivo, com seus *benchmarks* e seus prazos”.¹⁶

Pelo motivo acima exposto, vários fundos de pensão passaram a adquirir títulos indexados a índices de preços, principalmente NTN-C, para fazer frente à meta atuarial, visto que apenas uma parte dos ativos é direcionada para ativos de renda fixa, mesmo tratando-se da parcela mais significativa de recursos na maioria das fundações. Apesar dessa nova mentalidade por parte das fundações ter sido identificada ao longo de 2002, dentre as entidades de menor porte ainda são relativamente poucas aquelas que efetivamente estão utilizando o ALM no gerenciamento dos seus recursos financeiros¹⁷.

¹⁴ Vale ressaltar que, mesmo quando o Tesouro Nacional passou a privilegiar a LTN como principal instrumento de financiamento do déficit orçamentário, a partir da segunda metade da década de 90, ainda era possível conseguir investir em CDI pelo fato de se compor os títulos prefixados com operações de *swap* DI x Pré ou por operações de derivativos na Bolsa de Mercadorias e Futuros – BM&F, tais como o DI Futuro.

¹⁵ Caso se queira acrescentar os custos administrativos das fundações, a rentabilidade real passa a ser superior a 7% ao ano.

¹⁶ REVISTA INVESTIDOR INSTITUCIONAL (2002).

¹⁷ Outro movimento verificado após a desvalorização cambial ocorrida em 2002 foi o início do processo de alteração do indexador do passivo atuarial das fundações, migrando dos índices gerais de preços para os índices de preços ao

Entretanto, mesmo após o ocorrido em 2002 e o início da utilização do ALM, os gestores dos fundos de pensão não deixaram de ter atitudes “oportunistas” em relação às suas aplicações em ativos de renda fixa, como se pode verificar ao longo de 2005 quando parcela expressiva das reservas técnicas destas instituições estava aplicada em LFT¹⁸. Este movimento se deveu basicamente à elevação das taxas nominais de curtíssimo prazo pelo Banco Central ao final de 2004, fazendo com que os juros reais ao longo de 2005 fossem extremamente elevados (vide Tabela IV acima).

Nesse sentido, a estratégia adotada pelos gestores teve como pressuposto a aplicação dos recursos em títulos de curto prazo, indexados à taxa básica de juros (Taxa Selic), cuja liquidez de mercado fosse significativa. Esta alternativa proporcionou aos gestores ganhos elevados ao longo daquele ano aliado à melhor gestão do fluxo de caixa da entidade por conta da elevada liquidez das LFT.

Porém, há que se perguntar se este ganho de curtíssimo prazo obtido pelas fundações foi a melhor estratégia adotada, tendo em vista que na prática esta atitude representou uma “aposta” por parte dos gestores de que as taxas de médio e de longo prazos dos títulos indexados à inflação não se reduziriam de forma a representar uma perda quando da migração das LFT para estes títulos.

Em relação a esta questão, o Tesouro Nacional realizou apresentações direcionadas aos fundos de pensão no sentido de mostrar alguns estudos comparativos entre o carregamento de LFT e uma possível migração para as NTN-B de curto e médio prazos. Pelas projeções realizadas à época¹⁹ utilizando dados do mercado financeiro para as expectativas da trajetória para a Taxa Selic, a inflação esperada (IPCA) e a estrutura a termo de taxas de juros prefixadas (DI Futuro), o prazo ótimo para tal migração deveria ocorrer em um período de 2 a 3 meses, ou seja, até o final de 2005.

Entretanto, em meados de dezembro de 2005, o Tesouro Nacional calculou os valores efetivamente verificados no mercado financeiro para o estudo apresentado anteriormente aos fundos

consumidor, tendo em vista que os primeiros são fortemente influenciados pela trajetória da taxa de câmbio devido à sua própria formação. Além disso, os índices de preços ao consumidor são mais aconselháveis por conta de espelharem de maneira mais correta o custo de vida das famílias ao longo do tempo, algo que não ocorre com os índices gerais de preços. Este foi um dos principais fatores para que o Tesouro Nacional passasse a ofertar a NTN-B.

¹⁸ De acordo com a Associação Brasileira das Entidades Fechadas de Previdência Complementar – Abrapp, este montante chegava a aproximadamente 35% das aplicações em títulos de renda fixa (montante aproximado de R\$ 50 bilhões).

¹⁹ Outubro de 2005.

de pensão e o resultado encontrado levou à conclusão que o prazo de migração foi ainda menor que o inicialmente projetado, conforme abaixo.

TABELA V – Comparativo LFT x NTN-B (Base 3/10/2005)

Data Início (compra)	Data Fim (venda)	Dias Úteis	Título	Taxa Real
3/10/2005	15/5/2007	402	NTN-B	12,26%
3/10/2005	17/10/2005	9	LFT	12,28%
17/10/2005	15/5/2007	393	NTN-B	
3/10/2005	27/10/2005	17	LFT	12,25%
27/10/2005	15/5/2007	385	NTN-B	
3/10/2005	16/11/2005	29	LFT	12,10%
16/11/2005	15/5/2007	373	NTN-B	
3/10/2005	24/11/2005	35	LFT	12,14%
24/11/2005	15/5/2007	367	NTN-B	
3/10/2005	6/12/2005	43	LFT	11,92%
6/12/2005	15/5/2007	359	NTN-B	

Data Início (compra)	Data Fim (venda)	Dias Úteis	Título	Taxa Real
3/10/2005	15/8/2008	717	NTN-B	11,73%
3/10/2005	17/10/2005	9	LFT	11,91%
17/10/2005	15/8/2008	708	NTN-B	
3/10/2005	27/10/2005	17	LFT	11,85%
27/10/2005	15/8/2008	700	NTN-B	
3/10/2005	16/11/2005	29	LFT	11,80%
16/11/2005	15/8/2008	688	NTN-B	
3/10/2005	24/11/2005	35	LFT	11,79%
24/11/2005	15/8/2008	682	NTN-B	
3/10/2005	6/12/2005	43	LFT	11,64%
6/12/2005	15/8/2008	674	NTN-B	

Data Início (compra)	Data Fim (venda)	Dias Úteis	Título	Taxa Real
3/10/2005	15/5/2009	905	NTN-B	10,82%
3/10/2005	17/10/2005	9	LFT	11,46%
17/10/2005	15/5/2009	896	NTN-B	
3/10/2005	27/10/2005	17	LFT	11,40%
27/10/2005	15/5/2009	888	NTN-B	
3/10/2005	16/11/2005	29	LFT	11,35%
16/11/2005	15/5/2009	876	NTN-B	
3/10/2005	24/11/2005	35	LFT	11,37%
24/11/2005	15/5/2009	870	NTN-B	
3/10/2005	6/12/2005	43	LFT	11,33%
6/12/2005	15/5/2009	862	NTN-B	

A partir da Tabela V acima, pode-se depreender que o prazo ideal de migração das LFT para a NTN-B 2007 ocorreu entre o dia 27/10/2005 e o dia 16/11/2005, ou seja, em menos de um mês e

meio a contar da data de início dos cálculos. No caso da NTN-B 2008, este prazo foi de aproximadamente 2 meses. Para a NTN-B 2009, o *breakeven* não foi atingido no período analisado.

Mesma análise foi feita tomando como base o início de novembro de 2005, ou seja, qual seria a melhor estratégia de migração para um investidor que desejasse adquirir inicialmente uma LFT (ou que já estivesse carregando tal ativo) para posteriormente transferir esta aplicação para uma NTN-B com vistas a maximizar o rendimento esperado.

TABELA VI – Comparativo LFT x NTN-B (Base 1/11/2005)

Data Início (compra)	Data Fim (venda)	Dias Úteis	Título	Taxa Real
1/11/2005	15/5/2007	382	NTN-B	12,25%
1/11/2005	16/11/2005	9	LFT	12,12%
16/11/2005	15/5/2007	373	NTN-B	
1/11/2005	24/11/2005	15	LFT	12,16%
24/11/2005	15/5/2007	367	NTN-B	
1/11/2005	6/12/2005	23	LFT	11,93%
6/12/2005	15/5/2007	359	NTN-B	

Data Início (compra)	Data Fim (venda)	Dias Úteis	Título	Taxa Real
1/11/2005	15/8/2008	697	NTN-B	11,76%
1/11/2005	16/11/2005	9	LFT	11,71%
16/11/2005	15/8/2008	688	NTN-B	
1/11/2005	24/11/2005	15	LFT	11,70%
24/11/2005	15/8/2008	682	NTN-B	
1/11/2005	6/12/2005	23	LFT	11,54%
6/12/2005	15/8/2008	674	NTN-B	

Data Início (compra)	Data Fim (venda)	Dias Úteis	Título	Taxa Real
1/11/2005	15/5/2009	885	NTN-B	11,44%
1/11/2005	16/11/2005	9	LFT	11,46%
16/11/2005	15/5/2009	876	NTN-B	
1/11/2005	24/11/2005	15	LFT	11,48%
24/11/2005	15/5/2009	870	NTN-B	
1/11/2005	6/12/2005	23	LFT	11,44%
6/12/2005	15/5/2009	862	NTN-B	

A partir da Tabela VI acima, pode-se depreender que o prazo ideal de migração das LFT para as NTN-B 2007 e 2008 ocorreu em menos de quinze dias a contar da data de início dos cálculos. No caso da NTN-B 2009, o *breakeven* ocorreu após cerca de um mês.

É possível perceber que a manutenção dos recursos em LFT até o vencimento do título implicaria em um rendimento real inferior à aquisição de uma NTN-B de curto ou de médio prazo. Em relação às NTN-B de longo prazo, ainda que não houvesse necessidade de alteração do investimento no curtíssimo prazo, o diferencial projetado de rendimentos não era elevado o suficiente para recompensar o risco assumido pelos gestores dos fundos de investimento cujos atuariais são indexados ao IPCA.

Tendo em vista que, apesar das apresentações efetuadas pelo Tesouro Nacional, os fundos de pensão, ao final de 2005, tinham efetuado um movimento ainda tímido de migração das LFT para as NTN-B de curto e de médio prazos²⁰, pode-se perceber como a cultura do *overnight* ainda exerce forte influência sobre as decisões de investimentos de um segmento de mercado que deveria pautar suas análises a partir de *benchmarks* de médio ou de longo prazos.

Pessoas Físicas e Jurídicas Não Financeiras

Finalmente, em relação aos demais clientes finais, há ainda uma percepção de imediatismo em relação aos investimentos, principalmente no que se refere a prazos de aplicação, ainda bastante curtos, e também em relação à percepção de risco contra retorno. Este último ponto é mais bem observado nos investimentos em renda fixa, onde os aplicadores continuam acreditando que este tipo de aplicação pode até render menos que outras alternativas, mas nunca deverá apresentar retorno negativo, mesmo que em curtíssimo prazo²¹.

Um fator que ainda não foi percebido pelos aplicadores em geral se refere a qual seria a melhor alternativa de investimento para um horizonte de tempo predeterminado. Por exemplo, um investidor que gostaria de aplicar seus recursos por período de cinco anos continua a ter como *benchmark* desta aplicação o CDI, lembrando que esta taxa de juros é válida para apenas um dia, ou seja, é um ótimo referencial para investimentos de curtíssimo prazo, mas é falho nos demais casos.

Entretanto, espera-se uma alteração nesse pensamento nos próximos anos, tendo em vista um maior entendimento desse paradoxo por parte dos investidores. Este novo entendimento vem gradualmente ocorrendo por conta de dois fatores primordiais: i) divulgação pela imprensa desse paradoxo, principalmente por conta de diversas entrevistas concedidas por integrantes do Tesouro

²⁰ De acordo com informações da própria Abrapp e de consultorias de investimentos em cuja carteira de clientes encontram-se diversos fundos de pensão.

²¹ Como exemplo para este comportamento, podemos citar o episódio da marcação a mercado ocorrido em meados de 2002, quando os títulos remunerados pelo CDI ou pela Taxa Selic, principalmente as LFT, apresentaram uma redução em seus preços, fazendo com que as cotas dos fundos de renda fixa e fundos DI registrassem perdas. Em decorrência, houve expressivo volume de saques dos investidores destes fundos, alimentando o círculo vicioso.

Nacional e agentes do mercado financeiro sobre o tema; ii) criação de um novo grupo de índices, a partir de convênio firmado pela Associação Nacional das Instituições do Mercado Financeiro – Andima e pelo Tesouro Nacional, que podem ser utilizados como *benchmarks* de médio e de longo prazos, os chamados IMA (Índice de Mercado Andima) e seus subgrupos, conforme tabela a seguir²².

TABELA VII – Índice de Mercado Andima – IMA

Família IMA	
Nome	Composição
IMA	Agregado do IRF-M, IMA-S, IMA-C e IMA-B
IRF-M (lançado em 2000)	Todas as LTN e NTN-F
IMA-S	Todas as LFT (exceto LFT-A e LFT-B)
IMA-C	Todas as NTN-C
IMA-C 5	Todas as NTN-C com prazo menor ou igual a 5 anos
IMA-C 5+	Todas as NTN-C com prazo maior do que 5 anos
IMA-B	Todas as NTN-B
IMA-B 5	Todas as NTN-B com prazo menor ou igual a 5 anos
IMA-B 5+	Todas as NTN-B com prazo maior do que 5 anos

Embora seja esperada uma mudança na mentalidade dos aplicadores de recursos em ativos de renda fixa nos próximos anos, um fator que ainda é primordial na decisão de investimento das pessoas físicas e jurídicas é a volatilidade verificada nestes ativos, fazendo com que aplicações em ativos direta ou indiretamente vinculados ao CDI e à Taxa Selic continuem a ter preferência.

Volatilidade do CDI

Um dos principais fatores que fazem com que os diversos segmentos de mercado continuem a realizar aplicações em ativos atrelados ao CDI advém do fato de que este tipo de investimento

²² Comunicado Andima de 1/4/2005:

A ANDIMA – Associação Nacional das Instituições do Mercado Financeiro está lançando hoje, dia 1º de abril, o IMA - Índice de Mercado ANDIMA, família de índices de renda fixa destinada a apurar a evolução do valor de mercado de carteiras compostas exclusivamente por títulos públicos prefixados e atrelados à Taxa SELIC (LFT), ao IPCA (NTN-B) e ao IGP-M (NTN-C). A expectativa da Associação é a de que o novo parâmetro se torne, no segmento de renda fixa, um importante benchmark para os gestores de portfólio, tal como ocorre com o Ibovespa no mercado de ações.

A iniciativa conta com o apoio formal do Tesouro Nacional, que em dezembro de 2004 firmou com a ANDIMA convênio operacional estabelecendo as responsabilidades de cada instituição no projeto - o Tesouro compromete-se a repassar as informações necessárias à construção dos índices, e a ANDIMA, a elaborar a metodologia e o sistema de cálculo.

O Índice de Mercado ANDIMA contempla subdivisões, no sentido de atender às necessidades dos diversos tipos de investidores e de suas respectivas carteiras. A tabela abaixo contém a descrição da composição das carteiras dos novos índices.

apresenta baixíssima volatilidade. Neste caso, os principais veículos utilizados são os fundos DI e Renda Fixa (que nos últimos anos vêm aplicando parte substancial de seus recursos em ativos indexados à Taxa Selic e ao CDI) e os CDB-DI.

Em contraposição, outros tipos de investimentos apresentam volatilidade mais elevada²³, principalmente por conta da necessidade de se marcar a mercado as aplicações em fundos de investimentos, regra definida em 2002 pelo Banco Central em conjunto com a Comissão de Valores Mobiliários – CVM.

Como mencionado anteriormente, os investidores representados pelas pessoas físicas e jurídicas não-financeiras ainda têm uma aversão a risco elevada, não aceitando rendimentos negativos, mesmo que em curtos períodos de tempo. Dessa forma, enquanto for possível aliar alta rentabilidade com baixa volatilidade, algo que os veículos acima mencionados têm como característica, não será possível alterar a cultura do *overnight* de forma mais acentuada.

Análise Risco x Retorno

Apesar das constatações relatadas, um fator que pode vir a acelerar o processo de migração de aplicações em CDI para outras alternativas de investimento se refere à análise risco x retorno. Diversos analistas de mercado acreditam que nos próximos anos o rendimento produzido pela taxa básica de juros seja inferior a outras modalidades de renda fixa vigentes no mercado financeiro, como por exemplo, títulos prefixados ou indexados à inflação. Então, como estes últimos investimentos apresentarem como característica um risco superior, a análise risco x retorno será fundamental na escolha ótima dos agentes financeiros, quando será possível alocar parte do portfólio de investimentos para ativos mais arriscados com o intuito de se obter remuneração mais elevada.

Porém, o que se verifica na prática é que este diferencial de rendimentos em favor de investimentos em ativos prefixados ou indexados à inflação já vem ocorrendo há algum tempo, conforme tabela a seguir.

23 Vide Gráfico I na Seção 4, que contém comparação da volatilidade de uma LFT (principal título que compõe a carteira dos fundos DI e Renda Fixa) com uma LTN.

TABELA VIII – Rentabilidade do IMA

ÍNDICE	1 DIA		1 MÊS		3 MESES		6 MESES		1 ANO	NO ANO (2006)	
	Período	Ano	Período	Ano	Período	Ano	Período	Ano		Período	Ano
IMA-GERAL	0,19%	61,83%	1,92%	25,71%	5,34%	23,15%	9,95%	20,89%	19,45%	3,09%	25,26%
IRF-M	0,15%	47,04%	1,83%	24,26%	5,57%	24,23%	11,04%	23,31%	20,91%	3,10%	25,37%
IMA-S	0,06%	17,70%	1,40%	18,19%	4,48%	19,17%	9,38%	19,64%	19,74%	2,31%	18,47%
IMA-B	0,80%	649,28%	4,16%	63,01%	9,29%	42,68%	12,58%	26,75%	19,51%	6,49%	59,38%
IMA-C	0,07%	20,64%	2,04%	27,42%	4,80%	20,63%	5,62%	11,56%	9,97%	3,19%	26,21%
IMA-B 5	0,40%	172,21%	2,98%	42,22%	8,83%	40,30%	11,76%	24,90%	17,71%	5,63%	50,04%
IMA-C 5	0,05%	13,14%	1,61%	21,13%	4,94%	21,29%	7,05%	14,60%	11,62%	2,94%	23,95%
IMA-B 5+	2,08%	17860,2%	9,13%	185,45%	12,29%	59,01%	16,06%	34,70%	23,73%	10,34%	107,36%
IMA-C 5+	0,08%	23,47%	2,20%	29,82%	4,74%	20,36%	4,81%	9,86%	9,02%	3,28%	27,02%
CDI	0,06%	17,23%	1,33%	17,18%	4,18%	17,79%	8,88%	18,55%	18,99%	2,19%	17,43%

- Dados de: 17/02/06

Como se pode depreender da tabela acima, o rendimento dos títulos públicos prefixados (IRF-M) e indexados ao IPCA (IMA-B) foi bastante superior ao CDI e também ao retorno dos títulos atrelados à Taxa Selic (IMA-S) em todos os períodos considerados, exceto no caso do período de um ano, em que o IMA-S foi superior ao IMA-B, porém inferior ao IRF-M.

Apesar disso, ainda é incipiente a criação de fundos de investimento cujo *benchmark* seja um índice de preços (IPCA ou IGP-M) ou uma das sub-séries do IMA atrelado a preços (IMA-B ou IMA-C). O que vem ocorrendo, embora ainda de forma lenta, é a aquisição de títulos prefixados ou indexados a preços por fundos de renda fixa e multimercados.

Finalmente, o que se procura neste trabalho é criar um novo instrumento financeiro que possua volatilidade intrínseca inferior à verificada nas LTN, de modo que possa se aproximar àquela verificada nos ativos atrelados ao CDI para que o movimento de migração de ativos acima descrito possa ocorrer de maneira mais acelerada. O principal público alvo deste novo instrumento seriam os fundos de renda fixa, já que estes não são obrigados legalmente a manter um percentual mínimo em ativos atrelados ao CDI, algo que ocorre com os fundos DI.

3. OBJETIVOS

Atualmente, há um claro dilema a ser resolvido pelos administradores da dívida pública, no que se refere a qual a melhor estratégia para reduzir o risco de refinanciamento e o risco de mercado do Tesouro Nacional. Adicionalmente, verificou-se que os atuais instrumentos utilizados pelo governo não têm condições de atender totalmente às exigências dos administradores da dívida pública.

Dessa forma, apresentaremos a partir deste ponto as vantagens na utilização de derivativos, especificamente de opções agregadas a títulos prefixados no gerenciamento da dívida pública.

Ótica da Oferta

Especificamente sob a ótica do Tesouro Nacional, a utilização de derivativos virá no auxílio dos objetivos primordiais do gerenciamento da dívida pública, quais sejam: o alongamento do prazo médio da dívida pública e a melhoria de sua composição. Em relação ao prazo médio, pode-se afirmar que o esforço empreendido pelo governo na melhoria deste indicador vem apresentando efeitos limitados, principalmente ao longo dos últimos anos (atualmente em 29,3 meses – maio de 2006 – ante 27,1 meses ao final de 1999, 35,0 meses em dezembro de 2001 e 33,2 meses ao final do governo passado).

Por outro lado, no caso da composição da dívida pública, os avanços são significativos, tendo em vista o aumento da participação dos títulos prefixados no total da dívida interna (atualmente em 29,6% – maio de 2006 – ante 9% ao final de 1999, 7,8% em dezembro de 2001 e 2,2% ao final do governo passado). Em contrapartida, a participação dos títulos atrelados à Taxa Selic vem declinando, encontrando-se atualmente em 44,1%, ante 57% ao final de 1999, 52,8% em dezembro de 2001 e 60,8% ao final do governo passado.

O fato de que o prazo médio vem apresentando melhora pouco significativa nos últimos anos está diretamente relacionado à melhoria da composição da dívida interna, tendo em vista que o prazo médio de emissão dos títulos prefixados (20,6 meses em maio de 2006) ainda é inferior ao prazo médio do estoque da dívida interna, sendo o principal motivo para tanto o risco associado a este tipo de investimento.

Nesse sentido, a utilização de derivativos com o objetivo primordial de reduzir a volatilidade dos títulos prefixados viria a auxiliar o Tesouro Nacional na elevação do prazo médio deste instrumento, sem a elevação do risco inerente ao ativo na mesma proporção, facilitando, por consequência o aumento na composição de papéis prefixados na composição da dívida interna brasileira.

Deve-se ressaltar que, apesar dos avanços obtidos em relação à composição da dívida pública doméstica ao longo deste governo, a exposição à taxa flutuante (Taxa Selic) ainda é significativa, sendo este um dos obstáculos à obtenção do chamado grau de investimento (*investment grade*) por parte do Brasil.

Ótica da Demanda

Do lado do investidor, o acesso a um novo tipo de instrumento pode ser vantajoso em dois aspectos: i) manutenção da exposição ao risco prefixado, embora com menor volatilidade; e, ii) aposta especulativa em relação às taxas de juros embutidas nos títulos prefixados.

Em relação ao primeiro ponto, fica claro que, à medida que a estrutura a termo de taxa de juros no país volte a se comportar de maneira mais usual, ou seja, fique positivamente inclinada, haverá uma demanda adicional por ativos prefixados em detrimento daqueles atrelados à taxa básica de juros (Taxa Selic). Entretanto, não serão todos os agentes da economia que terão apetite ao risco associado a esta nova realidade, portanto sempre haverá espaço para um instrumento que reduza a volatilidade de um título prefixado.

Mesmo no momento atual, em que a curva de juros ainda é negativamente inclinada, há diversos investidores direcionando seus recursos para ativos prefixados por conta da expectativa de redução da taxa básica de juros nos próximos meses. Novamente, este volume de recursos seria potencializado caso houvesse uma alternativa de se aplicar em títulos prefixados com volatilidade inferior à verificada atualmente no mercado doméstico.

Finalmente, tendo em vista que as opções (*put* e *call*) poderão ser destacadas do título, haverá especuladores que não teriam o interesse em adquirir o “pacote completo” (LTN e opções), mas sim apenas os derivativos. Estes especuladores também seriam fundamentais para dar liquidez a este novo mercado, sendo possível, inclusive, que passem também a lançar as opções, auxiliando no próprio processo iniciado pelo Tesouro Nacional.

4. HIPÓTESES E METODOLOGIA

O que se propõe neste trabalho é a criação de um instrumento financeiro (LTN + opção) cuja volatilidade seja inferior à de uma LTN de modo a que se aproxime da volatilidade verificada nas LFT. Este novo instrumento teria por finalidade principal acelerar o processo de redução da parcela de títulos atrelados à Taxa Selic na composição da dívida pública, sem que se incorra em aumento do risco de refinanciamento do Tesouro Nacional por conta da redução do prazo médio da dívida e elevação nos vencimentos de curto prazo (percentual vincendo em doze meses).

Conforme mencionado anteriormente, este processo ainda não atingiu a velocidade ideal, tendo-se conseguido ganhos relativamente modestos ao longo dos últimos anos, principalmente por conta da dificuldade em se emitir títulos prefixados de longo prazo.

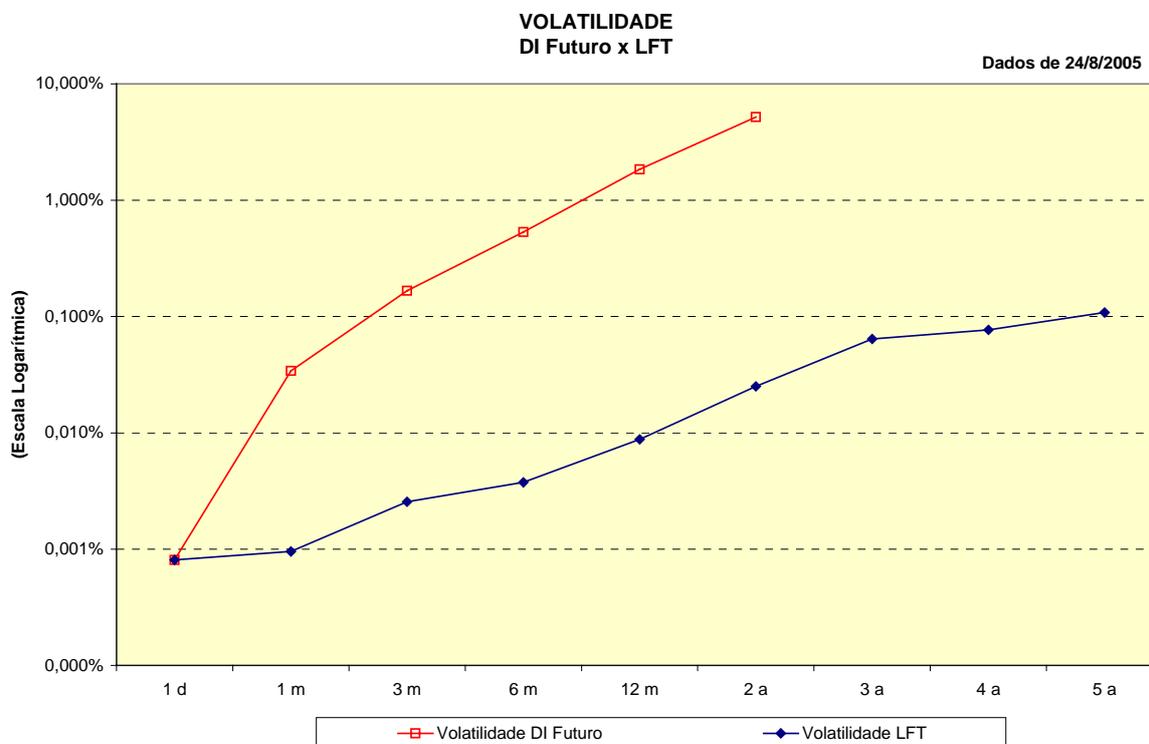
A hipótese a ser testada neste trabalho é de que existe uma carteira de ativos, formada pela conjugação de uma LTN com a compra de uma certa quantidade de *puts* e/ou a venda de certa quantidade de *calls*, cuja volatilidade seja inferior à volatilidade de uma LTN e se aproxime da volatilidade de uma LFT. Deve-se ressaltar que este novo instrumento, apesar de reduzir a volatilidade de uma aplicação em LTN, mantém o risco prefixado do investidor, diferentemente da hipótese de se efetuar um *swap* de rentabilidade prefixada por taxa flutuante (“LFT Sintética”).

Para tanto, serão testadas várias séries de carteiras de ativos, inicialmente sendo compostas somente por uma LTN e a compra de uma certa quantidade de *puts*; posteriormente tendo apenas uma LTN e a venda de certa quantidade de *calls*; e, finalmente, a conjugação de uma LTN com certa quantidade de *puts* e/ou *calls*.

Neste momento, é importante ressaltar que existe uma estratégia específica de compra de LTN concomitantemente à compra de uma *put* e venda de uma *call* que apresenta um resultado interessante. Existe uma relação de não arbitragem em finanças que trata dessa combinação, qual seja: $S + P - C = B$. Esta identidade afirma que o preço de um título de renda fixa livre de risco (B) é igual ao preço de um ativo objeto mais a compra de uma *put* e a venda de uma *call* (ambos os derivativos sobre este mesmo ativo objeto e mesmos preços e datas de *strike*). Conseqüentemente, para não haver arbitragem, a volatilidade associada ao título livre de risco (quando marcado a mercado) deve ser igual à da cesta mencionada. Esta alternativa será testada e, espera-se, mostrará que existe uma limitação para a redução da volatilidade do novo instrumento.

Apresentamos, abaixo, gráfico contendo a estrutura a termo da volatilidade da curva prefixada (neste caso foi utilizado como *proxy* a curva de DI Futuro) e da curva de LFT.

GRÁFICO II – Estrutura a Termo de Volatilidade (DI Futuro x LFT)



4.1 Metodologia de Precificação de Opções sobre Taxas de Juros

De acordo com a literatura especializada²⁴, os derivativos de taxas de juros são aqueles cujo retorno dependem, de alguma forma, do nível das taxas de juros. Um grande desafio para os profissionais da área tem sido encontrar procedimentos robustos para precificar e “hedgear” esses instrumentos, tendo em vista que estes derivativos são mais complexos de avaliar do que derivativos cujos ativos subjacentes são ações e taxas de câmbio, pelos seguintes motivos:

- O comportamento probabilístico de uma taxa de juros é muito mais complexo do que o do preço de uma ação ou de uma taxa de câmbio;
- Para avaliar muitos produtos, é necessário desenvolver um modelo que descreva o comportamento probabilístico de toda a curva de rendimentos;
- As volatilidades em diferentes pontos da curva de rendimentos são diferentes;
- Há dúvidas sobre que taxas de juros devam ser utilizadas para descontar e definir o retorno do derivativo.

²⁴ Ver, por exemplo, Hull (1998).

Embora tenha sido desenvolvido originalmente para avaliar opções sobre futuros de commodities, o Modelo de Black é o instrumental mais utilizado nas opções sobre taxas de juros. Este modelo pressupõe que a volatilidade de F (preço futuro do ativo) seja constante, sendo que F possui distribuição de probabilidade lognormal no instante T e $\sigma\sqrt{T}$ é o desvio padrão de $\ln F$. Ainda, as taxas de juros são não estocásticas. Finalmente, F pode ser calculado a partir do preço à vista do título (B), retirando-se o valor presente dos cupons de juros (I) pagos durante a vida do título²⁵.

Modelo de Black

Em 1976, Black desenvolveu um modelo para precificar opções sobre futuros²⁶ baseado na suposição de que o preço futuro, F, segue o movimento browniano geométrico ($dF = \mu F dt + \sigma F dz$)²⁷. O modelo pode ser resumido nas seguintes equações:

$$p = e^{-rt} [XN(-d_2) - FN(-d_1)]$$

$$c = e^{-rt} [FN(d_1) - XN(d_2)]$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{F}{X}\right) + \left(\frac{\sigma^2}{2}\right)t}{\sigma\sqrt{t}}$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{F}{X}\right) - \left(\frac{\sigma^2}{2}\right)t}{\sigma\sqrt{t}} = d_1 - \sigma\sqrt{t}$$

em que:

p → preço da *put* europeia

c → preço da *call* europeia

F → preço futuro do ativo objeto

25 $F = e^{rT}(B - I)$

26 Black (1973)

27 Onde μ é a taxa de crescimento esperado para F, σ sua volatilidade e dz, o processo de Wiener. Essa suposição faz com que o preço futuro seja tratado como uma ação que rende dividendo contínuo igual a r.

$X \rightarrow$ preço de exercício

$N(x) \rightarrow$ função de distribuição de probabilidade acumulada para uma variável que é distribuída log-normalmente, com média zero e desvio-padrão 1

$r \rightarrow$ taxa livre de risco

$t \rightarrow$ tempo de vida da opção

$\sigma \rightarrow$ volatilidade do ativo objeto

Observações:

- No caso de uma *call*, a expressão $N(d_2)$ é a probabilidade de a opção ser exercida em um mundo neutro ao risco, de modo que o $XN(d_2)$ seja o preço de exercício multiplicado pela probabilidade de o preço de exercício ser pago. Mesma análise pode ser feita para uma *put*, embora as expressões sejam: $N(-d_2)$ para a probabilidade mencionada e $XN(-d_2)$ o preço de exercício multiplicado pela probabilidade de a opção ser exercida.

- A volatilidade do preço do ativo objeto é o único parâmetro das fórmulas de precificação de Black que não pode ser observado diretamente. Entretanto, é possível encontrar a volatilidade de um ativo objeto a partir do preço de sua opção (volatilidade implícita). Assim, a volatilidade implícita pode ser utilizada para monitorar a opinião do mercado sobre a volatilidade de certo ativo objeto, que varia com o tempo. Ela também pode ser usada para calcular o preço de uma opção a partir do preço de outra opção.

- A volatilidade a ser utilizada no Modelo de Black, refere-se à volatilidade de preço. Porém, em determinadas situações, é mais fácil calcular a volatilidade de rendimento (*yield volatility*) de determinado título. Então esta volatilidade de rendimento deve ser transformada em volatilidade de preço para a utilização do Modelo de Black, a partir da seguinte fórmula:

$$\sigma = Dy\sigma_y$$

onde,

$\sigma \rightarrow$ volatilidade preço do título

$D \rightarrow$ duração modificada do título

$y \rightarrow$ rendimento do título

$\sigma_y \rightarrow$ volatilidade rendimento do título

Paridade Put-Call

A paridade *put-call* estabelece uma relação de equilíbrio (não-arbitragem) entre o preço da *put* e da *call* européias sobre o mesmo ativo objeto e com mesmo vencimento, e é expressa pela seguinte equação: $c + Xe^{-rt} = p + Fe^{-rt}$

Derivadas Parciais do Modelo de Black (“Gregas”)

As “gregas” de uma *call* são:

$$\frac{\partial c}{\partial F} \quad \text{delta} = e^{-rt} \Phi(d_1)$$

$$\frac{\partial^2 c}{\partial F^2} \quad \text{gamma} = e^{-rt} \frac{\phi(d_1)}{f\sigma\sqrt{t}}$$

$$\frac{\partial c}{\partial \sigma} \quad \text{vega} = fe^{-rt} \phi(d_1)\sqrt{t}$$

$$\frac{\partial c}{\partial t} \quad \text{theta} = -\frac{fe^{-rt} \phi(d_1)\sigma}{2\sqrt{t}} + rfe^{-rt} \Phi(d_1) - rxe^{-rt} \Phi(d_2)$$

$$\frac{\partial c}{\partial r} \quad \text{rho} = txe^{-rt} \Phi(d_2)$$

onde Φ representa a função densidade de probabilidade normal padrão e $\phi(d_1) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{d_1^2}{2}}$.

Para uma *put*, as “gregas” são:

$$\frac{\partial p}{\partial F} \quad \text{delta} = e^{-rt} \Phi(d_1) - 1$$

$$\frac{\partial^2 p}{\partial F^2} \quad \text{gamma} = e^{-rt} \frac{\phi(d_1)}{f\sigma\sqrt{t}}$$

$$\frac{\partial p}{\partial \sigma} \quad \text{vega} = fe^{-rt} \phi(d_1)\sqrt{t}$$

$$\frac{\partial p}{\partial t} \quad \text{theta} = -\frac{fe^{-rt} \phi(d_1)\sigma}{2\sqrt{t}} - rfe^{-rt} \Phi(-d_1) + rxe^{-rt} \Phi(-d_2)$$

$$\frac{\partial p}{\partial r} \quad \text{rho} = -txe^{-rt} \Phi(-d_2)$$

onde Φ representa a função densidade de probabilidade normal padrão e $\phi(d_1) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{d_1^2}{2}}$.

Observação: As fórmulas de gamma e vega são idênticas para a *put* e para a *call*.

As “gregas” acima representadas estão intimamente ligadas aos fatores que afetam o preço de uma opção: i) preço corrente da ação; ii) preço de exercício; iii) tempo para o vencimento; iv) volatilidade do preço da ação; e, v) taxa de juros livre de risco. A tabela abaixo resume o efeito do aumento de uma destas variáveis, mantendo-se as demais constantes, sobre o preço da opção.

TABELA IX – “Gregas” de uma Opção

	“Grega”	Call Européia	Put Européia	Call Americana	Put Americana
Preço do Ativo Objeto	Delta / Gamma	+	-	+	-
Preço de Exercício	---	-	+	-	+
Tempo para Vencimento	Theta	?	?	+	+
Volatilidade	Vega	+	+	+	+
Taxa Livre de Risco	Rho	+	-	+	-

4.2 Resultados Alcançados

Os cálculos efetuados se referem à tentativa de se estabelecer um *hedge* para a oscilação de preços do ativo objeto, por meio da utilização da “grega” delta (*Delta Hedge*). Foram utilizados dois critérios, o primeiro de *hedge* constante ao longo do tempo, tendo-se calculado a razão de *hedge* no primeiro dia do período mantendo-o constante até o vencimento da opção. O segundo caso parte da razão de *hedge* calculada para o primeiro dia do período, porém alterando-se esta razão de *hedge* periodicamente (mensalmente)²⁸.

Em relação ao preço do ativo objeto (LTN), foi utilizada uma séria histórica desde 23/8/2005, sendo que para dados futuros foi criada uma trajetória de valores ao longo do tempo que satisfizesse a estrutura a termo de volatilidade para títulos prefixados (vide Gráfico I).

O período de construção dos preços foi de 23/8/2005 a 1/1/2007 (data de vencimento da LTN). A data de *strike* das opções é 13/9/2006. Os dados de volatilidade, taxa de juros livre de risco (DI Futuro) e preço à vista da LTN, são os observados no mercado financeiro doméstico em 23/8/2005. Todos os dados até 22/6/06 são os efetivamente realizados, os demais são projeções realizadas pelo autor.

²⁸ É importante ressaltar que o *Hedge* Variável pode apresentar um “custo” superior ao do *Hedge* Constante, tendo em vista a necessidade de, periodicamente, haver alteração nas quantidades das opções compradas e/ou vendidas, ficando o investidor sujeito ao custo do spread entre o valor da compra e da venda das opções.

4.2.1 LTN + Compra de Put

Entrada de Dados

Data Liquidação	23/8/05
Data Strike	13/9/06
Título Objeto: LTN	1/1/07
Taxa Título Objeto (a.a.)	18,63%
Preço a vista do Título	794,68
Preço Futuro do Título	949,55
Taxa Strike Opção (a.a.)	18,10%
Preço Exercício (Strike)	952,32
Volatilidade	1,75%
Tempo Strike (anos 252 du)	1,05
Taxa de juros (exp)	16,93%
Taxa de juros (a.a.)	18,45%

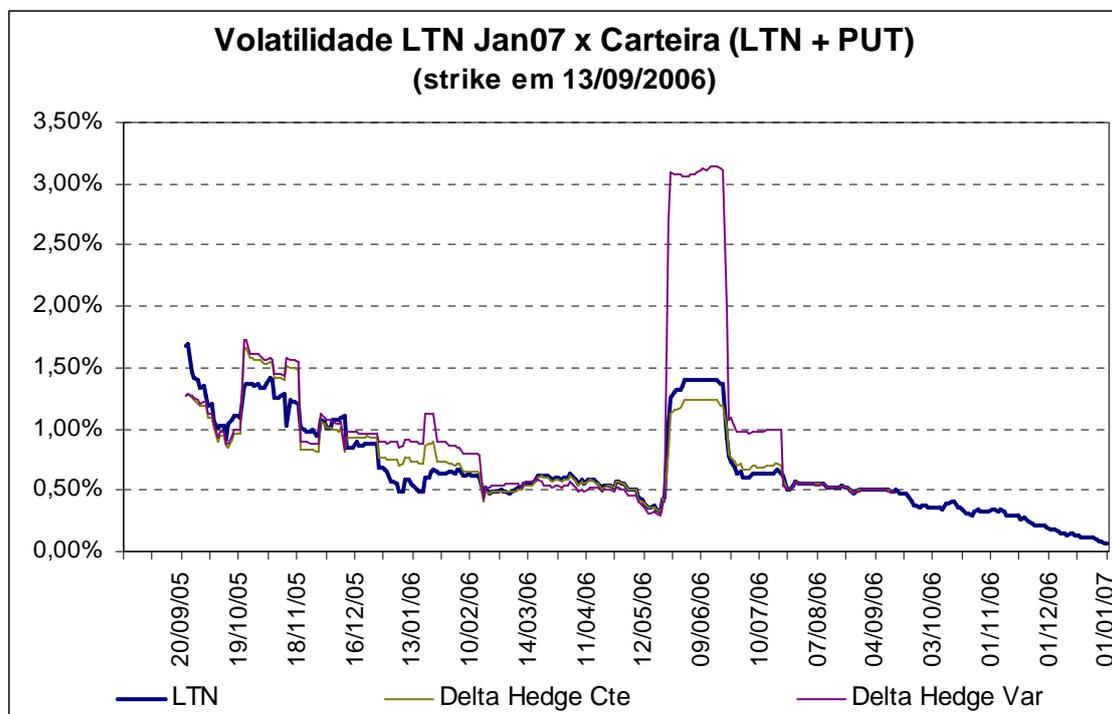
Resultados

PUT	6,93	Put Exercida (du)	265
Delta	-0,63	Rendimento LTN	18,78%
Gamma	0,02	Rendimento LTN + Put	17,24%
Vega	321,31	Custo (LTN Curva)	-1,39%
Theta	-1,50	Custo (LTN MTM)	-1,54%
Rho	-476,03		

LTN + Put	805,63	Preço (LTN => 27,141%)	931,92
Taxa	17,43%	Put Exercida (du)	265
Diferença	-1,20%	Rendimento LTN	16,36%
		Rendimento LTN + Put	18,63%
n (Delta Hedge)	1,58	Custo (LTN Curva)	0,00%
		Ganho (LTN MTM)	2,27%

Delta Final	-1,00
Vega Final	507,98
Rô Final	-752,58

GRÁFICO III – LTN + Put



Pode-se observar, pelo gráfico acima, que a volatilidade da carteira (LTN + Put) é relativamente próxima àquela verificada para a LTN sem a opção, embora em diversos momentos

ao longo do período tal fato não seja verdadeiro, principalmente em momentos de volatilidade. Este primeiro exercício mostra a possibilidade matemática de atingirmos o objetivo anunciado anteriormente.

Entretanto, a análise financeira sinaliza o alto custo da operação para o investidor (taxa de retorno de 17,43% ao ano, 120 pontos-base abaixo da taxa da LTN, caso a opção não seja exercida). Adicionalmente, naquela data (23/8/2005), com a curva de juros apresentando formato decrescente, o custo de carregamento desta posição tornava a operação ainda mais custosa (229 pontos-base abaixo do CDI), ou seja, aplicações atreladas ao CDI estariam com rendimento de 19,72% ao ano, fazendo com que, mesmo com a expectativa de redução na taxa básica de juros pelo Banco Central, a alternativa de se adquirir uma LTN conjugada a uma *put* representava abrir mão de um rendimento imediato de 2,29% ao ano no início do período considerado²⁹.

Análise adicional pode ser feita caso a *put* seja exercida, ou seja, se a taxa da LTN (ativo objeto) for igual ou superior a 18,10% ao ano na data de *strike*. Caso a taxa da LTN seja exatamente igual à taxa de *strike*, o rendimento deste investimento no período será de 17,24% ao ano, ou seja, 139 pontos-base abaixo da taxa da LTN carregada na curva do título. Podemos fazer adicionalmente uma análise comparativa com a própria LTN marcada a mercado. Neste caso, o rendimento da LTN será de 18,78% ao ano até a data de *strike* da opção, e o diferencial entre estes dois investimentos será de 154 pontos-base em favor da LTN.

Ainda, pode-se calcular qual seria a taxa da LTN na data de *strike* para que o rendimento deste novo instrumento fosse igual ao da LTN carregada pela curva. A taxa encontrada para a LTN seria de 27,141% ao ano. Assim, o rendimento da LTN + *Put* seria de 18,63% ao ano no período considerado. Comparativamente ao investimento somente em LTN, que teria um rendimento de apenas 16,36% ao ano, o ganho seria de 227 pontos-base.

Adicionalmente, é possível analisar os diversos indicadores encontrados nesta alternativa. A primeira observação a ser feita sobre esta alternativa se refere à quantidade de opções que devem ser compradas pelo investidor de modo a se ter o Delta *Hedge*. Inicialmente, esta quantidade é igual a 1,58, embora na estratégia de *Hedge* Variável pode-se atingir o pico de 43,71 *puts* compradas, quantidade extremamente elevada e que inviabilizaria o instrumento.

²⁹ Muito embora o rendimento esperado, caso o investidor mantivesse a aplicação até o vencimento, fosse superior ao do CDI. Entretanto, os investidores nacionais ainda mantêm a postura de curtíssimo prazo, aplicando seus recursos em ativos que dão retorno mais imediato em detrimento de alternativas de investimento cujos retornos são mais generosos em prazos mais dilatados.

Especificamente em relação às chamadas “gregas”, ao longo do período analisado temos o seguinte:

- a) Delta – para a estratégia de *Hedge* Constante, pode atingir o mínimo (em módulo) de $-0,02$, ou seja, a utilização da opção praticamente não garante *hedge* algum ao novo instrumento. No caso do *Hedge* Variável, esta “grega” varia de $-0,15$ a $-4,59$ fazendo com que em alguns dias o *hedge* fosse mínimo e em outros o ativo estivesse excessivamente “sobrehedgeado”;
- b) Vega – na estratégia de *Hedge* Constante, o valor máximo do vega ($511,95$) é praticamente igual ao valor inicial ($507,98$), entretanto na estratégia de *Hedge* Variável esta “grega” atinge o pico de $2812,55$, indicando que o novo instrumento estaria sujeito a uma volatilidade excessiva a depender da trajetória do preço da opção, fato que acabou se confirmando;
- c) Rho – o valor inicial equivale ao máximo (em módulo) na estratégia de *Hedge* Constante ($-752,58$), indicando que nesta estratégia o valor de rho decresce ao longo do tempo, não necessariamente de forma contínua. Já na estratégia de *Hedge* Variável, esta “grega” alcança o limite de $-1044,97$. Este valor, aproximadamente 40% superior ao rho inicial, indica que o novo instrumento estaria sujeito a alterações de preço de forma mais acentuada a depender da trajetória da taxa de juros livre de risco.

Já em relação a momentos de elevação da volatilidade no mercado financeiro, pode-se constatar que a alternativa de se conjugar a compra de uma LTN com a compra de *puts* não foi suficiente para reduzir o risco³⁰ do investimento (notadamente no caso da estratégia de *Delta Hedge* Variável, em que a volatilidade do novo instrumento se eleva sobremaneira).

Em resumo, para este caso específico, o novo instrumento embora possa apresentar retornos interessantes para o investidor, a depender da taxa da LTN na data de *strike*, ainda apresenta risco mais elevado quando comparado a uma LFT, e à própria LTN, principalmente nos momentos mais importantes (elevação da volatilidade do mercado financeiro).

30 Aqui entendido o risco como sendo a volatilidade do instrumento.

4.2.2 LTN + Venda de Call

Entrada de Dados

Data Liquidação	23/8/05
Data Strike	13/9/06
Título Objeto: LTN	1/1/07
Taxa Título Objeto (a.a.)	18,63%
Preço a vista do Título	794,68
Preço Futuro do Título	949,55
Taxa Strike Opção (a.a.)	15,35%
Preço Exercício (Strike)	958,93
Volatilidade	1,75%
Tempo Strike (anos 252 du)	1,05
Taxa de juros (exp)	16,93%
Taxa de juros (a.a.)	18,45%

Resultados

CALL	2,63
Delta	0,25
Gamma	0,02
Vega	281,18
Theta	-1,89
Rho	243,77

Call Exercida (du)	265
Rendimento LTN	19,56%
Rendimento LTN - Call	21,11%
Ganho (LTN Curva)	2,48%
Ganho (LTN MTM)	1,54%

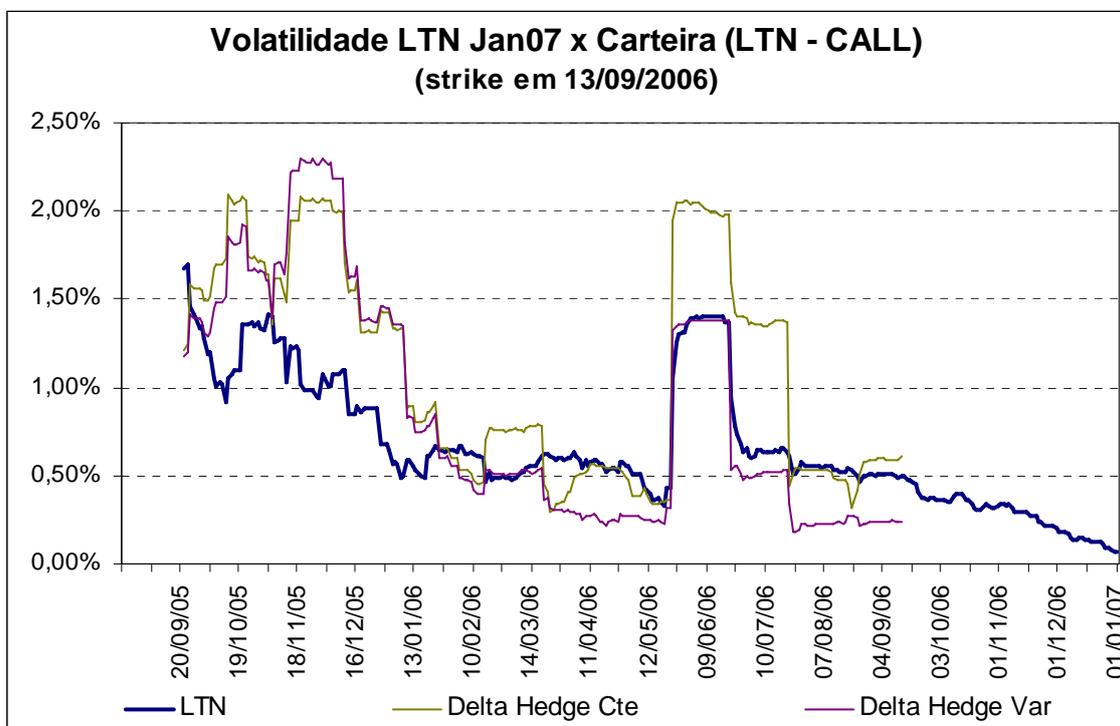
LTN - Call	784,03
Taxa	19,83%
Diferença	1,20%

Preço (LTN => 12,625%)	965,69
Call Exercida (du)	265
Rendimento LTN	20,36%
Rendimento LTN - Call	18,63%
Ganho (LTN Curva)	0,00%
Custo (LTN MTM)	-1,73%

n (Delta Hedge)	-4,05
-----------------	-------

Delta Final	-1,00
Vega Final	-1138,87
Rô Final	-987,34

GRÁFICO IV – LTN - Call



Diferentemente do caso anterior, a volatilidade verificada no instrumento é superior à de uma LTN em praticamente todo o período, e não somente nos momentos de maior volatilidade do mercado financeiro. Além disso, o custo também é elevado, embora neste caso, este custo seja pago

pelo Tesouro Nacional (taxa de retorno de 19,83% ao ano, 120 pontos-base acima da taxa da LTN e 11 pontos-base acima do CDI). Entretanto, ao contrário da simulação anterior (LTN + *Put*), este instrumento pode ser utilizado mesmo com a curva de juros negativamente inclinada, tendo em vista que o carregamento da posição passa a ser positivo para o investidor.

Análise adicional pode ser feita caso a *call* seja exercida, ou seja, se a taxa da LTN (ativo objeto) for igual ou inferior a 15,35% ao ano na data de *strike*. Caso a taxa da LTN seja exatamente igual à taxa de *strike*, o rendimento deste investimento no período será de 21,11% ao ano, ou seja, 248 pontos-base acima da taxa da LTN carregada na curva do título. Podemos fazer adicionalmente uma análise comparativa com a própria LTN marcada a mercado. Neste caso, o rendimento da LTN será de 19,56% ao ano até a data de *strike* da opção, e o diferencial entre estes dois investimentos se reduzirá para 154 pontos-base em favor do novo instrumento.

Ainda, pode-se calcular qual seria a taxa da LTN na data de *strike* para que o rendimento deste novo instrumento fosse igual ao da LTN carregada pela curva. A taxa encontrada para a LTN seria de 12,625% ao ano. Assim, o rendimento da LTN – *Call* seria de 18,63% ao ano no período considerado. Comparativamente ao investimento somente em LTN, que teria um rendimento de 20,36% ao ano, o custo seria de 173 pontos-base.

Adicionalmente, é possível analisar os diversos indicadores encontrados nesta alternativa. A primeira observação a ser feita sobre esta alternativa se refere à quantidade de opções que devem ser compradas pelo investidor de modo a se ter o Delta *Hedge*. Inicialmente, esta quantidade é igual a -4,05 (o sinal negativo indicado que a opção é vendida pelo investidor ao Tesouro Nacional), embora na estratégia de *Hedge Variável* pode-se chegar a -4,72 *calls*, que, embora não seja uma quantidade elevada, também não é o ideal, tendo em vista que na data de *strike* o investidor, caso a opção seja exercida, ficaria obrigado a entregar esta quantidade de LTN ao comprador da opção, sendo que a quantidade de LTN detida é de apenas uma.

Em relação às chamadas “gregas”, ao longo do período analisado temos o seguinte:

- a) Delta – para a estratégia de *Hedge Constante*, pode atingir o mínimo (em módulo) de -0,69 e o máximo (também em módulo) de -3,01. No caso do *Hedge Variável*, esta “grega” varia de -0,56 a -1,54. Em ambos os casos, há momentos em que o *hedge* fica abaixo do desejável e, em outras oportunidades, o ativo esteja “sobrehedgeado”;
- b) Vega – tanto na estratégia de *Hedge Constante* (-1221,71) quanto na de *Hedge Variável* (-1264,94), os valores máximos (em módulo) do vega são ligeiramente superiores ao vega inicial

(-1138,87). Porém, o próprio valor inicial desta “grega” já é extremamente elevado, indicando uma “predisposição” do novo instrumento à volatilidade excessiva;

- c) Rho – assim como no caso do vega, tanto na estratégia de *Hedge* Constante (-1190,94) quanto na de *Hedge* Variável (-1155,61), os valores máximos (em módulo) do rho são superiores ao rho inicial (-987,34), fazendo com que o novo instrumento estivesse sujeito a alterações de preço de forma mais acentuada a depender da trajetória da taxa de juros livre de risco.

Em resumo, conclui-se que as alternativas acima mencionadas não são viáveis sob o ponto de vista financeiro à época dos cálculos (23/8/2005), pois no caso da LTN + *Put* o custo de carregamento do instrumento é muito elevado para o investidor, quando comparado com o CDI; e o instrumento LTN – *Call* torna-se oneroso para o Tesouro Nacional, inviabilizando qualquer utilização desta nos moldes até aqui descritos.

Além disso, nos casos em que há elevação na volatilidade do ativo objeto, o novo instrumento também não consegue exercer a função para a qual foi concebido: reduzir o risco do investidor. Este fato decorre da própria metodologia de cálculo das opções, instrumentos que são função não somente do preço do ativo objeto, mas também de sua volatilidade, da taxa livre de risco e do tempo para o vencimento da opção. Na simulação apresentada, o aumento na volatilidade do ativo objeto (vega) não estava sendo “hedgado”, e nem há como fazer isso com a utilização de apenas uma opção, seja *put* ou *call*³¹.

Portanto, embora elevações na volatilidade do ativo objeto se traduzam em aumento no preço das opções (tanto *put* quanto *call*) e, conseqüentemente, aumento no valor da carteira formada por LTN + *Put* (redução no valor da carteira formada por LTN – *Call*)³², não se está buscando com o novo instrumento gerar um retorno adicional para o investimento, mas sim, uma redução na volatilidade deste novo instrumento, algo que não ocorre nos casos citados.

Neste sentido, busca-se um instrumento que não apresente custo financeiro significativo para uma das partes, mas que diminua a volatilidade do papel prefixado. Na seqüência, parte-se para a análise de outras estratégias, com a composição de duas opções (*call* e/ou *puts*), iniciando-se com a conjugação de uma LTN com a compra de uma *put* e a venda de uma *call*, ambas as opções com mesma taxa de *strike*.

31 O máximo que se pode fazer em relação à volatilidade é apostar que este indicador irá aumentar ou diminuir, adotando-se estratégias de opções para obter rendimentos elevados. Entretanto, este não é o objeto deste trabalho.

32 Como a derivada parcial do preço da opção em relação à volatilidade (vega) é sempre positivo, elevações da volatilidade do ativo objeto sempre corresponderão a aumentos no preço da opção.

Esta primeira alternativa testada apresenta uma vantagem em relação às anteriores. Como mencionado, o vega de uma *put* é igual ao de uma *call*, desde que o preço de *strike* de ambas as opções seja idêntico. Assim, quando se compra uma *put* e se vende uma *call*, o vega é anulado, fazendo com que alterações na volatilidade do ativo objeto não tenham reflexo no valor da carteira.

4.2.3 LTN + Put – Call (strikes iguais)

Embora mais complexa, a simulação a seguir resolve a questão financeira encontrada anteriormente, tendo em vista que é possível achar uma taxa de *strike* que faça com que o valor da *put* seja igual ao valor da *call*, não gerando custos adicionais nem para o investidor nem para o Tesouro Nacional, conforme abaixo:

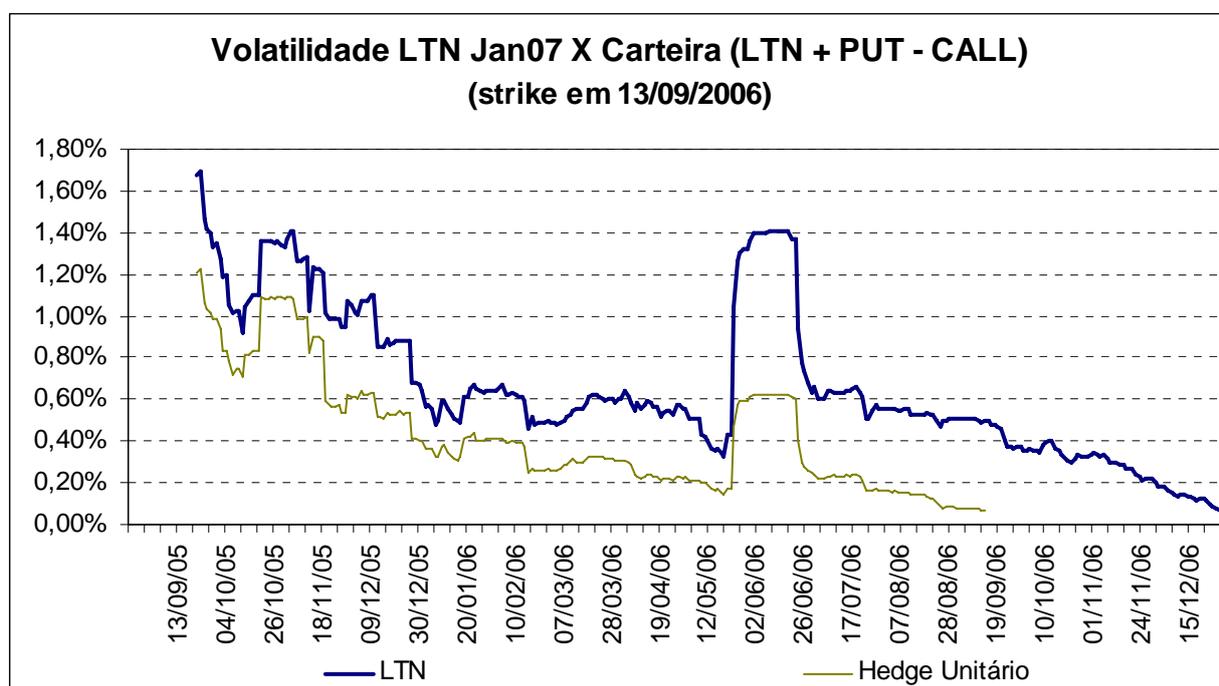
<u>Entrada de Dados</u>			<u>Resultados</u>			
	PUT	CALL	PUT	5,69	CALL	5,69
Data Liquidação	23/8/05	23/8/05	Delta	-0,58	Delta	0,42
Data Strike	13/9/06	13/9/06	Gamma	0,02	Gamma	0,02
Título Objeto: LTN	1/1/07	1/1/07	Vega	325,09	Vega	325,09
Taxa Título Objeto (a.a.)	18,63%	18,63%	Theta	-1,74	Theta	-1,74
Preço a vista do Título	794,68	794,68	Rho	-420,82	Rho	414,85
Preço Futuro do Título	949,55	949,55				
Taxa Strike Opção (a.a.)	19,277%	19,277%	LTN + Put - Call	794,68	Delta Final	-1,00
Preço Exercício (Strike)	949,55	949,55	Taxa	18,63%	Vega Final	0,00
Volatilidade	1,75%	1,75%	Diferença	0,00%	Rô Final	-835,67
Tempo Strike (anos 252 du)	1,05	1,05				
Taxa de juros (exp)	16,93%	16,93%	Put Exercida	265	Call Exercida (du)	265
Taxa de juros (a.a.)	18,45%	18,45%	Rendimento LTN	18,45%	Rendimento LTN	18,45%
			Rendimento LTN + Put	18,45%	Rendimento LTN – Call	18,45%
			Custo (LTN Curva)	-0,18%	Custo (LTN Curva)	-0,18%
			Custo (LTN MTM)	0,00%	Custo (LTN MTM)	0,00%
			Preço (LTN => 20,00%)	947,87	Preço (LTN => 18,00%)	952,56
			Put Exercida (du)	265	Call Exercida (du)	265
			Rendimento LTN	18,25%	Rendimento LTN	18,81%
			Rendimento LTN + Put	18,45%	Rendimento LTN – Call	18,45%
			Custo (LTN Curva)	-0,18%	Custo (LTN Curva)	-0,18%
			Ganho (LTN MTM)	0,20%	Custo (LTN MTM)	-0,36%

Observações:

- É importante notar que a razão de *hedge* desta alternativa é sempre igual a um, visto que o delta de uma *put* é igual a $1 - N(d1)$ e o delta de uma *call* é igual a $N(d1)$. Como se está comprando uma *put* e vendendo uma *call*, o resultado é igual a 1;

- b) Como a taxa de *strike* de ambas as opções é idêntica, a probabilidade de exercício é de 100%, ou seja, diferentemente das alternativas anteriores, neste caso o título nunca será levado até o vencimento porque na data de *strike* uma das opções será exercida, fazendo com que esta alternativa seja equiparada à compra de uma LTN à vista simultaneamente à venda do título a termo (para a data de *strike*);
- c) Finalmente, qualquer que seja a taxa da LTN na data de *strike*, uma das opções será exercida (*put* ou *call*) e o custo final será de 0,18% ao ano (exemplos de LTN a 20% ao ano, com *put* sendo exercida e LTN a 18% ao ano, com *call* sendo exercida).

GRÁFICO V – LTN + *Put* – *Call* (*strikes* iguais)



Ao inserir na carteira as duas opções conjugadas ao título, tanto uma opção de venda quanto uma opção de compra, é possível obter uma razão de *hedge* igual a um, a custo zero para o investidor. A taxa de retorno resultante desta operação é ligeiramente inferior àquela da LTN carregada na curva (18 pontos-base), embora com volatilidade mais reduzida. No entanto, a operação continua com o carregamento negativo no cenário atual, pois o rendimento da operação está prefixado em 18,45% ao ano, enquanto o CDI se encontra em 19,72% ao ano.

Porém, há que se determinar qual o rendimento do novo instrumento frente a uma LTN, tendo em vista que a probabilidade de exercício da opção é de 100%. Assim, caso a *put* seja exercida (taxa LTN igual ou superior à taxa *strike*), o rendimento deste instrumento é superior ao de uma LTN (no exemplo, taxa da LTN igual a 20% ao ano, resultando em um rendimento para o ativo objeto de

18,25% ao ano no período considerado, 20 pontos-base abaixo do novo instrumento). No sentido oposto, caso a *call* seja exercida (taxa LTN igual ou inferior à taxa *strike*), o rendimento deste instrumento é inferior ao de uma LTN (no exemplo, taxa da LTN igual a 18% ao ano, resultando em um rendimento para o ativo objeto de 18,81% ao ano no período considerado, 36 pontos-base acima do novo instrumento).

Entretanto, pode-se trabalhar de forma a que o valor da *call* seja superior ao da *put*, fazendo com que possa ser atingido um equilíbrio que seja interessante tanto para o investidor quanto para o Tesouro Nacional, mesmo na conjuntura de uma curva de juros invertida (como era o caso na data em que foram realizados os cálculos – 23/8/2005). Esta estrutura, na verdade, pode ser utilizada em qualquer situação, bastando para tanto que os valores de *strike* para a *call* e *put* sejam escolhidos de forma a satisfazer ambas as partes envolvidas.

Adicionalmente, é possível analisar os diversos indicadores encontrados nesta alternativa. Primeiramente, é importante destacar que a quantidade de opções compradas e vendidas é igual a um, fato que não ocorre nas alternativas anteriores, ou seja, deixa de existir o problema da quantidade caso as opções sejam exercidas.

Especificamente em relação às chamadas “gregas”, ao longo do período analisado temos o seguinte:

- a) Delta – sempre igual a $-1,00$, ou seja, o ativo objeto está sempre perfeitamente “hedgado”;
- b) Vega – sempre igual a zero, ou seja, também em relação a esta “grega” o ativo sempre está perfeitamente “hedgado”;
- c) Rho – o valor fica constante desde o início em $-835,67$, fazendo com que o novo instrumento estivesse sujeito a alterações de preço a depender da trajetória da taxa de juros livre de risco.

A partir do gráfico apresentado, tanto em momento de normalidade quanto no “choque”, é possível notar alguns fatos relevantes: i) a volatilidade do novo instrumento em períodos de choque é superior à verificada em momentos de normalidade, diferentemente do que seria esperado por conta da neutralidade do vega; ii) a volatilidade do novo instrumento, embora inferior ao de uma LTN, continua sendo superior ao de uma LFT.

A resposta para ambas as questões levantadas acima se encontra no fato de que um dos fatores que influenciam o preço da opção não foi “hedgado”: rho. Entretanto, neste momento chega-se a uma situação mais complexa, tendo em vista que tanto a opção (via rho) quanto o ativo subjacente

(LTN) são diretamente impactados pela estrutura a termo de taxas de juros. Quando se agrega uma opção a um título de renda fixa, espera-se que o derivativo neutralize possíveis impactos negativos ou positivos sobre o preço do ativo objeto, ou seja, quando o preço do ativo subjacente sobe (neste caso por conta de uma redução na taxa de juros da LTN), o preço da opção se reduz (compra de *put*). Porém, caso a taxa de juros sem risco também se reduza (o que é bastante lógico, caso a estrutura a termo de taxas de juros mantenha o mesmo formato), haveria uma elevação no preço da *put*, fazendo com que o *hedge* pretendido não ocorra de forma perfeita^{33,34}.

Além disso, é importante ressaltar que para este trabalho, a taxa livre de risco está sendo representada pelos contratos de DI Futuro negociados na BM&F. Nesse sentido, existe um tipo de *hedge* de taxa de juros composta pela compra de LTN e compra de DI Futuro (compra de taxa de juros), fazendo com que o resultado final da operação seja uma LFT Sintética. Conforme mencionado anteriormente, caso se queira fazer o *hedge* do rho de uma opção, o investidor deve comprar taxa de juros sem risco, ou seja, adquirir contratos de DI Futuro, ao mesmo tempo em que esteja adquirindo LTN e comprando *put* ou vendendo *call*. Ao final da operação, o investidor teria, a princípio, uma LFT Sintética associada a uma opção (*put* ou *call*), não fazendo sentido econômico caso sua vontade seja a de manter um ativo prefixado em carteira, porém com menor volatilidade que uma LTN “pura” (hipótese inicial deste trabalho).

Conforme mencionado anteriormente, é importante destacar uma identidade verificada em finanças: $S + P - C = B$. Esta identidade afirma que o preço de um título de renda fixa livre de risco (B) é igual ao preço de um ativo objeto associado à compra de uma *put* e à venda de uma *call* (ambos os derivativos sobre este mesmo ativo objeto e mesmos preços e datas de *strike*). Assim, para não haver arbitragem, a volatilidade associada ao título livre de risco deve ser igual à da cesta mencionada.

Como na hipótese formulada a quantidade de opções a serem compradas (*put*) e vendidas (*call*) é igual a um (Delta *Hedge*), a identidade acima é perfeita, fazendo com que a volatilidade final da carteira seja igual à de um contrato de DI Futuro com vencimento na data de *strike* das opções, ou seja, foi confirmada a hipótese de que haveria uma limitação para a redução da

33 A mesma análise pode ser feita para a compra de uma LTN e a venda de uma *call*. Neste caso, quando há uma redução na taxa de juros sem risco, o preço da *call* se reduz, quando deveria se elevar para compensar o aumento do preço da LTN.

34 É importante notar que este tipo de efeito não ocorre, por exemplo, quando o ativo objeto é uma ação, tendo em vista que este tipo de ativo não é diretamente influenciado por oscilações nas taxas de juros. Assim, para se fazer o *hedge* da taxa de juros livre de risco, simplesmente pode-se adquirir um ativo que eleve o seu valor quando há aumento nesta taxa de juros, por exemplo, DI Futuro.

volatilidade intrínseca do ativo objeto, que estaria limitada à própria volatilidade do ativo livre de risco.

Este foi o motivo pelo qual não foi possível reduzir ainda mais a volatilidade do instrumento definido como sendo $LTN + Put - Call$, a menos, é claro, que se reduza o prazo para *strike* das opções, fazendo com que o ativo livre de risco também seja mais curto, tendo, conseqüentemente, menor volatilidade. Porém, esta alternativa não parece interessante para o Tesouro Nacional, por vir a comprometer a estratégia de alongamento da dívida pública e a redução do risco de refinanciamento.

É importante notar que, ao se estabelecer que a data de *strike* e o preço de *strike* das opções de compra e venda sejam idênticos, está-se afirmando que a probabilidade de exercício das opções é de cem por cento (o emissor exercerá a *call*, caso o preço do ativo objeto seja superior ao preço de exercício, ou o investidor exercerá a *put* em caso contrário). Neste caso, a conjugação das opções ao ativo objeto é economicamente similar à venda a termo do próprio ativo objeto, sendo a data de liquidação da venda a termo igual à data de *strike* e o preço da venda a termo idêntico ao preço de exercício das opções. Além disso, esta operação é equivalente à venda de um contrato futuro de título de renda fixa cujo ativo objeto seja a própria LTN adquirida (mercado futuro de títulos públicos, já bastante desenvolvido em diversos países, notadamente nos Estados Unidos).

Finalmente, estamos em um impasse nesse momento em relação ao trabalho, tendo em vista a impossibilidade de se efetuar um *hedge* perfeito para a LTN quando se conjuga a compra de uma unidade de *put* e a venda de uma unidade de *call*. Até este momento, estava-se trabalhando para que a volatilidade desta cesta de ativos fosse inferior à de uma LTN, mas também próxima à de uma LFT. Entretanto, por conta da “grega” rho, não foi possível atingir este objetivo até o momento.

Dessa forma, passaremos a analisar outras alternativas tais como a combinação de duas *calls*, duas *puts* ou uma *call* e uma *put* com *strikes* diferentes. Para tanto, trabalharemos com duas taxas de *strike* para as *calls* e duas para as *puts*, sendo que os *strikes* escolhidos são exatamente os mesmos mencionados nas análises anteriores, ou seja, as taxas de *strike* para as *calls* serão 19,277% ao ano e 15,35% ao ano; e para as *puts*: 18,10% ao ano e 19,277% ao ano.

4.2.4 LTN + Put₁ - Put₂

Como mencionado anteriormente, não é possível fazer um *hedge* de rho quando a cesta de ativos é composta pela combinação de uma *put* e uma *call*. O motivo para tanto é que o sinal de rho é positivo para a *call* e negativo para a *put*. Como a cesta é formada pela compra de uma *put* e venda de uma *call*, o rho total passa a ter sinal negativo, sendo também amplificado.

Nesse sentido, iremos analisar os resultados da aquisição de uma *put* e venda de outra *put* com *strikes* diferentes de modo a saber como ficaria o rho total dessa nova estratégia, sendo que o resultado pretendido seria obter um valor de rho inferior aos verificados nas alternativas anteriores. Deve-se esclarecer adicionalmente que não se pretende deixar de lado os ganhos obtidos até o momento, ou seja, procura-se criar um cesta de ativos que tenha inicialmente tanto *Delta Hedge* quanto *Vega Hedge*.

Para que seja possível ter uma cesta formada por duas *puts* que seja “hedgeada” tanto em delta quanto em vega, é preciso resolver o seguinte sistema de equações:

→ Equação 1: Delta Total igual a menos 1 $nd_1 + md_2 = -1$

→ Equação 2: Vega Total igual a zero $nv_1 + mv_2 = 0$

onde,

n = quantidade da opção 1 a ser adquirida (ou vendida caso o sinal de n seja negativo)

m = quantidade da opção 2 a ser adquirida (ou vendida caso o sinal de m seja negativo)

d₁ = delta da opção 1

d₂ = delta da opção 2

v₁ = vega da opção 1

v₂ = vega da opção 2

→ O resultado do sistema de equações é³⁵:

$$n = \frac{v_2}{d_2v_1 - d_1v_2}$$

$$m = \frac{v_1}{d_1v_2 - d_2v_1}$$

Os resultados encontrados foram os seguintes:

Entrada de Dados

	PUT 1	PUT 2
Data Liquidação	23/8/05	23/8/05
Data Strike	13/9/06	13/9/06
Título Objeto: LTN	1/1/07	1/1/07
Taxa Título Objeto (a.a.)	18,63%	18,63%
Preço a vista do Título	794,68	794,68
Preço Futuro do Título	949,55	949,55
Taxa Strike Opção (a.a.)	18,10%	19,277%
Preço Exercício (Strike)	952,32	949,55
Volatilidade	1,75%	1,75%
Tempo Strike (anos 252 du)	1,05	1,05
Taxa de juros (exp)	16,93%	16,93%
Taxa de juros (a.a.)	18,45%	18,45%

Resultados

PUT 1	6,93	PUT 2	5,69
Delta	-0,63	Delta	-0,58
Gamma	0,02	Gamma	0,02
Vega	321,31	Vega	325,09
Theta	-1,50	Theta	-1,74
Rho	-476,03	Rho	-420,82

LTN + (nP1 + mP2)	816,22	n (Delta / Vega)	16,47
Taxa	16,29%	m (Delta / Vega)	-16,28
Diferença	-2,34%		

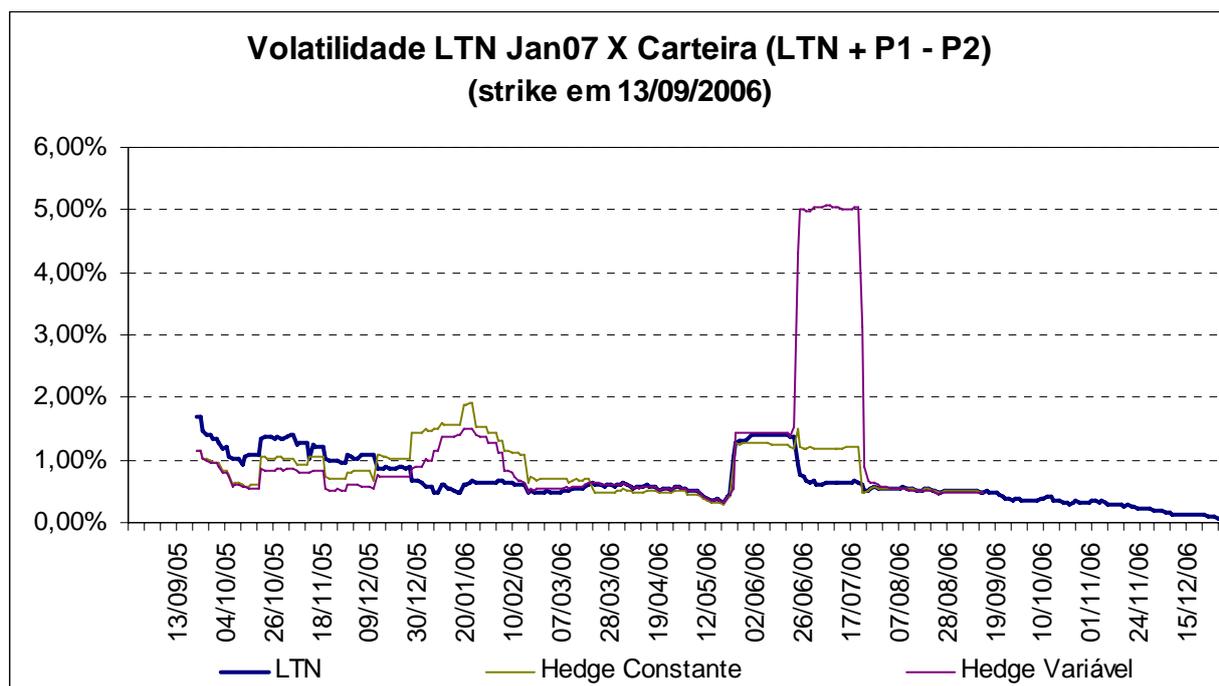
Delta Final	-1,00
Vega Final	0,00
Rô Final	-989,97

Preço (LTN => 18,10%)	952,32	Preço (LTN => 29,495%)	926,91
Somente P1 Exercida (du)	265	P1 + P2 Exercidas (du)	265
Rendimento LTN	18,78%	Rendimento LTN	15,76%
Rendimento LTN + Opções	15,79%	Rendimento LTN + Opções	18,63%
Custo (LTN Curva)	-2,84%	Ganho (LTN Curva)	0,00%
Custo (LTN MTM)	-2,98%	Ganho (LTN MTM)	2,87%

Preço (LTN => 19,277%)	949,55
Somente P1 Exercida (du)	265
Rendimento LTN	18,45%
Rendimento LTN + Opções	20,74%
Ganho (LTN Curva)	2,11%
Ganho (LTN MTM)	2,29%

35 Obviamente, para que o sistema tenha solução única o denominador das equações deve ser diferente de zero.

GRÁFICO VI: $LTN + Put_1 - Put_2$



Analisaremos, então, os resultados encontrados em termos comparativos às alternativas anteriormente mencionadas, mas principalmente ao caso de se adquirir o ativo objeto (LTN) concomitantemente à compra de uma *put* e venda de uma *call* com *strikes* idênticos.

- a) Quantidades – como pode ser observado, as quantidades iniciais que devem ser compradas da primeira *put* (16,47) e vendidas da segunda *put* (-16,28) são elevadas e passam a representar um potencial problema quando se aproxima a data de *strike*, tendo em vista que o ativo “hedgado” a ser entregue equivale a apenas uma quantidade da opção, fato que não acontece na alternativa de se adquirir *put* e vender *call* com *strikes* iguais, onde as quantidades são sempre iguais a um. Além disso, os valores extremos verificados ao longo do período de análise fazem com que tal observação se amplifique, principalmente na estratégia de *Hedge Variável*: primeira *put* (Max HC³⁶ = 16,47, Max HV³⁷ = -207,55) e segunda *put* (Max HC = -16,28, Max HV = 366,62). Adicionalmente, cabe destacar a inversão dos sinais na estratégia de *Hedge Variável*, que inicia com compra da primeira *put* e venda da segunda *put*, embora durante o pico das quantidades

36 Max HC = valor máximo a ser comprado (ou vendido) de determinada opção na estratégia de *Hedge Constante*. Caso o sinal seja positivo, opção está sendo comprada pelo investidor. Inversamente, se o sinal for negativo, o derivativo está sendo vendido pelo investidor.

37 Max HV = valor máximo a ser comprado (ou vendido) de determinada opção na estratégia de *Hedge Variável*. Caso o sinal seja positivo, opção está sendo comprada pelo investidor. Inversamente, se o sinal for negativo, o derivativo está sendo vendido pelo investidor.

esta posição se inverte, fazendo com que o investidor tenha que ficar vendido na primeira *put* e comprado na segunda;

- b) Delta Hedge – inicialmente o ativo objeto está perfeitamente “hedgado” (delta = -1). Porém, tal fato não se observa ao longo do período, quando o delta varia de zero a -2,26 na estratégia de *Hedge* Constante, e de -0,01 a -4,36 na estratégia de *Hedge* Variável. Em ambos os casos, há momentos em que o *hedge* é praticamente inexistente, enquanto em outras oportunidades o ativo objeto fica “sobrehedgado”;
- c) Vega Hedge – assim como no caso do delta, o vega também inicia o processo perfeitamente “hedgado” (vega = zero). Entretanto, ao longo do período analisado o vega atinge picos de 1926,83 (*Hedge* Constante) e -4256,85 (*Hedge* Variável), indicando que o novo instrumento estaria sujeito a uma volatilidade excessiva a depender da trajetória do preço da opção, fato que acabou se confirmando;
- d) Rho – inicialmente esta “grega” apresenta o valor de -989,97, ou seja, superior (em módulo) ao encontrado na alternativa de se comprar uma *put* e vender uma *call* com *strikes* idênticos (-835,67). Assim, esta alternativa deixa o investidor mais exposto aos movimentos da taxa livre de risco que a anterior. Além disso, o rho apresenta valores extremamente elevados ao longo do período de análise, atingindo o limite de -1681,91 na estratégia de *Hedge* Constante e de -1988,52 na estratégia de *Hedge* Variável. Mesma análise pode ser feita quando se compara com a compra de apenas *puts* (rho inicial e Max HC = -752,58; Max HV = -1044,97);
- e) Custo / Ganho – assim como na compra de *puts* (em que há perda para o investidor de 120 pontos-base), o custo para o investidor *ex-ante* nesta alternativa correspondente a 2,34% ao ano (caso nenhuma das duas *puts* seja exercida). Já no caso da compra de uma *put* e venda de uma *call* de *strikes* idênticos o ganho (custo) é igual a zero. Entretanto, o resultado final depende do preço do ativo objeto na data de *strike*. As simulações acima apresentam algumas possibilidades interessantes de análise, conforme segue:
 - i. Taxa LTN igual a 18,10% ao ano – nesse caso somente a primeira *put* (que é comprada pelo investidor do Tesouro Nacional) passa a ficar dentro do dinheiro e pode ser exercida e o resultado final equivale a perda de 2,84% ao ano comparando-se com a LTN carregada na curva e perda de 2,98% ao ano comparando-se com a LTN marcada a mercado;
 - ii. Taxa LTN igual a 19,277% ao ano – nesse caso somente a primeira *put* (que é comprada pelo investidor do Tesouro Nacional) é exercida e a segunda *put* (que é vendida pelo investidor) passa a ficar dentro do dinheiro e pode ser exercida e o resultado final equivale a ganho de 2,11% ao ano comparando-se com a LTN carregada na curva e ganho de 2,29% ao ano comparando-se com a LTN marcada a mercado;

- iii. Taxa LTN igual a 18,772% ao ano (*breakeven*) – nesse caso somente a primeira *put* (que é comprada pelo investidor do Tesouro Nacional) é exercida e o resultado final apresenta ganho igual a zero comparando-se com a LTN carregada na curva (caso a comparação seja com a LTN marcada a mercado, há ganho de 4 pontos-base). À medida que esta taxa se eleva, o ganho do investidor aumenta até que ambas as *puts* passam a ser exercidas, conforme próximo item;
- iv. Taxa LTN superior a 19,277% ao ano – nesse caso somente ambas as *puts* são exercidas e o resultado final equivale a redução nos ganhos do investidor até novo *breakeven*, em que o ganho passa a ser igual a zero (comparando-se com a LTN carregada na curva), quando a taxa da LTN for de 29,495% ao ano (caso a comparação seja com a LTN marcada a mercado, há ganho de 287 pontos-base). Para taxas acima deste nível, o investidor passa novamente a ter perdas em relação à LTN carregada na curva;

Finalmente, em relação ao *hedge* dinâmico, entendido como sendo a alteração na quantidade das opções à medida que há avanço no tempo (representado no gráfico acima pela legenda *Hedge Variável*), pode-se perceber que não apresentou resultado satisfatório quando houve elevação na volatilidade do ativo objeto, fazendo com que este novo instrumento passasse a apresentar risco extremamente elevado se comparado tanto ao ativo objeto quanto ao *Hedge Constante*.

4.2.5 LTN – $Call_1 + Call_2$

Nesse momento, iremos analisar os resultados da aquisição de uma *call* e venda de outra *call* com *strikes* diferentes de modo a saber como ficaria o rho total dessa nova estratégia. Assim como no caso anterior, procura-se criar um cesta de ativos que tenha inicialmente tanto Delta *Hedge* quanto Vega *Hedge* (as equações são as mesmas descritas no caso anterior).

Os resultados encontrados foram os seguintes:

Entrada de Dados

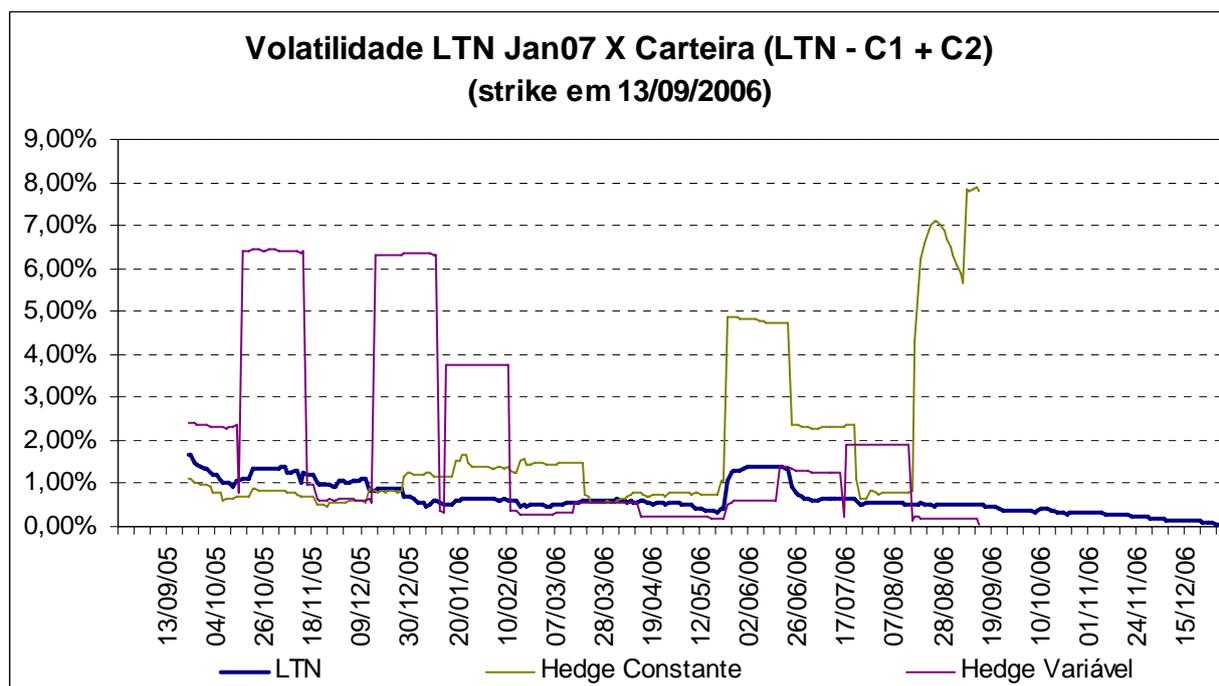
Resultados

	CALL 1	CALL 2	CALL 1	5,69	CALL 2	2,63
Data Liquidação	23/8/05	23/8/05	Delta	0,42	Delta	0,25
Data Strike	13/9/06	13/9/06	Gamma	0,02	Gamma	0,02
Título Objeto: LTN	1/1/07	1/1/07	Vega	325,09	Vega	281,18
Taxa Título Objeto (a.a.)	18,63%	18,63%	Theta	-1,74	Theta	-1,89
Preço a vista do Título	794,68	794,68	Rho	414,85	Rho	243,77
Preço Futuro do Título	949,55	949,55				
Taxa Strike Opção (a.a.)	19,277%	15,35%	LTN + (nC1 + mC2)	775,19	n (Delta / Vega)	-7,35
Preço Exercício (Strike)	949,55	958,93	Taxa	20,84%	m (Delta / Vega)	8,50
Volatilidade	1,75%	1,75%	Diferença	2,21%		
Tempo Strike (anos 252 du)	1,05	1,05			Delta Final	-1,00
Taxa de juros (exp)	16,93%	16,93%			Vega Final	0,00
Taxa de juros (a.a.)	18,45%	18,45%			Rô Final	-978,05

Preço (LTN => 19,277%)	949,55	Preço (LTN => 8,426%)	976,52
Somente C1 Exercida (du)	265	C1 + C2 Exercidas	265
Rendimento LTN	18,45%	Rendimento LTN	21,65%
Rendimento LTN + Opções	21,28%	Rendimento LTN + Opções	18,63%
Ganho (LTN Curva)	2,65%	Ganho (LTN Curva)	0,00%
Ganho (LTN MTM)	2,83%	Custo (LTN MTM)	-3,02%

Preço (LTN => 15,35%)	958,93
Somente C1 Exercida	265
Rendimento LTN	19,56%
Rendimento LTN + Opções	14,03%
Custo (LTN Curva)	-4,60%
Custo (LTN MTM)	-5,53%

GRÁFICO VII: LTN – $Call_1 + Call_2$



Passaremos agora a analisar os resultados encontrados em termos comparativos às alternativas anteriormente mencionadas, também dando ênfase à comparação com o caso de se adquirir o ativo objeto (LTN) concomitantemente à compra de uma *put* e venda de uma *call* com *strikes* idênticos.

- Quantidades** – como pode ser observado, as quantidades iniciais que devem ser vendidas da primeira *call* (-7,35) e compradas da segunda *call* (8,50) são elevadas e passam a representar um potencial problema quando se aproxima a data de *strike*, tendo em vista que o ativo “hedgado” a ser entregue equivale a apenas uma quantidade da opção. No caso de da compra de *put* e venda de *call* de *strikes* idênticos a quantidade é sempre igual a um, ou seja, não ocorre o problema mencionado para a alternativa atual. Em relação aos valores extremos verificados durante o período de análise, pode-se constatar que estes não se elevam, não gerando problemas adicionais em relação a esta questão;
- Delta Hedge** – inicialmente o ativo objeto está perfeitamente “hedgado” (delta = -1). Porém, tal fato não se observa ao longo do período, quando o delta varia de -0,70 a -4,81 na estratégia de *Hedge Constante*, e de -0,75 a -2,02 na estratégia de *Hedge Variável*. Em ambos os casos, há momentos em que o *hedge* encontra-se abaixo do desejado, enquanto em outras oportunidades o ativo objeto fica “sobrehedgado”;
- Vega Hedge** – assim como no caso do delta, o vega também inicia o processo perfeitamente “hedgado” (vega = zero). Entretanto, ao longo do período analisado o vega atinge picos de

2196,77 (*Hedge* Constante) e -340,79 (*Hedge* Variável), indicando que o novo instrumento estaria sujeito a uma volatilidade elevada a depender da trajetória do preço da opção, fato que também acabou se confirmando;

- d) Rho – o valor inicial desta grega é de -978,05, ou seja, superior (em módulo) ao encontrado na alternativa de se comprar uma *put* e vender uma *call* com *strikes* idênticos (-835,67). Assim, esta alternativa deixa o investidor mais exposto aos movimentos da taxa livre de risco que a anterior. Além disso, o rho apresenta valores extremamente elevados ao longo do período de análise, atingindo o limite de -3094,00 na estratégia de *Hedge* Constante e de 1747,53 na estratégia de *Hedge* Variável. Análise semelhante pode ser feita quando se compara com a compra de apenas *calls* (rho inicial = -987,34; Max HC = -1190,94; Max HV = -1155,61);
- e) Custo / Ganho – há um ganho para o investidor *ex-ante* nesta alternativa, correspondente a 2,21% ao ano (caso nenhuma das duas *calls* seja exercida), no mesmo sentido da alternativa de se vender apenas uma *call*, embora naquele caso o ganho foi de “apenas” 1,20% ao ano. Já no caso da compra de uma *put* e venda de uma *call* de *strikes* idênticos o ganho (custo) é igual a zero. Entretanto, o resultado final depende do preço do ativo objeto na data de *strike*. As simulações acima apresentam algumas possibilidades interessantes de análise, conforme segue:
- v. Taxa LTN igual a 19,277% ao ano – nesse caso somente a primeira *call* (que é vendida pelo investidor ao Tesouro Nacional) passa a ficar dentro do dinheiro e pode ser exercida e o resultado final equivale a ganho de 2,65% ao ano comparando-se com a LTN carregada na curva e ganho de 2,83% ao ano comparando-se com a LTN marcada a mercado;
 - vi. Taxa LTN igual a 15,35% ao ano – nesse caso somente a primeira *call* (que é vendida pelo investidor ao Tesouro Nacional) é exercida e a segunda *call* (que é comprada pelo investidor) passa a ficar dentro do dinheiro e pode ser exercida e o resultado final equivale a perda de 4,60% ao ano comparando-se com a LTN carregada na curva e custo de 5,53% ao ano comparando-se com a LTN marcada a mercado;
 - vii. Taxa LTN igual a 17,821% ao ano (*breakeven*) – nesse caso somente a primeira *call* (que é vendida pelo investidor ao Tesouro Nacional) é exercida e o resultado final apresenta ganho igual a zero (caso a comparação seja com a LTN marcada a mercado, há custo de 23 pontos-base). À medida que esta taxa se reduz, a perda do investidor se eleva até que ambas as *calls* passam a ser exercidas, conforme próximo item;
 - viii. Taxa LTN inferior a 15,35% ao ano – nesse caso somente ambas as *calls* são exercidas e o resultado final equivale a redução nas perdas do investidor até novo *breakeven*, em que o ganho passa a ser igual a zero (comparando-se com a LTN carregada na curva), quando a taxa da LTN for de 8,426% ao ano (caso a comparação seja com a LTN

marcada a mercado, há perda de 302 pontos-base). Para taxas abaixo deste nível, o investidor passa novamente a ter ganhos em relação à LTN carregada na curva;

Finalmente, o novo instrumento, em ambas as estratégias (*hedge* constante e *hedge* dinâmico), em diversos períodos apresentou risco superior ao do ativo objeto, mesmo em períodos de menor volatilidade do mercado financeiro fato que depõe contra o uso desta alternativa apresentada.

4.2.6 LTN + Put – Call (strikes diferentes)

Finalmente, iremos analisar as combinações entre *puts* e *calls* de *strikes* diferentes. Assim, as combinações possíveis são as seguintes:

	<i>Put</i> ₁ (18,10%)	<i>Put</i> ₂ (19,277%)
<i>Call</i> ₁ (19,277%)	18,10% / 19,277%	19,277% / 19,277%
<i>Call</i> ₂ (15,35%)	18,10% / 15,35%	19,277% / 15,35%

Observação: Pode-se perceber que a combinação *Put*₂ / *Call*₁ não será analisada tendo em vista que os *strikes* são iguais.

Vale ressaltar que, assim como nos casos anteriores, procura-se criar um cesta de ativos que tenha, inicialmente, tanto *Delta Hedge* quanto *Vega Hedge* (as equações são as mesmas descritas anteriormente).

Caso 1 – Put₁ / Call₁

Entrada de Dados

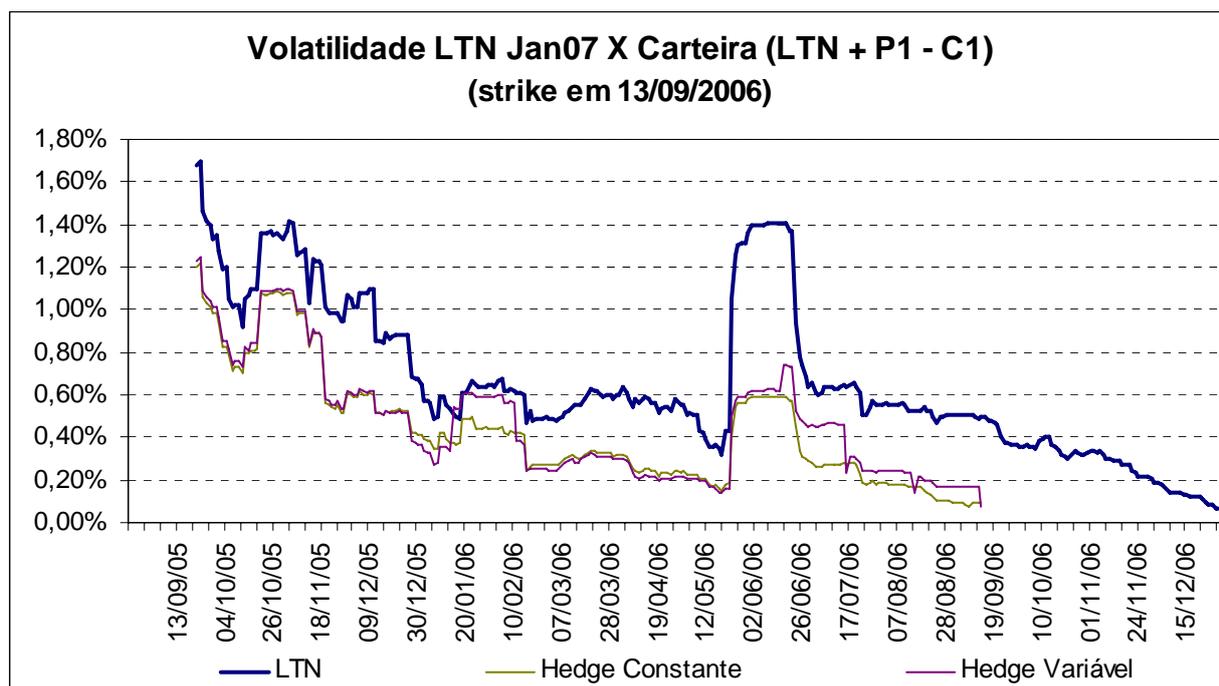
Resultados

	PUT 1	CALL 1	PUT 1	6,93	CALL 1	5,69
Data Liquidação	23/8/05	23/8/05	Delta	-0,63	Delta	0,42
Data Strike	13/9/06	13/9/06	Gamma	0,02	Gamma	0,02
Título Objeto: LTN	1/1/07	1/1/07	Vega	321,31	Vega	325,09
Taxa Título Objeto (a.a.)	18,63%	18,63%	Theta	-1,50	Theta	-1,74
Preço a vista do Título	794,68	794,68	Rho	-476,03	Rho	414,85
Preço Futuro do Título	949,55	949,55				
Taxa Strike Opção (a.a.)	18,10%	19,277%	LTN + (nP1 + mC1)	795,92	n (Delta / Vega)	0,95
Preço Exercício (Strike)	952,32	949,55	Taxa	18,49%	m (Delta / Vega)	-0,94
Volatilidade	1,75%	1,75%	Diferença	-0,14%		
Tempo Strike (anos 252 du)	1,05	1,05			Delta Final	-1,00
Taxa de juros (exp)	16,93%	16,93%			Vega Final	0,00
Taxa de juros (a.a.)	18,45%	18,45%			Rô Final	-844,60

Preço (LTN => 19,277%)	949,55	Preço (LTN => 19,025%)	950,14
Somente P1 Exercida (du)	265	P1 + C1 Exercidas (du)	265
Rendimento LTN	18,45%	Rendimento LTN	18,52%
Rendimento LTN + Opções	18,59%	Rendimento LTN + Opções	18,52%
Custo (LTN Curva)	-0,04%	Custo (LTN Curva)	-0,11%
Ganho (LTN MTM)	0,14%	Ganho (LTN MTM)	0,00%

Preço (LTN => 18,10%)	952,32
Somente C1 Exercida (du)	265
Rendimento LTN	18,78%
Rendimento LTN + Opções	18,29%
Custo (LTN Curva)	-0,34%
Custo (LTN MTM)	-0,49%

GRÁFICO VIII: $LTN + Put_1 - Call_1$



Novamente, partiremos para a análise dos resultados encontrados.

- a) Quantidades – como pode ser observado, as quantidades que devem ser compradas da *put* (0,95) e vendidas da *call* (-0,94) são próximas da unidade e se aproximam do observado ao se adquirir uma *put* e vender uma *call* com *strikes* idênticos (quantidade igual a um para cada opção). Em relação aos valores extremos verificados durante o período de análise, pode-se constatar que estes se alteram de forma pouco significativa, e mesmo assim somente no caso do *Hedge Variável* da *call* (-1,06), não gerando problemas adicionais em relação a esta questão;
- b) Delta Hedge – inicialmente o ativo objeto está perfeitamente “hedgado” (delta = -1), fato que praticamente não se altera ao longo do período de análise, quando o delta varia de -0,94 a -1,07 na estratégia de *Hedge Constante*, e de -0,91 a -1,05 na estratégia de *Hedge Variável*;
- c) Vega Hedge – assim como no caso do delta, o vega também inicia o processo perfeitamente “hedgado” (vega = zero). Entretanto, ao longo do período analisado o vega se eleva, embora em magnitude bastante inferior à verificada nas alternativas anteriores: 111,51 (Max HC) e - 85,66 (Max HV);
- d) Rho Final – assim como na alternativa de se comprar uma *put* e vender uma *call* com *strikes* idênticos (-835,67), em que o rho não se eleva ao longo do período de análise, nesta alternativa também não há elevação do rho, que se inicia com o valor de -844,60, bastante semelhante à alternativa mencionada;

e) Custo / Ganho – custo seria de 0,14% ao ano caso nenhuma das opções fosse exercida, fato que não pode ocorrer tendo em vista as taxas de *strike* das opções que fazem com que sempre uma opção seja exercida. Já no caso da compra de uma *put* e venda de uma *call* de *strikes* idênticos o ganho (custo) é igual a zero. Entretanto, o resultado final depende do preço do ativo objeto na data de *strike*. As simulações acima apresentam algumas possibilidades interessantes de análise, conforme segue:

- i. Taxa LTN entre 18,10% e 19,277% ao ano – nesse caso, ambas as opções podem ser exercidas. Comparando-se com a LTN carregada na curva, o resultado final varia de perda de 0,34% ao ano (para LTN = 18,10% ao ano) a 0,04% ao ano (para LTN = 19,277% ao ano). Caso a comparação seja feita com a LTN marcada a mercado, o resultado final ficaria entre perda de 0,49% ao ano (para LTN = 18,10% ao ano) a ganho de 0,14% ao ano (para LTN = 19,277% ao ano);
- ii. Taxa LTN igual a 19,025% ao ano (*breakeven*) – nesse caso, ambas as opções são exercidas. Embora não exista um *breakeven* na comparação com a LTN carregada na curva (especificamente para esta taxa de LTN, o custo é de 11 pontos-base no novo instrumento), este *breakeven* ocorre quando se é feita a comparação com a LTN marcada a mercado;
- iii. Taxa LTN superior a 19,277% ao ano – nesse caso somente a *put* é exercida e o resultado final equivale a aumento na perda do investidor na comparação com a LTN carregada na curva. Entretanto, comparando-se com a LTN marcada a mercado, o investidor tem ganhos cada vez maiores;
- iv. Taxa LTN inferior a 18,10% ao ano – nesse caso somente a *call* é exercida e o resultado final equivale a redução na perda do investidor em comparação com a LTN carregada na curva, embora não exista um *breakeven*, onde a perda seria zerada (tal fato somente aconteceria com taxa de LTN negativa). Caso a comparação seja com a LTN marcada a mercado, a perda é cada vez maior;

Finalmente, pode-se perceber que a volatilidade do novo instrumento é bastante semelhante em ambas as estratégias apresentadas (*Hedge* Constante e *Hedge* Variável). Além disso, caso seja feita uma comparação com a alternativa de se adquirir uma LTN conjugada à compra de uma *put* e venda de uma *call* com *strikes* iguais, é possível notar que a volatilidade também é bastante próxima, fato que pode ser corroborado pelas análises efetuadas neste tópico, notadamente aquelas referentes às quantidades e às “gregas”.

Caso 2 – Put₁ / Call₂

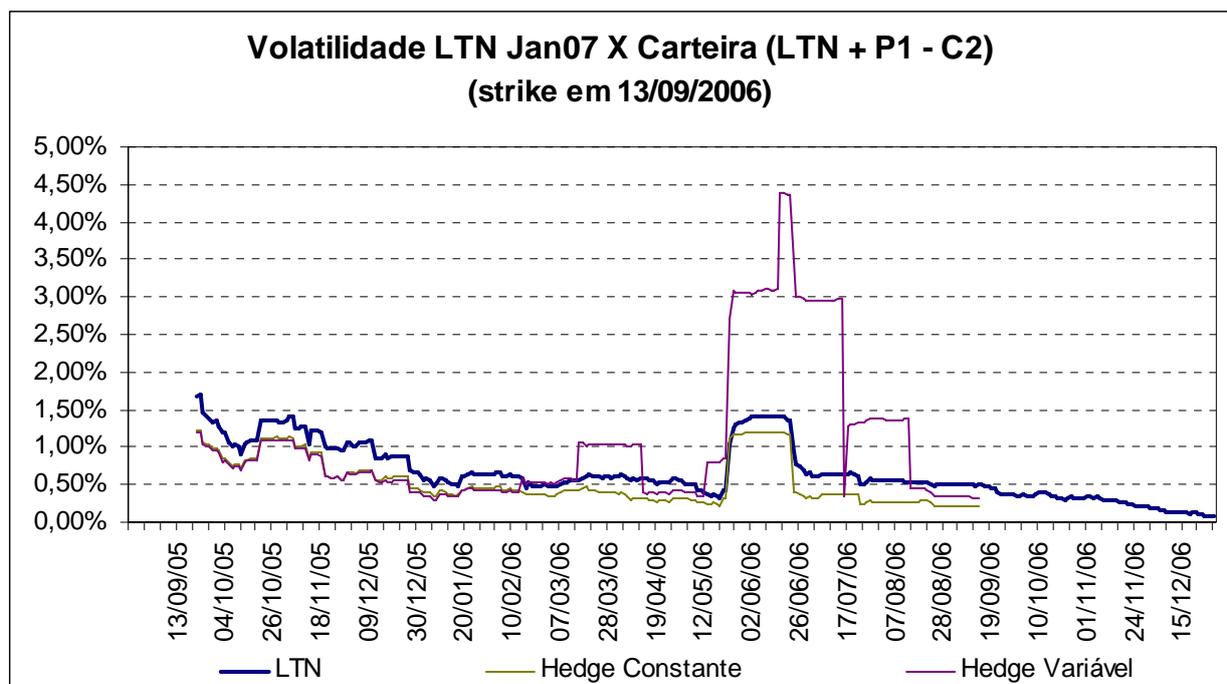
Entrada de Dados

Resultados

	PUT 1	CALL 2	PUT 1	6,93	CALL 2	2,63
Data Liquidação	23/8/05	23/8/05	Delta	-0,63	Delta	0,25
Data Strike	13/9/06	13/9/06	Gamma	0,02	Gamma	0,02
Título Objeto: LTN	1/1/07	1/1/07	Vega	321,31	Vega	281,18
Taxa Título Objeto (a.a.)	18,63%	18,63%	Theta	-1,50	Theta	-1,89
Preço a vista do Título	794,68	794,68	Rho	-476,03	Rho	243,77
Preço Futuro do Título	949,55	949,55				
Taxa Strike Opção (a.a.)	18,10%	15,35%	LTN + (nP1 + mC2)	798,97	n (Delta / Vega)	1,09
Preço Exercício (Strike)	952,32	958,93	Taxa	18,16%	m (Delta / Vega)	-1,25
Volatilidade	1,75%	1,75%	Diferença	-0,47%		
Tempo Strike (anos 252 du)	1,05	1,05			Delta Final	-1,00
Taxa de juros (exp)	16,93%	16,93%			Vega Final	0,00
Taxa de juros (a.a.)	18,45%	18,45%			Rô Final	-824,99

Preço (LTN => 18,10%)	952,32	Preço (LTN => 15,35%)	958,93
Somente P1 Exercida (du)	265	Somente C1 Exercida (du)	265
Rendimento LTN	18,78%	Rendimento LTN	19,56%
Rendimento LTN + Opções	18,17%	Rendimento LTN + Opções	18,95%
Custo (LTN Curva)	-0,46%	Ganho (LTN Curva)	0,32%
Custo (LTN MTM)	-0,61%	Custo (LTN MTM)	-0,61%

GRÁFICO IX: LTN + Put₁ – Call₂



Novamente, partiremos para a análise dos resultados encontrados.

- a) Quantidades – como pode ser observado, as quantidades iniciais que devem ser compradas da *put* (1,09) e vendidas da *call* (-1,25) são próximas da unidade e se aproximam do observado ao se adquirir uma *put* e vender uma *call* com *strikes* idênticos (quantidade igual a um para cada opção). Entretanto, os valores extremos verificados ao longo do período de análise fazem com que passe a existir um problema decorrente da elevação expressiva da quantidade a ser adquirida da *put* na estratégia de *Hedge* Variável (Max HV = 36,16). Nos demais casos, as alterações nas quantidades inexistem (*Hedge* Constante) ou são pouco significativos: *call* (Max HV = -1,59);
- b) Delta Hedge – inicialmente o ativo objeto está perfeitamente “hedgado” (delta = -1). Porém, tal fato não se observa ao longo do período, quando o delta varia de -0,50 a -1,00 na estratégia de *Hedge* Constante, e de -0,53 a -4,56 na estratégia de *Hedge* Variável. No caso do *Hedge* Variável, há momentos em que o *hedge* encontra-se abaixo do desejado, enquanto em outras oportunidades o ativo objeto fica “sobrehedgado”. Já para o *Hedge* Constante, verifica-se somente o caso em que o razão de *hedge* se encontra abaixo do ideal;
- c) Vega Hedge – assim como no caso do delta, o vega também inicia o processo perfeitamente “hedgado” (vega = zero). Entretanto, ao longo do período analisado o vega atinge picos de -289,64 (*Hedge* Constante) e 2794,33 (*Hedge* Variável), indicando que o novo instrumento estaria sujeito a uma volatilidade elevada a depender da trajetória do preço da opção, fato que também acabou se confirmando, notadamente no caso da estratégia de *Hedge* Variável;
- d) Rho – o valor inicial desta “grega” é de -824,99, ligeiramente inferior (em módulo) ao encontrado na alternativa de se comprar uma *put* e vender uma *call* com *strikes* idênticos (-835,67). Porém, na estratégia de *Hedge* Variável, há elevação deste valor (em módulo) para até -1039,84, deixando o investidor mais exposto aos movimentos da taxa livre de risco;
- e) Custo / Ganho – custo de 0,47% ao ano (caso nenhuma das opções seja exercida). Já no caso da compra de uma *put* e venda de uma *call* de *strikes* idênticos o ganho (custo) é igual a zero. Entretanto, o resultado final depende do preço do ativo objeto na data de *strike*. As simulações acima apresentam algumas possibilidades interessantes de análise, conforme segue:
 - i. Taxa LTN igual a 18,10% ao ano – nesse caso somente a *put* (que é comprada pelo investidor do Tesouro Nacional) passa a ficar dentro do dinheiro e pode ser exercida e o resultado final equivale a perda de 0,46% ao ano (comparando-se com a LTN carregada na curva) e de 0,61% ao ano (em comparação com a LTN marcada a mercado);
 - ii. Taxa LTN igual a 15,35% ao ano – nesse caso somente a *call* (que é vendida pelo investidor ao Tesouro Nacional) é exercida e o resultado final equivale a ganho de

- 0,32% ao ano (comparando-se com a LTN carregada na curva) e perda também de 0,61% ao ano (em comparação com a LTN marcada a mercado);
- iii. Taxa LTN superior a 18,10% ao ano – nesse caso somente a *put* é exercida e o resultado final pode ser desdobrado em duas análises:
- o Comparação com a LTN carregada na curva – à medida que a taxa da LTN aumenta, há perdas cada vez menores para o investidor em relação ao item “i” anterior. Quando a taxa fica igual a 37,503% ao ano, o custo se iguala a zero e contínuas elevações de taxa fazem com que o resultado final passe a ser positivo para o investidor;
 - o Comparação com a LTN marcada a mercado – à medida que a taxa da LTN aumenta, há perdas cada vez menores para o investidor em relação ao item “i” anterior. Quando a taxa fica igual a 20,099% ao ano, o custo se iguala a zero e contínuas elevações de taxa fazem com que o resultado final passe a ser positivo para o investidor;
- iv. Taxa LTN inferior a 15,35% ao ano – nesse caso somente a *call* é exercida e o resultado final também pode ser desdobrado em duas análises:
- o Comparação com a LTN carregada na curva – à medida que a taxa da LTN diminui, há ganhos cada vez menores para o investidor em comparação ao item “ii” anterior. Quando a taxa fica igual a 10,983% ao ano, o custo se iguala a zero e contínuas reduções de taxa fazem com que o resultado final passe a ser negativo para o investidor;
 - o Comparação com a LTN marcada a mercado – à medida que a taxa da LTN diminui, há perdas cada vez maiores para o investidor em comparação ao item “ii” anterior. Não há possibilidade de haver custo igual a zero (*breakeven*);

Finalmente, o novo instrumento não apresenta bons resultados para a estratégia de *Hedge Variável*, tendo em vista que em períodos de maior volatilidade do mercado financeiro, o risco foi superior ao do ativo objeto. Entretanto, no caso do *Hedge Constante*, este foi sempre inferior ao do ativo objeto, embora não tão eficiente quanto a alternativa de se adquirir uma LTN conjugada à compra de uma *put* e venda de uma *call* com *strikes* iguais.

Caso 3 – Put₂ / Call₂

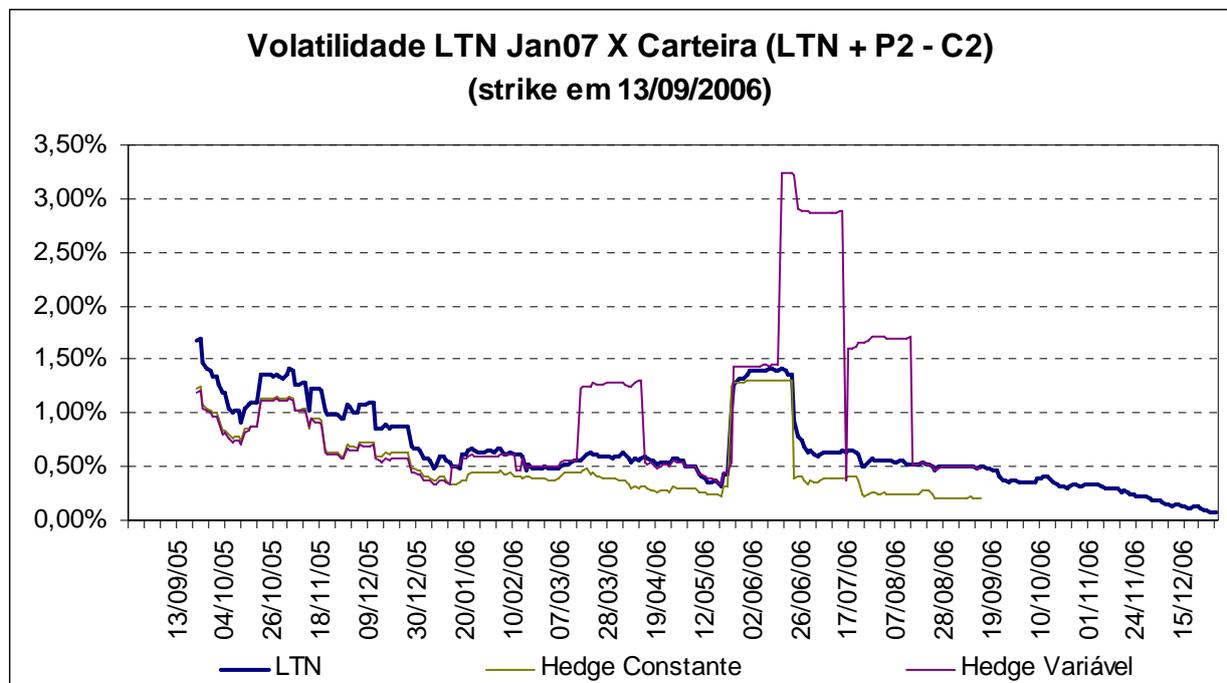
Entrada de Dados

Resultados

	PUT 2	CALL 2	PUT 2	5,69	CALL 2	2,63
Data Liquidação	23/8/05	23/8/05	Delta	-0,58	Delta	0,25
Data Strike	13/9/06	13/9/06	Gamma	0,02	Gamma	0,02
Título Objeto: LTN	1/1/07	1/1/07	Vega	325,09	Vega	281,18
Taxa Título Objeto (a.a.)	18,63%	18,63%	Theta	-1,74	Theta	-1,89
Preço a vista do Título	794,68	794,68	Rho	-420,82	Rho	243,77
Preço Futuro do Título	949,55	949,55				
Taxa Strike Opção (a.a.)	19,277%	15,35%	LTN + (nP2 + mC2)	797,74	n (Delta / Vega)	1,16
Preço Exercício (Strike)	949,55	958,93	Taxa	18,29%	m (Delta / Vega)	-1,34
Volatilidade	1,75%	1,75%	Diferença	-0,34%		
Tempo Strike (anos 252 du)	1,05	1,05			Delta Final	-1,00
Taxa de juros (exp)	16,93%	16,93%			Vega Final	0,00
Taxa de juros (a.a.)	18,45%	18,45%			Rô Final	-813,26

Preço (LTN => 19,277%)	949,55	Preço (LTN => 15,35%)	958,93
Somente P1 Exercida (du)	265	Somente C1 Exercida (du)	265
Rendimento LTN	18,45%	Rendimento LTN	19,56%
Rendimento LTN + Opções	18,02%	Rendimento LTN + Opções	19,13%
Custo (LTN Curva)	-0,61%	Ganho (LTN Curva)	0,50%
Custo (LTN MTM)	-0,43%	Custo (LTN MTM)	-0,44%

GRÁFICO X: LTN + Put₂ – Call₂



Novamente, partiremos para a análise dos resultados encontrados.

- a) Quantidades – como pode ser observado, as quantidades que devem ser compradas da *put* (1,16) e vendidas da *call* (1,34) são próximas da unidade e se aproximam do observado ao se adquirir uma *put* e vender uma *call* com *strikes* idênticos (quantidade igual a um para cada opção). Entretanto, os valores extremos verificados ao longo do período de análise fazem com que passe a existir um problema decorrente da elevação expressiva da quantidade a ser adquirida da *put* na estratégia de *Hedge Variável* (Max HV = 44,82). Nos demais casos, as alterações nas quantidades inexistem (*Hedge Constante*) ou são pouco significativos: *call* (Max HV = -1,65);
- b) Delta Hedge – inicialmente o ativo objeto está perfeitamente “hedgado” (delta = -1). Porém, tal fato não se observa ao longo do período, quando o delta varia de -0,40 a -1,05 na estratégia de *Hedge Constante*, e de -0,53 a -2,79 na estratégia de *Hedge Variável*. No caso do *Hedge Variável*, há momentos em que o *hedge* encontra-se abaixo do desejado, enquanto em outras oportunidades o ativo objeto fica “sobrehedgado”. Já para o *Hedge Constante*, verifica-se o caso em que o razão de *hedge* se encontra abaixo do ideal, sendo o excesso de *hedge* em alguns momentos do tempo praticamente desprezível;
- c) Vega Hedge – assim como no caso do delta, o vega também inicia o processo perfeitamente “hedgado” (vega = zero). Entretanto, ao longo do período analisado o vega atinge picos de -345,79 (*Hedge Constante*) e 1776,32 (*Hedge Variável*), indicando que o novo instrumento estaria sujeito a uma volatilidade elevada a depender da trajetória do preço da opção, fato que também acabou se confirmando, notadamente no caso da estratégia de *Hedge Variável*;
- d) Rho Final – o valor inicial desta “grega” é de -813,26, ligeiramente inferior (em módulo) ao encontrado na alternativa de se comprar *put* e vender *call* com *strikes* idênticos (-835,67). Outra similaridade verificada se refere ao fato de que também nesta alternativa o rho não se eleva ao longo do tempo;
- e) Custo / Ganho – custo de 0,34% ao ano (caso nenhuma das opções seja exercida). Já no caso da compra de uma *put* e venda de uma *call* de *strikes* idênticos o ganho (custo) é igual a zero. Entretanto, o resultado final depende do preço do ativo objeto na data de *strike*. As simulações acima apresentam algumas possibilidades interessantes de análise, conforme segue:
 - i. Taxa LTN igual a 19,277% ao ano – nesse caso somente a *put* (que é comprada pelo investidor do Tesouro Nacional) passa a ficar dentro do dinheiro e pode ser exercida e o resultado final equivale a perda de 0,61% ao ano (comparando-se com a LTN carregada na curva) e de 0,43% ao ano (em comparação com a LTN marcada a mercado);
 - ii. Taxa LTN igual a 15,35% ao ano – nesse caso somente a *call* (que é vendida pelo investidor ao Tesouro Nacional) é exercida e o resultado final equivale a ganho de

- 0,50% ao ano (comparando-se com a LTN carregada na curva) e perda também de 0,44% ao ano (em comparação com a LTN marcada a mercado);
- iii. Taxa LTN superior a 19,277% ao ano – nesse caso somente a *put* é exercida e o resultado final pode ser desdobrado em duas análises:
- o Comparação com a LTN carregada na curva – à medida que a taxa da LTN aumenta, há perdas cada vez menores para o investidor em relação ao item “i” anterior. Quando a taxa fica igual a 34,515% ao ano, o custo se iguala a zero e contínuas elevações de taxa fazem com que o resultado final passe a ser positivo para o investidor;
 - o Comparação com a LTN marcada a mercado – à medida que a taxa da LTN aumenta, há perdas cada vez menores para o investidor em relação ao item “i” anterior. Quando a taxa fica igual a 20,636% ao ano, o custo se iguala a zero e contínuas elevações de taxa fazem com que o resultado final passe a ser positivo para o investidor;
- iv. Taxa LTN inferior a 15,35% ao ano – nesse caso somente a *call* é exercida e o resultado final também pode ser desdobrado em duas análises:
- o Comparação com a LTN carregada na curva – à medida que a taxa da LTN diminui, há ganhos cada vez menores para o investidor em comparação ao item “ii” anterior. Quando a taxa fica igual a 10,412% ao ano, o custo se iguala a zero e contínuas reduções de taxa fazem com que o resultado final passe a ser negativo para o investidor;
 - o Comparação com a LTN marcada a mercado – à medida que a taxa da LTN diminui, há perdas cada vez maiores para o investidor em comparação ao item “ii” anterior. Não há possibilidade de haver custo igual a zero (*breakeven*);

Finalmente, o novo instrumento não apresenta bons resultados para a estratégia de *Hedge* Variável, tendo em vista que em períodos de maior volatilidade do mercado financeiro, o risco foi superior ao do ativo objeto. Entretanto, no caso do *Hedge* Constante, este foi sempre inferior ao do ativo objeto, embora não tão eficiente quanto a alternativa de se adquirir uma LTN conjugada à compra de uma *put* e venda de uma *call* com *strikes* iguais.

4.2.7 Quadro Resumo

Apresentamos, a seguir, quadro resumo com as alternativas apresentadas.

Estratégia	n inicial (Max HC) (Max HV)	m inicial (Max HC) (Max HV)	Resultado <i>Ex-Ante</i>	Delta Inicial (Min / Max HC) (Min / Max HV)	Vega Inicial (Max HC) (Max HV)	Rho Inicial (Max HC) (Max HV)	Resultado		
							Opção 1 Exercida	Opção 2 Exercida	Opções 1 e 2 Exercidas
LTN + nP	1,58 (1,58) (43,71)	---	-1,20%	-1,00 (-0,02 / -1,00) (-0,15 / -4,59)	507,98 (511,95) (2812,55)	-752,58 (-752,58) (-1044,97)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Strike = 18,10% ➤ -1,39% (LTN Curva) ➤ -1,54% (LTN MTM) ▪ LTN = 27,141% ➤ 0% (LTN Curva) ➤ 2,27% (LTN MTM) 	---	---
LTN + nC	-4,05 (-4,05) (-4,72)	---	1,20%	-1,00 (-0,69 / -3,01) (-0,56 / -1,54)	-1138,87 (-1221,71) (-1264,94)	-987,34 (-1190,94) (-1155,61)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Strike = 15,35% ➤ 2,48% (LTN Curva) ➤ 1,54% (LTN MTM) ▪ LTN = 12,625% ➤ 0% (LTN Curva) ➤ -1,73% (LTN MTM) 	---	---
LTN + nP + mC (<i>strikes</i> iguais)	1,00 (1,00) ---	-1,00 (-1,00) ---	0,00%	-1,00 (-1,00) ---	0,00 (0,00) ---	-835,67 (-835,67) ---	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Strike = 19,277%</i> ➤ <i>-0,18% (LTN Curva)</i> ➤ <i>0% (LTN MTM)</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Strike = 19,277%</i> ➤ <i>-0,18% (LTN Curva)</i> ➤ <i>0% (LTN MTM)</i> 	---
LTN + nP1 + mP2	16,47 (16,47) (-207,55)	-16,28 (-16,28) (366,62)	-2,34%	-1,00 (0,00 / -2,26) (-0,01 / -4,36)	0,00 (1926,83) (-4256,85)	-989,97 (-1681,91) (-1988,52)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Strike = 18,10% ➤ -2,84% (LTN Curva) ➤ -2,98% (LTN MTM) ▪ <i>Strike = 19,277%</i> ➤ <i>2,11% (LTN Curva)</i> ➤ <i>2,29% (LTN MTM)</i> 	---	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Strike = 19,277%</i> ➤ <i>2,11% (LTN Curva)</i> ➤ <i>2,29% (LTN MTM)</i> ▪ LTN = 29,495% ➤ 0% (LTN Curva) ➤ 2,87% (LTN MTM)

Estratégia	n inicial (Max HC) (Max HV)	m inicial (Max HC) (Max HV)	Resultado <i>Ex-Ante</i>	Delta Inicial (Min / Max HC) (Min / Max HV)	Vega Inicial (Max HC) (Max HV)	Rho Inicial (Max HC) (Max HV)	Resultado		
							Opção 1 Exercida	Opção 2 Exercida	Opções 1 e 2 Exercidas
LTN + nC1 + mC2	-7,35 (-7,35) (-7,35)	8,50 (8,50) (8,50)	2,21%	-1,00 (-0,70 / -4,81) (-0,75 / -2,02)	0,00 (2196,77) (-340,79)	-978,05 (-3094,00) (1747,53)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Strike = 19,277% ➤ 2,65% (LTN Curva) ➤ 2,83% (LTN MTM) ▪ Strike = 15,35% ➤ -4,60% (LTN Curva) ➤ -5,53% (LTN MTM) 	---	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Strike = 15,35% ➤ -4,60% (LTN Curva) ➤ -5,53% (LTN MTM) ▪ LTN = 8,426% ➤ 0% (LTN Curva) ➤ -3,02% (LTN MTM)
LTN + nP + mC (<i>strikes</i> diferentes)									
Caso 1 → nP1 + mC1	0,95 (0,95) (0,95)	-0,94 (-0,94) (-1,06)	-0,14%	-1,00 (-0,94 / -1,07) (-0,91 / -1,05)	0,00 (111,51) (-85,66)	-844,60 (-844,60) (-844,60)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Strike = 19,277% ➤ -0,04% (LTN Curva) ➤ 0,14% (LTN MTM) ▪ Strike = 18,10% ➤ -0,34% (LTN Curva) ➤ -0,49% (LTN MTM) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Strike = 19,277% ➤ -0,04% (LTN Curva) ➤ 0,14% (LTN MTM) ▪ Strike = 18,10% ➤ -0,34% (LTN Curva) ➤ -0,49% (LTN MTM) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ LTN = 19,025% ➤ -0,11% (LTN Curva) ➤ 0% (LTN MTM)
Caso 2 → nP1 + mC2	1,09 (1,09) (36,16)	-1,25 (-1,25) (-1,59)	-0,47%	-1,00 (-0,50 / -1,00) (-0,53 / -4,56)	0,00 (-289,64) (2794,33)	-824,99 (-824,99) (-1039,84)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Strike = 18,10% ➤ -0,46% (LTN Curva) ➤ -0,61% (LTN MTM) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Strike = 15,35% ➤ 0,32% (LTN Curva) ➤ -0,61% (LTN MTM) 	---
Caso 3 → nP2 + mC2	1,16 (1,16) (44,82)	-1,34 (-1,34) (-1,65)	-0,34%	-1,00 (-0,40 / -1,05) (-0,53 / -2,79)	0,00 (-345,79) (1776,32)	-813,26 (-813,26) (-813,26)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Strike = 19,277% ➤ -0,61% (LTN Curva) ➤ -0,43% (LTN MTM) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Strike = 15,35% ➤ 0,50% (LTN Curva) ➤ -0,44% (LTN MTM) 	---

Observações:

- a) Min/Max HC → valor mínimo / máximo para alternativa *Hedge* Constante; Min/Max HV → valor mínimo / máximo para alternativa *Hedge* Variável;
- b) Os valores máximos (Max HC e Max HV) de n, m, vega e rho são aqueles mais positivos ou mais negativos, tendo em vista a própria característica das opções, se *put* ou *call*. No caso de n e m, o sinal representa somente se o investidor compra ou venda a opção;
- c) Os valores mínimos e máximos (Min / Max HC e Min / Max HV) de delta são, respectivamente, os menores e maiores valores, em módulo, assumidos ao longo do período da opção.

4.3 Extensões

Como pode ser observado, as tentativas de se tentar minimizar o valor do rho conjugando-se apenas duas opções não foram satisfatórias. Na prática, apenas a combinação de LTN + P1 – C1 (*strikes* diferentes) apresentou resultado próximo ao encontrado na alternativa LTN + P – C (*strikes* iguais). As demais combinações apresentaram volatilidade até mais acentuada que a do próprio ativo objeto em diversos períodos.

Como não é possível saber *ex-ante* que uma determinada alternativa de compra de *puts* e venda de *calls* seja eficiente, como aconteceu no caso LTN + P1 – C1, podemos concluir que não é recomendável partir para a combinação de duas opções ao ativo objeto como forma de se minimizar a volatilidade deste, exceto quando se parte para a alternativa LTN + P – C (*strikes* iguais).

Pode-se contra-argumentar, porém, que no caso em que foi adotada a estratégia de *Hedge* Constante nas alternativas de compra de *puts* e venda de *calls* foram eficientes. Porém, mesmo sendo correta a afirmação, ainda assim a alternativa LTN + P – C (*strikes* iguais) ainda foi vantajosa, tanto nas análises individualizadas dos indicadores, tais como quantidade de opções, Delta *Hedge*, Vega *Hedge* e Rho, quanto na evolução da volatilidade do novo instrumento.

Assim, propõe-se que, em estudos posteriores, se passe a analisar a combinação de três opções com o intuito de se neutralizar a “grega” rho, a partir do seguinte conjunto de equações:

→ Equação 1: Delta Total igual a menos 1 $nd_1 + md_2 + qd_3 = -1$

→ Equação 2: Vega Total igual a zero $nv_1 + mv_2 + qv_3 = 0$

→ Equação 3: Rho Total igual a zero $nr_1 + mr_2 + qr_3 = 0$

onde,

n = quantidade da opção 1 a ser adquirida (ou vendida caso o sinal de n seja negativo)

m = quantidade da opção 2 a ser adquirida (ou vendida caso o sinal de m seja negativo)

q = quantidade da opção 3 a ser adquirida (ou vendida caso o sinal de q seja negativo)

d₁ = delta da opção 1

d_2 = delta da opção 2

d_3 = delta da opção 3

v_1 = vega da opção 1

v_2 = vega da opção 2

v_3 = vega da opção 3

r_1 = rho da opção 1

r_2 = rho da opção 2

r_3 = rho da opção 3

→ O resultado do sistema de equações é³⁸:

$$n = \frac{v_3 r_1 - v_1 r_3}{d_1 v_3 r_2 - d_1 v_2 r_3 + d_2 v_1 r_3 - d_2 v_3 r_1 + d_3 v_2 r_1 - d_3 v_1 r_2}$$

$$m = \frac{v_2 r_3 - v_3 r_2}{d_1 v_3 r_2 - d_1 v_2 r_3 + d_2 v_1 r_3 - d_2 v_3 r_1 + d_3 v_2 r_1 - d_3 v_1 r_2}$$

$$q = \frac{v_1 r_2 - v_2 r_1}{d_1 v_3 r_2 - d_1 v_2 r_3 + d_2 v_1 r_3 - d_2 v_3 r_1 + d_3 v_2 r_1 - d_3 v_1 r_2}$$

38 Obviamente, para que o sistema tenha solução única o denominador das equações deve ser diferente de zero.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal deste trabalho foi testar a viabilidade da implementação do uso de opções no gerenciamento da DPMFi com vistas a se criar um novo instrumento financeiro cuja volatilidade fosse inferior àquela verificada nos títulos prefixados da dívida interna, preferencialmente se aproximando da volatilidade de uma LFT. Para tanto, várias estratégias foram analisadas a partir da conjugação da compra de uma LTN combinada à compra e/ou venda de opções (*puts* e/ou *calls*).

Após a realização dos diversos cálculos mencionados, pode-se constatar que a única estratégia recomendável, a partir da combinação de no máximo duas opções ao ativo objeto como forma de se minimizar a volatilidade deste, foi representada pela compra de uma LTN combinada à aquisição de uma *put* e venda de uma *call* (ambas com *strikes* iguais) por parte do investidor.

Entretanto, como mencionado ao longo do trabalho, esta combinação não consegue “hedgear” um dos fatores que influenciam o preço da opção: rho, tendo em vista a seguinte identidade verificada em finanças: $S + P - C = B$. Conseqüentemente, para não haver arbitragem, a volatilidade associada ao título livre de risco (quando marcado a mercado) deve ser igual à da cesta mencionada. Como na hipótese formulada a quantidade de opções a serem compradas (*put*) e vendidas (*call*) é igual a um (*Delta Hedge*), a identidade acima é perfeita, fazendo com que a volatilidade final da carteira seja igual à de um contrato de DI Futuro (taxa de juros livre de risco) com vencimento na data de *strike* das opções.

Assim, a possível substituição da emissão de LFT por este novo instrumento não poderia ser implementada caso a única análise fosse a consideração da volatilidade destes ativos, tendo em vista que a volatilidade de uma LFT continua a ser bastante inferior à de uma LTN conjugada com a compra de uma *put* e venda de uma *call* com *strikes* idênticos.

Entretanto, embora não seja um substituto perfeito para as LFT, o novo instrumento apresentado efetivamente reduz a volatilidade de uma LTN (caso seja adotada a estratégia sugerida), ou seja, reduz o risco prefixado deste ativo. Como o risco prefixado de mercado³⁹ é avaliado pelos agentes financeiros, sendo um dos principais componentes balizadores para a tomada de decisão quanto à alocação de recursos⁴⁰, o Tesouro Nacional poderia partir para a adoção do uso de opções no gerenciamento da dívida pública.

39 Medido pelo DV01 (PVBP) ou Equivalente Ano.

40 Veja Tavares & Tavares (2005).

Finalmente, é importante ressaltar que a utilização de opções pode ter outros objetivos para o administrador da dívida pública (fatores que também valem para quaisquer emissores de dívida). Como o objetivo do gestor da dívida pública é, simplificada, reduzir os custos da dívida sujeito a níveis prudentes de risco, a utilização de opções se encaixa perfeitamente dentro deste objetivo maior, mesmo que não se alcance a volatilidade mínima desejada para as LTN.

Nesse sentido, a expressão “níveis prudentes de risco” pode ser traduzida como redução do risco de refinanciamento da dívida pública. Como um dos fatores que afetam diretamente o mencionado risco é o prazo médio do estoque, o objetivo do gestor poderia ser o alongamento da dívida pública, por exemplo, com a utilização de *puts*. Neste caso, o emissor de dívida agrega uma *put* (que pode ser destacável ou não) a um título de modo que o investidor tenha uma proteção contra possíveis elevações nas taxas de juros. Desse modo, este investidor se sentiria mais confortável em alongar seu horizonte de investimentos, em linha com os objetivos do administrador da dívida.

Alternativamente, o emissor pode agregar uma *call* a um título de longo prazo de modo a que, caso as taxas de juros se reduzam no futuro, seja possível a recompra do título de modo a se minimizar o custo do alongamento conseguido. Este caso é particularmente válido caso exista um mercado de longo prazo para o emissor, embora o custo desse alongamento seja elevado.

Entretanto, é possível que não exista um mercado de longo prazo efetivo, como é o caso atual do Brasil no que se refere a títulos prefixados. Nesse cenário, a utilização de uma composição de *put* e *call* apresenta ambos os benefícios apontados para o gestor da dívida, tanto em relação à possibilidade do alongamento quanto no que se refere a custo. E, obviamente, também geraria um conforto para o investidor por conta da redução do risco assumido via compra de *put*.

A partir do exposto, a simples utilização de opções no gerenciamento da dívida pública pode trazer benefícios a seus administradores, tanto do ponto de vista de custo quanto de risco, mesmo que não seja possível obter resultados ainda mais favoráveis em relação à redução da volatilidade dos títulos prefixados, por exemplo, fator que auxiliaria de forma ainda mais contundente a melhoria na composição da dívida pública e, conseqüentemente, a redução do risco de mercado associado à atual participação de títulos indexados à Taxa Selic na dívida interna brasileira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, C. H. **Mercado de Títulos Públicos e Operações de Mercado Aberto no Brasil – Aspectos Históricos e Operacionais**. Notas Técnicas do Banco Central.
- BARCINSKI, A. **Risco de Taxa de Juros e a Dívida Pública Federal no Brasil Pós-Real**. Prêmio BNDES de Monografia, 1998.
- BARRO, R. **Optimal Management of Indexed and Nominal Debt**. F. Lefort e K. Schmidt-Hebbel (organizadores). Indexation, Inflation and Monetary Policy. Banco Central do Chile, 2002.
- BEVILAQUA, A. e GARCIA, M. **Banks, Domestic debt Intermediation and Confidence Crises: The Recent Brazilian Experience**. PUC-RJ, Texto para Discussão n.º 407, Nov/1999.
- BEVILAQUA, A. e GARCIA, M. **Debt Management in Brazil: Evaluation of the Real Plan and Challenges Ahead**. Departamento de Economia da PUC. Rio de Janeiro, Nov/1999.
- BLACK, F. **The Pricing of Commodity Contracts**. Journal of Financial Economics 3, pp. 167-169, Mar/1973.
- CAMPBELL, J. e VICEIRA, L. **Strategic Asset Allocation for Long-Term Investors**. Oxford University Press, 2002.
- COPELAND, T., WESTON, J. e SHASTRI, K. **Financial Theory and Corporate Policy**. Pearson Addison Wesley. 4 Ed. Estados Unidos da América, 2005.
- COSTA, C.L. **Opções. Operando a Volatilidade**. Bolsa de Mercadorias e Futuros. São Paulo, 1998.
- ELTON, E., GRUBER, M., BROWN, S. e GOETZMANN, W. **Modern Portfolio Theory and Investment Analysis**. Wiley. 6 Ed. Estados Unidos da América, 2003.
- EUROPEAN COMMISSION. **Note for the EFC Group on EU Government Bonds and Bill Markets**. Discussion Note. 2003.
- FABOZZI, F. **Bond Markets, Analysis and Strategies**. Prentice Hall. 3. Ed. Estados Unidos da América, 1996.
- FABOZZI, F. **The Handbook of Fixed Income Securities**. McGraw Hill. 5. Ed. Estados Unidos da América, 1997.

- FIGUEIREDO, L. F., FACHADA, P., GOLDENSTEIN, S. **Monetary Policy in Brazil: Remarks on the Inflation Targeting Regime, Public Debt Management and Open Market Operations**, Banco Central – Working Paper Series, n.º 37, março/2002.
- GARCIA, M. **The Structure of The Public Sector Debt in Brazil**, Department of Economics, PUC-RJ, 1998.
- GARCIA, M. **A Estrutura da Dívida Pública no Brasil** – Seminário de Pesquisa Econômica – Fundação Getúlio Vargas – RJ. Out/1998.
- HULL, J. **Opções, Futuros e Outros Derivativos**. BM&F. 3. Ed. São Paulo, 1998. From the original *Options, Futures and Other Derivatives*. Prentice Hall. 3rd Ed.
- J. P. MORGAN. **Administrando a Dívida Doméstica do Brasil**. Rio de Janeiro, 1997.
- LLUSA, A. J. Fernanda. **Credibilidade e Administração da Dívida Pública: Um Estudo para o Brasil**, 21º Prêmio BNDES de Economia, 1998.
- LOZARDO, E. **Derivativos no Brasil. Fundamentos e Práticas**. Bolsa de Mercadorias e Futuros. São Paulo, 1998.
- NETO, F. **A Estrutura da Dívida Pública no Brasil**. Prêmio Tesouro Nacional de Monografias IV, 2000.
- OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development. **Debt Management and Government Securities Markets in 21st Century**. 2002.
- PEDRAS, G. **A Evolução da Administração da Dívida Pública e Risco de Repúdio no Brasil**. Tese de Mestrado na Fundação Getúlio Vargas. Rio de Janeiro, 2003.
- PINHEIRO, M. **Dívida Mobiliária Federal e Impactos Fiscais: 1995/1999**. IPEA, Texto para Discussão n.º 700, Jan/2000.
- REVISTA INVESTIDOR INSTITUCIONAL. “**Fundações Longe da Meta**”, “**Aposta no Crescimento da ALM**”. Edição n.º 125 – Ano 7, São Paulo, 22/10/2002.
- ROBERTS, R. **Por Dentro das Finanças Internacionais**. Jorge Zahar Editor, Londres, 1998.
- SECRETARIA DO TESOURO NACIONAL e BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Nota para a Imprensa – Dívida Pública Mobiliária Federal Interna**. Brasília, Maio/2005.
- SECRETARIA DO TESOURO NACIONAL. **Plano Anual de Financiamento**, 2006.

SILVA, A. **Diretrizes para Administração da Dívida Pública em Conjunturas de Crise de Confiança**. Prêmio Tesouro Nacional de Monografias III, 1999.

SILVA, N. e CAVALCANTI, M. A. **A Administração da Maturidade da Dívida Mobiliária Brasileira no Período de 1994-1997**. Prêmio Tesouro Nacional de Monografias IV, 2000.

TAVARES, M. e TAVARES, R. **Análise dos Modelos de Mensuração do Risco Prefixado no Mercado Doméstico (DV01 e Equivalente Ano)**. *Paper* apresentado no Curso de Mestrado Profissional em Gestão Econômica de Negócios. Universidade de Brasília. Brasília, 2005.

TAVARES, R. **Proposta de Novas Estratégias de Financiamento para o Tesouro Nacional por Meio da Emissão de Títulos Públicos Indexados a Índices de Preços**. Monografia Curso MBA em Gerenciamento da Dívida Pública. Fundação Getúlio Vargas. Brasília, 2003.

WORLD BANK & INTERNATIONAL MONETARY FUND. **Guidelines on Public Debt Management**. 2002.

YOUNG, A. **A Guide to Fixed Income Analysis**. Morgan Stanley, 2003.

RESSALVAS

O presente trabalho contém única e exclusivamente a opinião pessoal do autor, não expressando de forma alguma diretriz da Secretaria do Tesouro Nacional ou de qualquer outro ente governamental.

As análises contidas neste documento foram elaboradas a partir de dados públicos, obtidos em boa fé de fontes consideradas confiáveis, não tendo caráter sigiloso de nenhuma espécie.

Este trabalho não apresenta recomendações de investimento. Ainda, sua elaboração não levou em consideração os objetivos de investimento específicos ou outros aspectos de potenciais investidores e, portanto, os instrumentos financeiros analisados podem não ser os mais adequados para todos os investidores. Recomenda-se, assim, que os investidores busquem a opinião de um consultor financeiro caso desejem realizar quaisquer tipos de negociação envolvendo os instrumentos financeiros citados ao longo do texto.