

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO ECONÔMICA DE NEGÓCIOS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**ALTERNATIVAS DE HEDGE DE DÓLAR PARA A EXPOSIÇÃO
CAMBIAL DA DÍVIDA PÚBLICA**

Autor: **MÁRCIA FERNANDA TAPAJÓS TAVARES**

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

Brasília – DF

Julho de 2006

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer ao Dr. Rodrigo Cabral, orientador, amigo e colega de trabalho, pela contribuição fundamental ao desenvolvimento deste trabalho. Aos colegas do Tesouro Nacional, em especial José Franco, Daniel e à equipe da mesa externa – GEREX, pela constante troca de conhecimento e informações tão importantes para o amadurecimento deste projeto. Aos meus pais e irmã pelo apoio, carinho e compreensão pela minha ausência em diversas oportunidades. À Deus, pois sem Ele, nada teria sentido. E, por último, agradeço ao meu amado esposo, Ronnie Tavares, pelas orientações, sugestões e críticas fundamentais ao crescimento deste trabalho, agradeço principalmente, por toda atenção, paciência e amor, a mim dedicados, ao longo de todo esse processo, tornando possível que eu chegasse até aqui.

RESUMO

A presente dissertação tem por objetivo identificar estratégias de *hedge* para a dívida pública brasileira com vistas a minimizar ou mesmo eliminar a exposição cambial da dívida pública permitindo que o governo possa continuar atuando no mercado financeiro internacional sem incorrer nos perigos do “pecado original”. As estratégias de *hedge* cambial, detalhadas neste trabalho, tiveram como critério de escolha que apresentassem mecanismos simples, amplamente conhecidos e utilizados no mercado financeiro e, principalmente, que o nível de preços, embutido nessas estratégias, fosse claro.

A motivação desse trabalho veio do fato de apenas recentemente a República Brasileira ter sido autorizada a atuar no gerenciamento da dívida externa brasileira com instrumentos derivativos.

Palavras-chave: Dívida Pública Federal, Dívida Externa, Títulos Públicos, Derivativos.

ABSTRACT

This thesis aims to identify hedging strategies for the Brazilian Public Debt in order to reduce or even eliminate the FX exposition of the Debt, allowing the Govern to continue to access the financial internaconal market without incurring in the original sin. The hedging strategies of this thesis were choosen based on criterias such as: simple mechanisms, were well known by the market, and most importantly, that the price levels of these strategies were clear.

The motivation for this thesis came with the very recent allowance of the Republic to use derivatives instruments to manage the Brazilian External Debt.

Keywords: Government Public Debt, Domestic Debt, Public Bonds, Derivatives.

ÍNDICE

INTRODUÇÃO.....	6
CAPÍTULO 1 – GERENCIAMENTO DA DÍVIDA PÚBLICA.....	8
1.1 Dívida Pública	8
1.2. O caso Brasileiro	13
CAPÍTULO 2 – PECADO ORIGINAL E RISCO CAMBIAL	19
2.1. Original Sin e o Caso Brasileiro.....	19
2.2. Experiência de Outros Países	26
CAPÍTULO 3 – ESTRATÉGIAS DE HEDGE.....	29
3.1 Swaps.....	29
3.1.1 Swaps de Taxas de Juros	30
3.1.2 Basis Swap.....	31
3.1.3 Swaps de Moedas	32
3.1.4 Swaps de Moedas: Cross Currency Swap	33
3.1.4.1 Precificação do Cross Currency <i>Swap</i>	33
3.2 Cupom Cambial Interno	36
3.3 Non-Deliverable Forward - NDF	39
3.4 Recompra (Buyback).....	40
3.5 Opções	41
3.5.1 Modelo Binomial.....	43
3.5.2 Modelo Black & Scholes.....	47
3.5.3 Opções sobre Moedas - Modelo Black & Scholes	49
3.5.4 Opções sobre Moedas – Modelo de Black	50
3.5.5 Opções sobre Moedas – Modelo de Garman - Kolhagen.....	50
CAPÍTULO 4 – AVALIAÇÃO FINANCEIRA DAS ESTRATÉGIAS DE HEDGE... 52	
4.1. Metodologia de Cálculo.....	52
4.1.1 Hedge via Cupom Cambial – Vértice de 6 meses	52
4.1.2 Hedge via Buyback – Vértice de 6 meses	54
4.1.3 Hedge via Opção (Modelo Garman Kolhagen) – Vértice de 6 meses.....	57
4.1.4 Hedge via Contrato de NDF – Vértice de 6 meses.....	59

4.1.5 Hedge via Cross-Currency Swap – Vértice de 6 meses	61
4.2. Resultados – 1ª Etapa	62
4.3. Resultados – 2ª Etapa	64
4.3.1 Comparativo entre Cupom cambial e Opção – Vértice 6 meses	68
CAPÍTULO 5 – Considerações Finais	73
5.1. Extensões	75
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
ANEXO I – Bootstrapping (versão simplificada)	80
ANEXO II – Base de Dados.....	82
RESSALVAS.....	85

INTRODUÇÃO

A incapacidade de alguns países tomar emprestado no mercado internacional em sua própria moeda é chamada de Pecado Original. Vários países, em especial os emergentes, não conseguem se financiar em mercados internacionais em sua própria moeda e, quando esses países acumulam com o tempo uma dívida líquida, eles obterão um descasamento de moedas no seu balanço de pagamentos.

O Brasil, a exemplo de tantos outros países, tem parte de sua necessidade de recursos, satisfeita no mercado financeiro internacional por meio da emissão de títulos soberanos denominados em outras moedas, que não o Real, como o dólar, euro ou ien.

A exposição cambial da dívida brasileira, entretanto, não se limitava apenas a dívida externa, tendo parte relevante de exposição também na dívida interna, quando o Tesouro Nacional emitia regularmente títulos referenciados a dólares americanos (NTN-D), no mercado doméstico, bem como o Banco Central (NBCE). Com a lei de responsabilidade fiscal, em 04 de maio de 2000, o Banco Central deixou de ter autorização para emitir primariamente no mercado de títulos e, aliado a isso, a partir de 2002 o Tesouro Nacional parou de emitir NTN-D, reduzindo o estoque de dívida interna em câmbio a menos de 3%¹ sob o estoque total da dívida pública interna.

O financiamento externo, entretanto, traz inúmeros benefícios ao país sendo pouco provável que o mesmo deixe de ser realizado apesar do risco cambial que o envolve. A referência para o mercado privado, a diversificação de base de investidores e o alongamento de prazos são alguns dos muitos argumentos favoráveis à emissão de títulos soberanos brasileiros.

A literatura especializada em dívida pública, bem como a experiência de outros países sugere a utilização de derivativos na administração da dívida pública. Diversos países vêm introduzindo modificações na forma de administração de suas dívidas. O uso de derivativos na dívida pública para redução de riscos, melhorar o perfil da dívida ou mesmo sua composição está se tornando cada vez mais freqüente. Irlanda, Nova

¹ Dados de maio 2006.

Zelândia, Suécia e Dinamarca são consideradas nações pioneiras neste processo, que vem incluindo gradativamente mais países interessados, em adotar maior sofisticação no gerenciamento de ativos e passivos.

Sob esse contexto, a presente tese tem por finalidade buscar alternativas que minimizem ou mesmo eliminem o risco de exposição cambial da dívida brasileira sem, no entanto, impedir que o mercado financeiro internacional continue a ser acessado pelo Tesouro Nacional Brasileiro. A motivação principal para o desenvolvimento deste trabalho é que apenas recentemente², a República Brasileira foi autorizada a utilizar instrumentos derivativos no gerenciamento da dívida externa.

Os instrumentos derivativos incluídos nesse trabalho foram considerados em razão de sua facilidade de aplicação, conhecimento e utilização no mercado financeiro e, principalmente, que pudessem ser comparáveis entre si. Dessa forma, a definição clara de custos para cada operação tornou-se uma premissa fundamental.

No capítulo 3 as estratégias de *hedge* são apresentadas em detalhes, indicando de forma clara as premissas em que se baseiam e a estrutura do *hedge* propriamente, que é fundamental para o entendimento da precificação desses instrumentos. Na seqüência, o capítulo 4 indica, na primeira parte, um exemplo de precificação para cada tipo de *hedge* e, na segunda parte mostra os resultados obtidos de um exercício de 9 dias úteis, para os vértices de 6 e 12 meses, 2,3 e 5 anos, para cada uma das estratégias sugeridas.

² Em meados de 2005.

CAPÍTULO 1 – GERENCIAMENTO DA DÍVIDA PÚBLICA

1.1 Dívida Pública

O mercado de títulos públicos representa espinha dorsal da maioria dos mercados de renda fixa nos diversos países, sejam eles desenvolvidos ou em desenvolvimento. Eles formam a estrutura a termo da taxa de juros (*yield curve*) que funciona como padrão de referência tanto no mercado doméstico, quanto internacional e ajudam a estabelecer uma curva de crédito. Títulos públicos são tipicamente “lastreados” pela credibilidade no governo, e não por ativos físicos ou financeiros, e na capacidade do governo de tributar.

Os mercados de títulos ao redor do mundo baseiam-se nos mesmos elementos básicos: alguns emissores com necessidades de financiamento, investidores com necessidade de alocar suas poupanças ou outros recursos em ativos remunerados a taxa de juros, intermediários que unem os emissores e investidores e uma infra-estrutura que possibilita um perfeito ambiente para a condução das operações, assegura a legalidade dos ativos e a liquidação das transações, assim como permite informações transparentes sobre a precificação dos ativos.

O mercado de título surgiu como um novo estágio na evolução dos euromercados que ofereciam um amplo espectro de instrumentos financeiros internacionais por meio de acordos bilaterais. O primeiro eurobônus foi emitido em Londres³, em 1963, mas o mercado de títulos ganhou força internacionalmente apenas nos anos 80. A globalização dos bancos de investimento e a concorrência pela posição de emissor de bônus levaram ao atual mercado de títulos: emissões de bônus globais, que são oferecidos simultaneamente nos principais mercados.

O mercado de títulos públicos gera vários benefícios importantes se os pré-requisitos para seu desenvolvimento sustentável são observados:

- Ao nível de política macroeconômica, o mercado de títulos públicos representa o acesso ao financiamento doméstico do déficit orçamentário

³ Maiores detalhes podem ser obtidos em “Por dentro das Finanças Internacionais – Guia prático dos mercados e instituições financeiras”, Richard Roberts.

que não seja via Banco Central, e desta forma pode reduzir a necessidade de financiamento monetário, o qual é potencialmente maléfico, assim como evita também um constante crescimento da dívida denominada em moeda estrangeira;

- Este mercado de títulos pode, adicionalmente, reforçar a implementação e a transmissão da política monetária, incluindo a obtenção de objetivos monetários, e pode viabilizar o uso de instrumentos indiretos de política monetária baseados em parâmetros de mercado. A existência desses mercados, além de poder permitir às autoridades suavizar os gastos com consumo e investimento em resposta a choques, pode, se acompanhado de uma eficiente política de gerenciamento da dívida, ajudar os governos a reduzir suas exposições a variados riscos financeiros, como de taxa de juros ou taxa de câmbio, entre outros;
- Finalmente, uma mudança na direção de financiamento dos déficits orçamentários mais orientados por lógica de mercado deverá reduzir os custos do serviço da dívida no médio e longo prazos, através do desenvolvimento de um mercado líquido e eficiente de títulos públicos (World Bank 2001).

Nesse contexto a dívida pública vem sendo um tema constante de discussão tanto no meio acadêmico, como de participantes do mercado financeiro e governos. Teorias sobre gerenciamento de dívida são amplamente difundidas e, diversos indicadores, que atualmente já se tornaram padronizados na economia mundial, são objeto de freqüentes análises.

A crescente integração e liberalização dos mercados financeiros, como parte do processo de globalização, vêm estimulando a literatura econômica que tem passado a analisar com mais cuidado as metodologias que utilizam a dívida como instrumento para controle de exposição ao risco.

A gestão da dívida pública está fortemente interligada à política fiscal e monetária, não devendo ser interpretada, entretanto, como parte integrante dessas políticas. Sua atuação vai além do financiamento público, sendo também relevante no controle da liquidez e da formação de taxas de juros de longo prazo.

Segundo Masson e Mussa (1995), a experiência internacional mostra que existe estreita correlação entre a transição de regime de alta inflação e regulamentação dos mercados para um de baixa inflação e liberalização financeira com conseqüente elevação da dívida pública, mensurada como percentual do PIB. Nesse novo contexto, os governos viram-se impelidos a adotar práticas modernas na administração da dívida pública, comuns ao setor privado, que podem representar significativo impacto nas contas públicas, em países com alto grau de endividamento.

Assim, diversos países vêm implementando modificações na estrutura de gerenciamento de suas dívidas, mediante a introdução de novos instrumentos que possibilitem maior sofisticação na análise e gestão de seus passivos e ativos. A dupla retorno e risco é o pilar que norteia a alocação dos recursos financeiros, e a busca por modelos que permitissem a otimização do retorno sobre investimentos em função dos riscos priorizou a tomada de decisões sobre bases mais científicas.

Uma das primeiras teorias que abordou o *trade off* risco x retorno foi a equivalência ricardiana, como definida por Barro (1974), que defende que o gerenciamento da dívida pública não afeta a economia real. Porém, os pressupostos de: i) horizonte infinito de planejamento; ii) mercados completos, que permitam burlar o efeito de mudanças nos impostos, com alterações em carteiras; e iii) impostos não distorcivos, pilares da teoria de equivalência ricardiana, são hipóteses bastante rígidas que quando relaxadas, mostram o contrário.

As teorias sobre gestão de dívida são diversas não se restringindo apenas à equivalência ricardiana. A teoria de *Tax Smoothing*⁴ sugere que a volatilidade nos níveis da carga tributária leva a perdas econômicas e de bem-estar à sociedade decorrentes das distorções que provocam nas decisões econômicas e nas incertezas geradas aos negócios. Essa teoria sugere que o gerenciamento da dívida seja utilizado para minimizar as mencionadas perdas, por meio da suavização da volatilidade da carga tributária.

⁴ Veja, por exemplo, Bohn (1994) e Barro (1999).

A lógica por trás da teoria de *Tax Smoothing* é que o custo do serviço da dívida seria positivamente correlacionado com as receitas tributárias e negativamente correlacionado com as despesas governamentais. A principal variável passa a ser a inflação por estar positivamente correlacionada com as receitas tributárias. Porém, as despesas governamentais também aumentam com a inflação, ou seja, deve-se considerar o impacto fiscal líquido:

- Choque de demanda – preferência por títulos indexados à inflação;
- Choque de oferta – preferência por títulos prefixados;
- Aumento de inflação por curto período de tempo – preferência por títulos indexados à inflação;
- Aumento de inflação por longo período de tempo – preferência por títulos prefixados;

Parte significativa da literatura recente aborda o tema do alto custo de *default* de uma dívida soberana, bem como os fatores que tornam os países suscetíveis a este evento. Pela teoria de custo de *default*, o objetivo primordial dos países deveria ser a capacidade de solvência por meio de políticas macroeconômicas prudentes e gerenciamento conservador de dívida pública.

Os governos devem evitar dívidas baratas, porém de curto prazo com vistas a reduzir o risco de refinanciamento, esta literatura⁵ sugere emissões de títulos prefixados de longo prazo em moeda nacional com vistas à redução do risco de *default*;

Outra abordagem relacionada à gestão da dívida é a Inconsistência Temporal que tem como argumento que o tamanho da dívida pública cria a possibilidade de inconsistência temporal das políticas monetária e fiscal.

Países na transição de altas taxas de inflação para níveis mais baixos têm dificuldade em convencer os investidores da consistência desse novo patamar, levando a altas taxas reais de juros e potencialmente uma “armadilha” para a dívida. Esta teoria argumenta que os prazos dos títulos e a composição da dívida que poderiam vir a elevar o custo da dívida a partir de políticas inflacionárias reforçariam um comportamento de

⁵ Veja Dooley (1998) ou Sachs, Velasco e Tornell (1996)

consistência temporal e reduziriam o prêmio de risco advindo de possível volta da inflação, assim, sugere-se a emissão de títulos de curto prazo, indexados a taxas flutuantes, à inflação ou à variação cambial.

Esta abordagem apresenta diversas complicações, pois, assume que somente choques no superávit primário e na inflação são decorrentes de políticas temporalmente inconsistentes. Choques de oferta e fuga de capitais acabam por tornar a dívida extremamente arriscada. Ainda, a estratégia de emissão proposta eleva o risco de *outright default*, levando a uma redução da credibilidade do emissor, conseqüentemente elevando o prêmio de risco de *default*.

A teoria de “Preferência por Risco do Governo” sugere que o governo deve ter baixa tolerância ao risco sob o argumento de que o mesmo não possui vantagem competitiva em “bater o mercado” tendo em vista que os mercados financeiros são eficientes.

Em resumo, os conceitos ligados à literatura relacionada ao custo de *default* e à *tax smoothing* enfatizam o gerenciamento de risco no contexto das receitas e dos gastos governamentais, coordenando a gestão da dívida pública com as políticas macroeconômicas em geral e o gerenciamento dos passivos contingentes.

A literatura de inconsistência temporal pode levar a estratégias que elevem a volatilidade do nível dos impostos e o risco de *default*. Há que se considerar os *trade-offs* entre o alto custo de dívida derivado do prêmio de risco inflacionário e o incremento na volatilidade do nível dos impostos e o risco de *default*.

Finalmente, a literatura especializada sugere que o governo deva ter baixa tolerância ao risco o que, na prática, é observável em diversos países que efetivamente declaram suas diretrizes de gestão de dívida indicando a preferência por baixos níveis de risco⁶.

⁶ Como exemplo, o Plano Anual de Financiamento – PAF do Tesouro Nacional Brasileiro.

1.2. O caso Brasileiro

Na década de 80, quando foi feita a reestruturação da dívida externa brasileira, onde tanto a dívida privada, quanto a pública foram objeto de renegociação, com o governo assumindo toda responsabilidade frente ao investidor externo, dando origem a diversos acordos, entre esses o plano *Brady*, a dívida pública passou a ser considerada como um dos grandes entraves ao desenvolvimento do país.

Após a implantação do Plano Real, quando foi obtida a tão necessária estabilidade monetária do País, permitindo aos gestores da dívida pública uma melhor administração, mais eficiente, ainda assim, as dificuldades para evolução da dívida pública ainda eram significativas.

De forma modesta, diversos indicadores apresentaram melhora. Contudo, a dívida permanecia altamente indexada aos juros e ao câmbio, o que a tornava bastante sensível a qualquer mudança negativa no cenário econômico ou a choques, internos ou externos, que porventura ocorressem.

Com a moratória russa, seguida da crise asiática, a fragilidade dos indicadores da dívida pública brasileira se tornou ainda mais evidente. A desvalorização do real, ocorrida em 1999, apenas corroborou a percepção geral de que a dívida pública brasileira era de fato um problema que exigia atenção.

Nesse contexto, o governo, no início do segundo mandato FHC, 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/PIB⁷.

A tabela abaixo apresenta a evolução dos principais indicadores da dívida pública mobiliária federal interna – DPMFi e da dívida pública federal – DPF, que compreende a dívida total, tanto interna quanto externa, ao longo dos últimos 4 anos. O esforço que vem sendo empreendido em favor de uma melhora na composição da dívida brasileira é evidente.

⁷ RODRIGUES (2002).

Tabela 1 – Evolução dos Indicadores da Dívida Pública Brasileira

Indicadores	2002	2003	2004	2005	2006	
					Mínimo	Máximo
Estoque da DPMFi em Mercado (R\$ Bilhões)	623,2	731,4	810,3	979,7	1.130,0	1.200,0
Prazo Médio da DPMFi (meses)	33,2	31,3	28,1	27,4	30,0	35,0
% Vencendo em 12 meses	41,1	35,3	46,1	41,6	31,0	36,0
Participação no Estoque da DPMFi (%)						
Prefixado	2,2	12,5	20,1	27,9	28,0	37,0
Índice de Preços	12,5	13,6	14,9	15,5	18,0	24,0
Selic	60,8	61,4	57,1	51,8	39,0	48,0
Câmbio	22,4	10,8	5,2	2,7	1,0	3,0
TR e Outros	2,1	1,8	2,7	2,1	2,0	4,0

Indicadores	2002	2003	2004	2005	2006	
					Mínimo	Máximo
Estoque da DPF* em Mercado (R\$ Bilhões)	893,3	965,8	1.013,9	1.157,1	1.280,0	1.360,0
Prazo Médio da DPF (meses)	42,6	39,0	35,3	32,9	35,0	41,0
% Vencendo em 12 meses	34,6	30,7	39,3	38,2	28,0	33,0
Participação no Estoque da DPF (%)						
Prefixado	1,5	9,5	16,1	23,6	25,0	33,0
Índice de Preços	8,8	10,3	11,9	13,1	16,0	22,0
Selic	42,4	46,5	45,7	43,9	35,0	43,0
Câmbio	45,8	32,4	24,2	17,6	11,0	15,0
TR e Outros	1,4	1,4	2,2	1,8	1,0	3,0

* Inclui Títulos da Dívida Externa de responsabilidade do Tesouro Nacional

A participação percentual, na Dívida Pública Mobiliária Federal interna – DPMFi, dos títulos vinculados a taxa Selic caiu 10% no período de 2002 a 2005. Movimento mais expressivo ocorreu na dívida interna em câmbio que teve sua participação reduzida de 22,4% em 2002 para menos de 3% em 2005.

A compensação veio na forma de incremento da dívida prefixada que se elevou substancialmente passando de 2,2% em 2002 para 27,9% ao final de 2005. Também os títulos vinculados a índices de preços tiveram um incremento de 3% no horizonte analisado.

Mesmo com a nítida evolução nesses últimos 4 anos, a dívida brasileira ainda tem alto potencial de melhora. Apesar do estoque de dívida não ser tão grande quando comparado com outros países, a parcela desse estoque indexada à taxa básica de juros – ainda Selic é significativa. Conjugada a composição do estoque, há o percentual vencendo em 12 meses, que mensura a exigência de pagamento de dívida em um horizonte de curto prazo, e esse percentual é elevado, o que se traduz para o público em geral como um alto risco de refinanciamento do governo.

Essa percepção faz com que as captações do Tesouro Nacional sejam feitas a custos mais elevados, pois nas taxas ofertadas está embutido o risco que o investidor enxerga na capacidade de pagamento da República.

Contudo, os esforços empreendidos em prol da dívida continuam. Em dezembro de 2004 foi aprovada a Lei 11.033, de 21 de dezembro de 2004, que definiu um novo critério de alíquotas para imposto de renda. A medida teve como foco a previdência privada e os investimentos em renda fixa. O novo método, conhecido como tributação decrescente, substituiu a alíquota única de 20% por uma escalonada, segundo Tabela 2, abaixo:

Tabela 2 – Tributação Decrescente

Tempo de Carregamento	Nova Lei 11.033	Antes da Lei 11.033
Até 6 meses	22,5%	20,0%
De 6 a 12 meses	20,0%	20,0%
De 12 a 24 meses	17,5%	20,0%
Acima de 24 meses	15,0%	20,0%

A Lei 11.033 teve por finalidade estimular o alongamento de prazos da dívida pública, uma vez que para que as aplicações em geral pudessem ser beneficiadas com a nova estrutura de imposto, os investimentos necessariamente deveriam ocorrer em períodos, no mínimo, superiores a 1 ano e, conseqüentemente, em títulos de prazos mais longos.

Poucos dias após a divulgação da Lei 11.033, foi elaborada uma nova Lei 11.053, em 29 de dezembro de 2004, que fazia referência específica aos fundos de investimento. Na nova Lei 11.053, os fundos de investimento apenas seriam beneficiados da nova estrutura de impostos previstas na Lei anterior, caso o prazo médio do fundo fosse superior a 1 ano. Para prazo inferior a um ano, as alíquotas previstas para os fundo de investimento teriam a seguinte regra:

Tabela 3 – Lei 11.053: Complementação à Lei de Tributação Decrescente

Tempo de Carregamento	Lei 11.053	Antes da Lei 11.053
Até 6 meses	22,5%	20,0%
De 6 a 12 meses	20,0%	20,0%

A razão para essa nova Lei 11.053, voltada especificamente para os fundos de investimento, é que a base de cálculo para o imposto de renda é feita de acordo com algum evento de pagamento, seja de juros ou principal. No caso dos fundos de investimento a base de cálculo é referenciada a algum saque de cotista.

Nesse sentido, por motivos diversos, os fundos poderiam preferir aplicar em títulos de curtíssimo prazo ou mesmo no overnight que possui repactuação diária, o que os implicaria em uma alíquota mais alta segunda a nova Lei 11.053 (de 22,5%), porém, como a base de cálculo dos fundos é feita em função dos saques dos cotistas, caso os saques ocorressem apenas em prazos superiores a 24 meses, o fundo estaria sujeito a um imposto de apenas 15%, independente do tipo de aplicação que tivesse realizado, o que eliminaria o benefício de alongamento de prazos da dívida, obtido com a criação da tributação decrescente.

Na seqüência da tributação decrescente, em 15 de fevereiro de 2006, foi lançada a MP 281 que isenta o investidor estrangeiro do pagamento de imposto de renda sobre investimentos em título público federal, desde que o investidor não venha de “paraíso fiscal”.

A medida tem por finalidade estimular o alongamento de prazos da dívida e a melhora na composição da dívida, que hoje ainda contempla uma forte parcela indexada aos juros pós-fixados (Selic).

Os investidores estrangeiros tradicionalmente investem em títulos prefixados e de prazos significativamente mais longos, tal fato é explicado pela alta liquidez do mercado internacional, que gera um apetite para risco mais forte do que o observado no mercado doméstico brasileiro, por exemplo.

Os investidores estrangeiros buscam, sem dúvida, altos rendimentos. As taxas de juros observadas hoje no mercado doméstico brasileiro são atrativas a um investidor avesso a risco que possui um custo de oportunidade baixo quando comparado ao retorno de uma aplicação prefixada de longo prazo no mercado brasileiro.

Deve-se ressaltar, entretanto, que a demanda por títulos brasileiros, em razão do seu alto retorno, não se sustenta apenas na cultura de “baixa aversão a risco versus rendimentos significativos” dos investidores estrangeiros. De fato, a percepção de risco do Brasil é muito inferior a observada tempos atrás. O Brasil vem dando mostras freqüentes de seu compromisso com uma gestão de dívida prudente, transparente e focada em objetivos.

A elevação do Brasil em um futuro breve para a categoria de *investment grade* não é mais uma possibilidade, mas um fato. E, é sob esse cenário que o investidor internacional tem o Brasil como um mercado de investimento tão atrativo.

Aliado a esses pontos, a entrada do investidor internacional no mercado doméstico traz outros benefícios além dos já expostos. Uma nova estrutura de investidores acessando o mercado brasileiro estimula a concorrência, o que sob a ótica da oferta, no caso o Tesouro Nacional, é excelente em termos de redução de custos. Ainda, como o horizonte de investimento desses investidores é mais longo, essa participação ajuda o desenvolvimento da curva de longo prazo.

Outro efeito benéfico que a diversificação da base de investidores traz é desestimular a tendência natural do mercado doméstico brasileiro, em situações de crise, a caminhar todos na mesma direção, potencializando qualquer efeito negativo que surja. A participação do investidor internacional, que possui uma realidade de mercado diferente dos investidores doméstico, poderá contribuir para que em situações pouco favoráveis, ocorra o movimento anti-cíclico, minimizando os impactos negativos.

Por último, vale esclarecer que apesar dos investidores internacionais terem sido isentos do pagamento de imposto de renda sobre aplicações em títulos públicos federais, os mesmo não foram isentos do pagamento de CPMF e IOF, o que é um desincentivo as aplicações de curtíssimo prazo, pouco interessantes ao País.

As ações para o aperfeiçoamento da administração da dívida pública não se limitam às Leis e MPs aqui mencionadas. As medidas adotadas⁸ são inúmeras dentre as

⁸ Maiores informações no Relatório Anual da Dívida Pública 2005, Secretaria do Tesouro Nacional, 2005.

quais, destacam-se: i) organização dos vencimentos dos títulos em meses específicos (*benchmark*), visando aumentar a liquidez e melhorar a precificação dos mesmos, ii) operações de troca de títulos de curto prazo por prazos mais longos; iii) realização de resgates antecipados, buscando reduzir o risco de refinanciamento e, no caso dos títulos indexados à inflação, também visando o aumento da liquidez nesse mercado; iv) melhora do saldo do caixa do Tesouro Nacional, mantendo o “caixa” da dívida pública em níveis seguros; e v) medidas para ampliação da base de investidores.

Outro significativo avanço ocorrido no ano de 2005 foi a autorização legal para uso de derivativos na gestão da dívida externa brasileira. O uso de derivativos na administração da dívida pública com a finalidade de reduzir custos e riscos tem se mostrado bastante eficaz, segundo indica a experiência internacional, detalhada no capítulo 2.

A dívida interna brasileira ainda não possui base legal que a autorize, o que deverá ocorrer em um futuro breve.

CAPÍTULO 2 – PECADO ORIGINAL E RISCO CAMBIAL

2.1. Original Sin e o Caso Brasileiro

Se um país não consegue emitir no mercado internacional em sua própria moeda - ele sofre do que se chama “pecado original” (original sin) – então quando esse país acumula com o tempo uma dívida líquida, a exemplo do que os países desenvolvidos fazem, ele obterá um descasamento de moedas no seu balanço de pagamentos.

Vários países não conseguem tomar emprestado em mercados internacionais em sua própria moeda. Segundo Eichengreen *et alii* (2002), no período 1999-2001, de quase 5,8 trilhões de dólares de dívidas externas emitidas 5,6 trilhões o foram em cinco moedas: dólar americano, euro, ien, libra esterlina e franco suíço. Os outros 200 bilhões de dólares foram emitidos num conjunto de moedas de países emergentes (Austrália, Polônia, Nova Zelândia, África do Sul, República Tcheca, etc.). A incapacidade de alguns países tomar emprestado no mercado internacional em sua própria moeda é chamada de Pecado Original (Eichengreen e Hausmann 1999). Num mundo com elevada volatilidade nos fluxos de capitais e nas cotações das moedas, os países com Pecado Original sofrem diversos problemas macroeconômicos com o descasamento de moedas na sua estrutura patrimonial agregada (Eichengreen *et alii* 2002).

Segundo Flandreau e Sussman (2002) existem duas abordagens para explicar as causas do Pecado Original:

i) *Expectation Driven*: que centra a atenção sobre a falta de credibilidade e compromisso por parte dos governos (e de suas políticas) que afetam as expectativas dos agentes. Em especial, considera-se que os determinantes chave são o histórico de credibilidade (existência de *default*), banco central independente, regimes cambiais com reputação, normas legais de proteção de direitos de propriedade e estabilidade macroeconômica;⁹

ii) *Historical Path Dependence*: que centra a atenção no fato de que alguns mercados financeiros se tornaram referência, com uma moeda forte,

⁹ Uma análise desta abordagem em Reinhart e Reinhart (2003).

como consequência da evolução histórica de seus países. Tal fato implicou que outros países, que não tiveram a mesma “evolução” se encontraram em uma situação em que era mais fácil e barato se financiar nessas moedas fortes do que tentar em sua própria moeda. A teoria de *historical path dependence* parte do pressuposto que o *original sin* pouco tem a ver com a estrutura econômico/política de um país, o *original sin* é explicado pela “supremacia” de algumas moedas frente a outras, unicamente em razão da evolução histórica¹⁰ dos países.

Eichengreen *et alii* (2002) analisam empiricamente as causas do Pecado Original e concluem que as fraquezas institucionais e as inconsistências de políticas econômicas não são determinantes do problema. Desta forma, a evidência empírica não sustenta a abordagem *Expectation Driven*, sendo o tamanho do país a variável fundamental para explicar as causas do Pecado Original. Eichengreen *et alii* (2002) sugerem que uma análise teórica, baseada na abordagem *Historical Path Dependence*, deve considerar os fatores que limitam os incentivos para a diversificação monetária de investidores globais, notadamente a existência de custos de transação e benefícios de diversificação num mundo de países heterogêneos e externalidades de rede. O fato de que existam poucas moedas internacionais é um indicador de que não vale a pena diversificar já que as moedas adicionais devem ter elevados custos de transação para os lucros esperados.¹¹ Nesse contexto, os países grandes se tornam atrativos devido aos benefícios da redução dos custos de transação e às oportunidades de diversificação – suas moedas são mantidas em portfólios internacionais porque são centros financeiros internacionais ou porque podem ser usadas em transações internacionais.¹²

O pecado original tem importantes consequências. Países com *original sin*¹³ que possuem dívida externa líquida possuem um descasamento de moedas no seu balanço de pagamentos. Movimentos na taxa de câmbio real gerará efeito riqueza. Isso faz com que

¹⁰ Uma análise desta abordagem em Flandreau e Sussman (2002).

¹¹ A literatura sobre determinantes de moedas internacionais, que explica o domínio de um pequeno número de moedas em mercados internacionais como uma função de externalidades de rede e custos de transação, apresenta uma análise similar (ver Kiyotaki *et alii* 1992). Essa literatura não nega que países novos possam entrar no clube exclusivo de moedas internacionais, mas sugere que eles enfrentam uma batalha cada vez mais complicada.

¹² Grandes potências comerciais (como EUA e Japão hoje ou Inglaterra no passado) ou centros financeiros internacionais (como Suíça) não possuem Pecados Originais.

¹³ Em geral os países emergentes.

a taxa real de câmbio seja um elemento determinante na capacidade de pagamento. Considerando-se que a taxa real de câmbio é bastante volátil e tende a depreciar em momentos “ruins”, o pecado original reduz significativamente a capacidade de crédito de um país.

No caso brasileiro, o pecado original também está presente. A dívida externa brasileira tornou-se um assunto importante a partir da segunda metade dos anos 70 e mobilizou discussões acaloradas acerca das perspectivas de crescimento econômico ao longo de quase duas décadas.

A acumulação líquida de dívida externa (isto é, descontadas as reservas internacionais das autoridades monetárias) é resultado da diferença entre o déficit em conta corrente do balanço de pagamentos e as entradas de capital no País, sob forma de investimento direto. Os déficits em conta corrente acumulados, depois dos preços do petróleo terem quadruplicado em 1973, foi o principal fator de endividamento externo brasileiro dos anos 70.

A partir de 1975, o governo Ernesto Geisel (1974-1979) decidiu aproveitar a liquidez internacional abundante e barata, lado a lado a uma perspectiva de crescimento do comércio internacional, para ajustar a economia aos novos preços internacionais. Isso foi feito via adoção de um programa ambicioso de investimentos que permitia fazer crescer a produção, sem pressionar as importações, substituindo o que era possível na produção tanto de insumos básicos, quanto de máquinas e equipamentos. A estratégia adotada rendeu um aumento na dívida externa de US\$ 12,5 bilhões, em 1974, para US\$ 46,9 bilhões em 1979.

As condições favoráveis ao endividamento externo deixaram de existir quando o aumento das taxas de juros, nos EUA, transmitiu-se aos mercados internacionais de capitais e elevou subitamente o serviço da dívida, ao mesmo tempo em que inviabilizou o crescimento das exportações, em decorrência da recessão mundial em 1981. Quando veio a moratória mexicana de agosto de 1982, provocando o desaparecimento do financiamento voluntário aos déficits externos de países latino-americanos, os gastos brasileiros com os pagamentos de juros atingiam, aproximadamente, 47% da receita de exportações.

A primeira tentativa de reescalonamento em longo prazo foi um fracasso, dentro do Plano que levou o nome de James Baker, então secretário do Tesouro dos EUA. Foi a partir de março de 1989, sob a iniciativa do sucessor de Baker, Nicholas Brady, que a crise da dívida pôde chegar ao fim. A fórmula das renovações coordenadas de empréstimos com base em negociações envolvendo instituições multilaterais, comitês representantes dos bancos privados e governos credores foi substituída pela idéia de um menu de opções que permitia tanto a oportunidade para a retirada com deságio dos credores arrependidos, como incentivos a novos empréstimos, todos securitizados. Sob a égide do Plano *Brady*, o Brasil só veio a efetivar a troca de títulos no valor de US\$ 46 bilhões de sua dívida externa em 15 de abril de 1994, e sem o apoio de um acordo formal com o FMI.

Com as perspectivas favoráveis da estabilização econômica, o País entrou em 1994 em um novo ciclo de acumulação de dívida externa, na esteira do notável crescimento dos fluxos de capitais para o terceiro mundo. Nas novas condições, os capitais privados voltam a representar a mais importante fonte para o financiamento dos déficits em conta corrente, que naturalmente se elevam diante da atratividade dos investimentos e da vagareza com que se recupera a poupança doméstica.

Atualmente a Dívida Pública Federal brasileira tem 15% do seu estoque total denominado em outras moedas, em especial dólares, que compreendem 86,5% do estoque em outras moedas. Em termos de volume, o tamanho da dívida vinculada a outras moedas não chega a ser expressivo, porém, de fato a exposição cambial traz um descasamento entre ativos e passivos nas contas nacionais que não deve ser negligenciado.

Tabela 4 – Indicadores da Dívida Pública em 2006

Indicadores	Mai/06	2006	
		Mínimo	Máximo
Estoque da DPMFi em Mercado (R\$ Bilhões)	999,1	1.130,0	1.200,0
Prazo Médio da DPMFi (meses)	29,3	30,0	35,0
% Vencendo em 12 meses	40,1	31,0	36,0

Participação no Estoque da DPMFi (%)			
Prefixado	29,6	28,0	37,0
Índice de Preços	21,9	18,0	24,0
Selic	44,1	39,0	48,0
Câmbio	2,5	1,0	3,0
TR e Outros	2,0	2,0	4,0

Indicadores	Mai/06	2006	
		Mínimo	Máximo
Estoque da DPF* em Mercado (R\$ Bilhões)	1.151,5	1.280,0	1.360,0
Prazo Médio da DPF (meses)	34,8	35,0	41,0
% Vencendo em 12 meses	37,0	28,0	33,0

Participação no Estoque da DPF (%)			
Prefixado	24,0	25,0	33,0
Índice de Preços	19,1	16,0	22,0
Selic	40,2	35,0	43,0
Câmbio	15,2	11,0	15,0
TR e Outros	1,8	1,0	3,0

* Inclui Títulos da Dívida Externa de responsabilidade do Tesouro Nacional

Independentemente do tamanho do estoque da dívida cambial brasileira, mais fortemente expressa em termos da dívida externa¹⁴, há outros riscos associados, como o risco de refinanciamento. A maturação total da Dívida Externa, contemplando principal e juros, alcança hoje¹⁵ US\$ 93,5 bilhões, desse montante, US\$ 37,6 equivalente a 40,2%, são vencimentos entre 2006 e 2010. O alto volume de vencimentos pressiona as medidas de “risco Brasil” indicando que o mercado enxerga algum risco de rolagem por parte da República. Essas medidas de risco, bem exemplificadas em um único instrumento chamado EMBI¹⁶ Brasil, terminam por influenciar os futuros custos de novas emissões elevando-os a níveis além do necessário.

¹⁴ A parcela de dívida doméstica vinculada a outras moedas é praticamente inexpressiva, representando apenas 3% do estoque total da dívida pública. Esse percentual tende a se reduzir a zero, dado que não há novas emissões em dólares, no mercado doméstico, desde 2002.

¹⁵ Dados de 03/05/2006.

¹⁶ O índice *Emerging Markets Bond Index* – EMBI é uma medida de risco país, para os países emergentes, que foi desenvolvido pelo banco JP Morgan. Resumidamente, o EMBI é uma média ponderada dos spreads de cada papel, de países emergentes, em relação ao seu volume em mercado. O

Outro ponto acerca da dívida externa brasileira é que seu desempenho não influencia apenas a própria dívida externa, mas também, a dívida pública doméstica. A sinergia entre os mercados doméstico e internacional é alta e fatores tipicamente externos terminam por agir diretamente nos ativos domésticos e vice-versa.

Entretanto, apesar dos riscos do “pecado original” e dos aspectos complicadores da dívida brasileira já mencionados, o financiamento externo tem diversos efeitos benéficos e, quando analisado sob a ótica adequada, pode ser dito imprescindível a um país.

O financiamento externo da República brasileira não se caracteriza unicamente como necessidade de recursos. A constante atuação do governo no mercado externo serve como um balizamento para futuras emissões de entidades privadas. Os níveis de preços, volume e *spread* da República, são referência para novos emissores brasileiros.

Outro aspecto relevante do financiamento externo é a base de investidores. Os investidores internacionais, conforme já explicitado no capítulo 1, possuem uma cultura de investimento significativamente diferente da observada nos investidores domésticos. Apetite por risco e prazos longos são características típicas dos investidores internacionais e pouco observáveis no mercado doméstico. Tal discrepância traz o benefício de que as emissões soberanas brasileiras tenham prazos de emissão significativamente superiores aos observados via financiamento doméstico. Os elevados prazos de emissão trazem ganhos não apenas para a dívida externa, mas para a dívida pública total brasileira.

Os investidores internacionais, ainda, tendem a ser menos voláteis que o investidor doméstico. Implicando que em situações de crise ao invés de se desfazerem de suas posições rapidamente, como observado no mercado doméstico brasileiro, os investidores internacionais tendem a ser mais consistentes. Isso porque o mercado internacional possui uma parcela grande dos chamados *real money* que são investidores com uma visão de longo prazo e não se alteram a quaisquer movimentos de mercado. Para que tais investidores desejem se desfazer de suas posições é necessário que eles

EMBI mede o “risco” total dos emergentes, porém há EMBIs específicos para cada país separadamente, como EMBI Brasil.

observem alguma inconsistência na economia brasileira que se traduza em risco real para seus investimentos.

Contudo, não se deve ignorar que a participação de ativos denominados em Reais, na carteira dos investidores internacionais, é bastante inferior à dos investidores domésticos. Tal fato contribui para que os investidores internacionais sejam mais pacientes frente à uma situação de volatilidade do que os investidores locais.

A visão estratégica é sem dúvida, um outro fator de peso para que a República brasileira continue atuando no mercado externo. Os mercados mundiais estão cada vez mais integrados e há vantagens nessa integração.

Conforme apresentado no capítulo 1, o esforço empreendido nos últimos anos em prol da evolução da dívida pública tem rendido lucros. Sem dúvida, há fortes expectativas que em um horizonte breve a República seja elevada ao nível de *investment grade*¹⁷ permitindo que as condições de financiamento externo se tornem ainda mais atrativas. O baixo custo de aplicação conjugado aos demais fatores benéficos da emissão externa incentivam a permanente atuação do Brasil no mercado externo.

Com base em todo o exposto, o ponto que se coloca é que apesar da real preocupação com o gerenciamento dos passivos cambiais existentes, há vantagens no financiamento externo que não devem ser menosprezadas e, sendo assim, a grande tarefa está em se identificar mecanismos que permitam que o processo de financiamento continue sem, no entanto, incorrer nos perigos do *original sin* ou mitigá-los.

Não sendo possível a República realizar futuras emissões em sua própria moeda¹⁸, o que eliminaria o “pecado original” das novas emissões, a alternativa é o uso de instrumentos derivativos que podem atuar tanto na dívida preexistente quanto nas futuras emissões. Os derivativos englobam uma gama significativa de instrumentos e estratégias que tem a finalidade de alterar posições pré-definidas para outra que se

¹⁷ Essa argumentação é baseada nas recentes elevações de rating efetuadas pela Fitch e RI, aliado ao fato de que atualmente o Brasil possui os melhores ratings já observados em todas as agências especializadas.

¹⁸ Nesse ponto é válido esclarecer que a República emitiu em reais no exterior uma única vez. O Global, em Reais, foi lançado em 2005, com vencimento em 2016. Desde então, não surgiram novas oportunidades à República.

adeque melhor aos objetivos do investidor. No caso específico deste trabalho, os derivativos seriam utilizados para eliminar o risco de exposição cambial, convertendo a dívida em dólares¹⁹ para reais.

2.2. Experiência de Outros Países

Há algum tempo, diversos países vêm introduzindo modificações na forma de administração de suas dívidas. O uso de derivativos na dívida pública para redução de riscos, melhorar o perfil da dívida ou mesmo sua composição está se tornando cada vez mais frequente. Irlanda, Nova Zelândia, Suécia e Dinamarca são consideradas nações pioneiras neste processo, que vem incluindo gradativamente mais países interessados, em adotar maior sofisticação no gerenciamento de ativos e passivos.

Em geral, a aplicação ativa de derivativos na administração da dívida pública vem se mostrando bastante eficiente no que diz respeito a minimização de custos e riscos. Ocorre que o uso de instrumentos derivativos permite que o gestor tenha mais flexibilidade na suas alternativas de financiamento, uma vez que ele não se encontra mais restrito àquelas oportunidades que se ajustem perfeitamente aos limites de riscos necessários à boa condução da dívida pública. Com os derivativos, os gestores de dívida podem se financiar em condições de mercado que sejam mais atrativas do ponto de vista de custos, por exemplo, sem, no entanto estarem de acordo com os limites de risco, isso porque, por meio de uma gama de instrumentos derivativos, esse risco pode ser neutralizado.

A experiência internacional tem indicado favoravelmente a aplicação de derivativos na gestão da dívida. Estudos produzidos pelo Banco Mundial e o Fundo Monetário Internacional²⁰ mostram que, em uma pesquisa com dezessete países, nove (56%) fazem uso de derivativos no gerenciamento de suas dívidas. Em outro estudo

¹⁹ A dívida cambial brasileira não engloba apenas dívidas em dólares. Porém, como a parcela em dólares representa parcela significativa do estoque, próximo a 90%, o trabalho será voltado apenas a exposição denominada em dólares.

²⁰ World Bank & IMF – *Guidelines on Public Debt Management* (2002).

produzido, pela OECD²¹, foram analisados vinte e três países, dos quais dezoito (78%) fazem uso de derivativos no gerenciamento de suas dívidas.

Os instrumentos derivativos mais comuns são os *swaps* de juros e de moedas que visam administrar os riscos de choques de juros e volatilidade no câmbio, respectivamente. Esse é o caso, por exemplo, da Dinamarca que utiliza *swaps* para administrar a composição por moedas e minimizar os riscos de juros; e do Canadá, que usa regularmente *cross-currency swaps* de dívida doméstica como parte do gerenciamento das reservas internacionais.

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 de financiamento mais vantajosas.

Um outro aspecto comum a países que modernizaram suas técnicas de administração de dívida é o tratamento integrado dado às dívidas interna e externa, uma vez que juntas compõem a necessidade de financiamento do governo. Dessa forma, a definição de estratégias mais amplas, que contemplem a dívida pública como um todo, têm maiores possibilidades de, a médio termo, reduzir a exposição a riscos e os custos de rolagem da dívida. O gerenciamento isolado de cada uma das partes do portfólio pode ser eficiente a curto prazo, porém às custas de objetivo mais amplo de gerenciamento de risco.

Nesse sentido, é comum, nos países acima citados, postura pró-ativa em relação ao gerenciamento da dívida. A partir da mensuração dos riscos associados à estrutura de endividamento e da realização de simulações com carteiras hipotéticas, tais países monitoram sistematicamente o perfil desejável da dívida (*benchmark*), bem como as ações no sentido de atingir os parâmetros estabelecidos.

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

Tabela 5 – Instrumentos Derivativos Utilizados por Outros Países

País	Principais Instrumentos	Foco
Irlanda	<i>Swaps</i> em geral	Proteção de risco e minimização de custos
Nova Zelândia	<i>Swaps</i> em geral	Utiliza-se de derivativos como proteção de risco e argumenta que essa atuação melhora a percepção dos investidores em relação ao governo e assim, permite melhores condições de captação
Suécia	Diversos	Utiliza-se de derivativos a vários anos, mais especificamente na dívida externa. O uso de derivativos permite que o financiamento seja feito de acordo com as melhores condições e o uso de derivativos possibilita a neutralização dos riscos, caso a estratégia de financiamento não seja a mais adequada do ponto de vista de gerenciamento de riscos
Dinamarca	<i>Swaps</i> em geral	faz uso ativo de <i>swaps</i> para administrar os riscos de juros e de exposição a moedas.
México	<i>Swaps</i> e Opções	Utiliza derivativos como <i>hedge</i> para a dívida flutuante ou denominada em outras moedas
Portugal	<i>Swaps</i> e futuros de moedas	<i>Hedge</i>

CAPÍTULO 3 – ESTRATÉGIAS DE HEDGE

As estratégias de *hedge*, usualmente praticadas com instrumentos derivativos, que visam eliminar ou mesmo minimizar a exposição de outras moedas em um portfólio são inúmeras. Uma única estratégia pode contemplar “n” instrumentos simultaneamente, podem ser definidos limites máximos e/ou mínimos de variação na taxa de câmbio de forma a se controlar a exposição apenas dentro de certos níveis, é possível optar por instrumentos disponíveis no próprio mercado local ou internacional, até conjugar os dois, há estratégias de *hedge* que nem mesmo envolvem derivativos mas, obtém o mesmo resultado, em outras palavras, a criatividade e flexibilidade tem amplo espaço no mercado de *hedge*.

Nesse capítulo, estaremos detalhando algumas possibilidades de *hedge* de moeda onde o critério de escolha dos instrumentos aqui descritos é que os mesmos sejam mecanismos simples, amplamente conhecidos e utilizados no mercado financeiro e, principalmente, que o nível de preços, embutido nessas operações, seja claro. As estratégias mais complexas tendem a ser customizadas para casos específicos e, portanto, seu custo não é observável diretamente nos indicadores de mercado, o preço não é claro.

Sob nenhum argumento as estratégias mais complexas devem ser desconsideradas, eventualmente o custo dessas operações pode até ser mais atrativo que as possibilidades mais simples. Porém, o escopo deste trabalho é identificar algumas alternativas viáveis à exposição em dólares da dívida federal brasileira, a ausência de um custo claro para cada alternativa, torna essa análise impraticável.

3.1 Swaps

Os *swaps* são contratos que estabelecem a troca de rentabilidade entre os integrantes de um acordo. As partes envolvidas trocam, como exemplo, o fluxo financeiro de uma operação de taxa flutuante para uma fixa sem, no entanto, mudar os ativos. Trata-se de um dos principais instrumentos utilizados para proteção financeira de

riscos de taxas de câmbio e juros. O objetivo dos contratos de *swap*²² é não permitir desequilíbrios entre os ativos e passivos por oscilações dos mercados financeiros.

Tipo mais comuns de *swap*:

- Fixo para flutuante
- *Swap* de moedas
- *Basis swap* (diferentes períodos de liquidação ou índices)

3.1.1 Swaps de Taxas de Juros

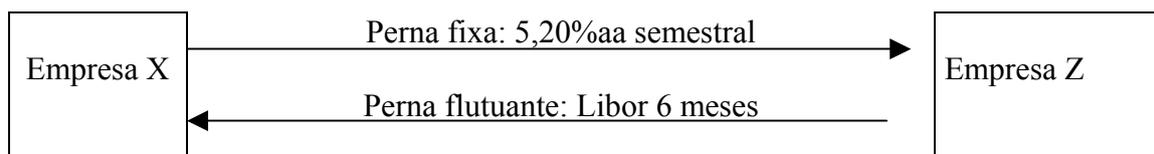
O *swap* de taxa de juros é um acordo entre duas partes que trocam periodicamente o pagamento de juros. Em uma transação de *swap* de juros, o *swap dealer* e o *swap counterparty* concordam em trocar um fluxo de caixa, com base em um montante de principal pré acordado, por um período de tempo definido. Nesse caso o *swap dealer* paga juros ao *swap counterparty* com base em uma taxa fixa que se manterá a mesma por toda a duração do *swap*. O *swap counterparty* irá pagar juros ao *swap dealer* com base em uma taxa flutuante que é redefinida periodicamente em intervalos combinados que tipicamente coincidem com a frequência de pagamento de juros entre as partes, digamos a cada seis meses. A taxa flutuante normalmente será vinculada a algum indicador conhecido, por exemplo, a taxa LIBOR (London Interbank Offer Rate) de 6 meses.

Sob o ponto de vista do *swap counterparty* a transação acima é equivalente a uma operação simultânea de compra de um título prefixado e venda de um pós-fixado, onde ambos instrumentos partem de um valor inicial igual, digamos 100, e tem a mesma qualidade de crédito, fluxo de caixa e vencimento. Disso segue que o principal pode ser excluído da análise uma vez que são idênticos nas duas pernas da operação.

O usuário do *swap* é normalmente motivado por uma expectativa de taxa de juros que poderia levá-lo a trocar um ativo prefixado por um outro pós-fixado. Usando o mercado de *swap*, o usuário pode replicar o impacto econômico de tal mudança sem realmente comprar ou vender ativos.

²² Mais informações em “Opções, Futuros e Outros Derivativos”, John Hull.

Exemplo: Contrato de *swap* com pagamentos semestrais, iniciado em 1º de março de 1997, com duração de 2 anos, através do qual a empresa X concorda em pagar à empresa Z uma taxa de 5,20% ao ano sobre um principal de US\$ 100 milhões. Em contrapartida, a empresa Z paga à empresa X a taxa Libor de seis meses, incidindo sobre o mesmo principal.



Fluxo de Caixa da Empresa X (em US\$ milhões)

Data	Libor (%)	Fluxo Caixa Libor (+)	Fluxo Caixa Prefixado (-)	Fluxo Caixa Líquido
01/03/1997	5,50			
01/09/1997	5,70	2,25	2,60	-0,35
01/03/1998	5,90	2,85	2,60	0,25
01/09/1998	6,10	2,95	2,60	0,35
01/03/1999	6,30	3,05	2,60	0,45

3.1.2 Basis Swap

Um *basis swap* é assim denominado, sempre que houver um *swap* entre duas taxas flutuantes. Ainda, o *swap* entre dois índices que possuem data de repactuação diferente, também é denominado um *basis swap*.

- 1) *Swap* de taxa de juros flutuante para outra taxa flutuante

Exemplo: *Swap* (em dólares) da Libor 6 meses contra a Prime

- 2) *Swap* de taxa de juros com índices que possuam data de repactuação diferente

Exemplo: *Swap* Libor 3 meses contra Libor 6 meses

3.1.3 Swaps de Moedas

Diferentemente de um *swap* de juros tradicional, o *swap* de moedas típico não apenas envolve a troca de pagamentos de juros mas também o principal. Como exemplo de uma situação típica, a firma americana A deseja tomar emprestado libra esterlina, e a firma inglesa B deseja tomar emprestado em dólares. Por ser melhor conhecida nos EUA, a firma A pode tomar emprestado em dólares por uma taxa de juros inferior a que a firma B conseguiria, o mesmo raciocínio vale para a situação inversa. Assim a firma A toma emprestado em dólares e a firma B em libra, mas elas realizam um *swap* de suas obrigações, e as firmas se beneficiam com o auxílio uma da outra.

Exemplo²³: Firma A deseja tomar emprestado \$ 10.000.000 libras por dois anos e a firma B \$ 16.000.000 dólares. A taxa de câmbio (dólares/libra) é de 1,6. Suponha que a firma A consiga uma taxa de juros em dólares de 8%^{aa} e a firma B de 10%^{aa} em libra. O *swap* terá a seguinte estrutura:

- 1) firma A pega um empréstimo de \$ 16.000.000 dólares nos EUA e, firma B \$ 10.000.000 libras na UK;
- 2) Firma A e B trocam os empréstimos;
- 3) Ao final do primeiro ano, firma A paga \$ 10.000.000 x 10% = \$1.000.000 para firma B, que utiliza esse recurso para pagar o seu credor no mercado inglês. Firma B paga \$16.000.000 * 8% = \$ 1.248.000 a firma A que utiliza o recurso para pagar o seu credor no mercado americano;
- 4) Ao final do segundo ano, o fluxo de juros é o mesmo explicado no item 3. Porém, além do fluxo de juros, também é trocado o fluxo de principal. Firma A paga \$10.000.000 libras para firma B e, B paga \$16.000.000 dólares para firma A;
- 5) Cada uma, por sua vez, utiliza os fluxos recebidos para honrar seus empréstimos em seus países.

Tipicamente, o *swap* é montado de tal forma que o seu valor, baseado na taxa de câmbio do início da operação é zero. De fato \$16.000.000 dólares – 1,6* \$10.000.000

²³ “Opções, Futuros e Outros Derivativos”, John Hull, pág: 139.

libras = 0. Apesar disso, as contrapartes se beneficiam do *swap* porque conseguem obter recursos com uma taxa de juros internacional menor do que teriam conseguido sozinhas.

3.1.4 Swaps de Moedas: Cross Currency Swap

O *cross currency swap* se diferencia de um *currency swap* porque além dos fluxos serem trocados de uma moeda para outra, também há troca de taxas fixas por flutuantes. Se o *swap* de juros fosse apenas de fixa para fixa, o mesmo seria chamado apenas de *currency swap*.

Similar ao *swap* de taxa de juros mas, onde cada perna do *swap* (fluxo de pagamentos) é denominado em uma moeda diferente. Um *cross-currency swap* tem dois montantes de principal, um para cada moeda. Normalmente, a taxa de câmbio utilizada para determinar os dois montantes é a taxa spot vigente no momento. Da mesma forma que um *swap* de moedas tradicional, o *cross-currency swap* exige a troca de montantes no final da operação, no início da operação, essa troca é opcional.

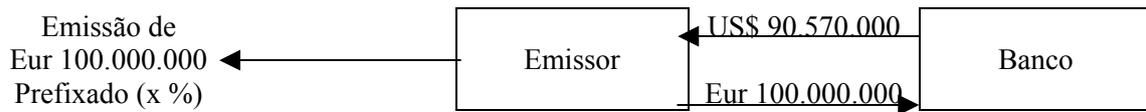
De forma geral, todas os contratos futuros de taxa de câmbio (*FX forwards*) podem ser chamados de *cross currency swaps* uma vez que são acordos para trocar dois fluxos de caixa de diferentes moedas. Como todos os *FX forwards*, o *cross currency swap* expõe o investidor ao risco de câmbio. A parte do *swap* que uma contraparte concorda em pagar é um passivo em uma moeda e, a parte do *swap* que essa contraparte aceita receber, é um ativo em outra moeda.

Um dos maiores usuários de *cross currency swaps* são os emissores de dívida pois, é possível captar dinheiro via venda de títulos, em mercados com moedas mais “baratas” e depois “swapar” sua exposição a uma outra moeda de sua preferência.

3.1.4.1 Precificação do Cross Currency Swap

Suponha que uma empresa americana emita um título em euros (em taxa fixa) e depois troque por dólares via *cross currency swap*:

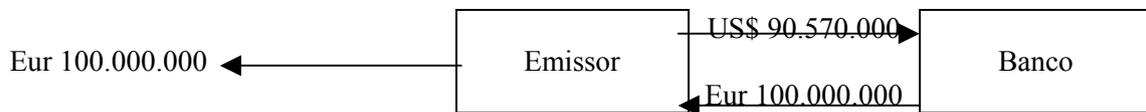
1. Troca Inicial



2. Troca periódica

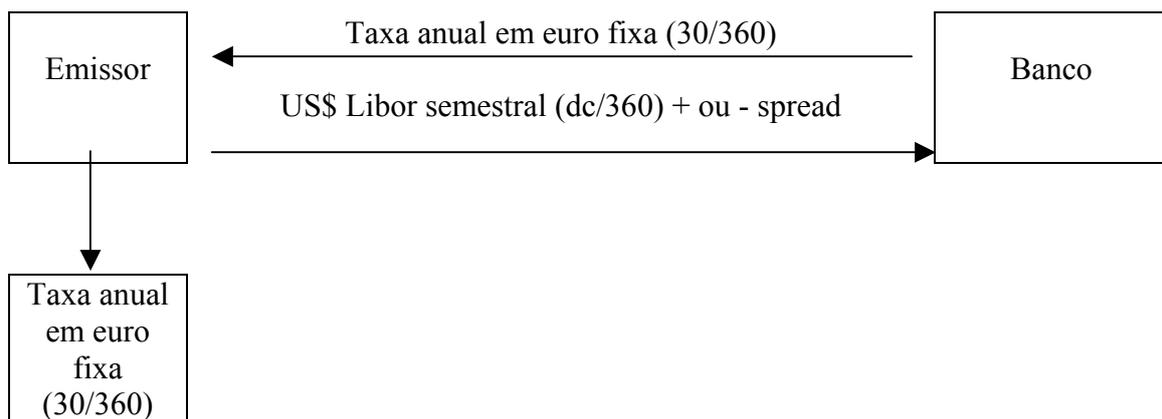


3. Troca final



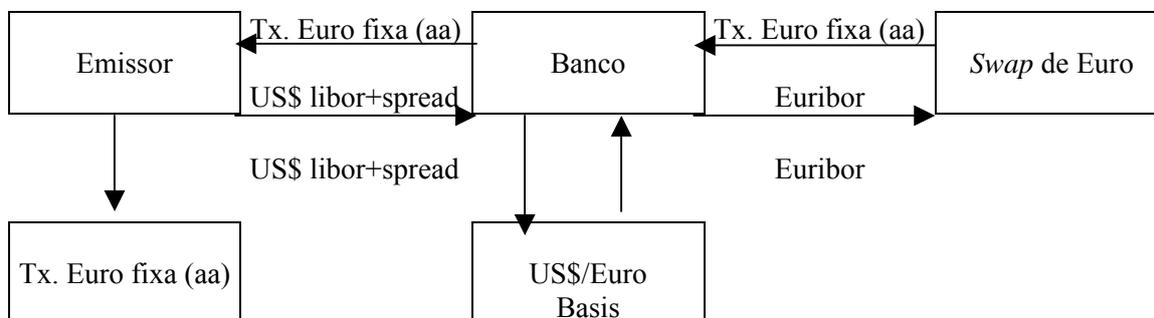
Digamos que o emissor tenha obtido recursos em Euros em bases anuais 30/360 dias e irá fazer o *swap* para US\$ semestral dias corridos/360.

Quando se precifica um *swap*, na verdade o que se tenta mensurar é o valor correto do spread que deve incidir sobre a libor.



O ponto chave para se entender a precificação do *swap* é entender como a outra perna do *swap*, no caso o banco, faz o *hedge* de sua posição. O banco entra em duas outras operações para se neutralizar do efeito com o *swap* acima descrito. Ele entra

simultaneamente em um *swap* simples de taxa de juros, recebendo fixa e pagando flutuante, e um *swap basis* de US\$/Euro onde ele recebe euro flutuante e paga US\$ fixa.



Pela diagramação acima é possível perceber que todos os fluxos de caixa, sob o ponto de vista do banco, se cancelam. Em outras palavras, é um *swap* neutro para o banco.

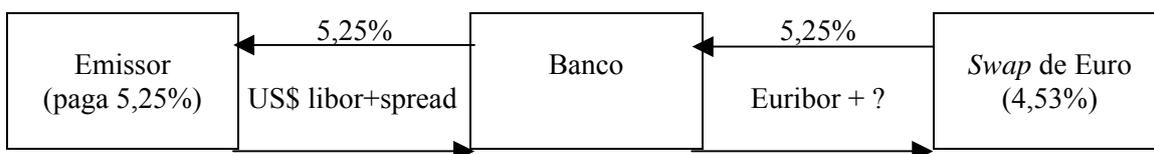
É válido mencionar que o diagrama acima apenas apresenta o fluxo de juros pois, o *swap* de moeda e o *basis swap* ambos têm troca de principal no início e no final, assim, apenas para facilitar, essas etapas foram eliminadas do diagrama. Isso foi possível porque os principais de *swap* de moeda e *swap basis* são iguais e opostos um ao outro.

No começo do *swap* de moeda o banco recebe em euros e paga em dólares. No *swap basis* o banco paga euros e recebe em dólares e, ao final da transação as trocas são exatamente o inverso.

Um ponto importante em relação a precificação do *cross currency swap* é porque o banco não se neutraliza utilizando um outro *swap* de moedas? A resposta é que o *swap* de taxa de juros conjugado com o *swap basis* cria um *swap* de moedas sintético. Essa alternativa é preferível pois tanto o *swap* de juros quanto o *swap basis* são bem mais líquidos que o de moeda. Assim, faz sentido para o banco criar preços a partir de mercados mais líquidos.

Com base na lógica apresentada, apenas um ponto permanece pendente, o valor do spread sobre a libor. Assim, vamos supor que o emissor tenha emitido em Euros com

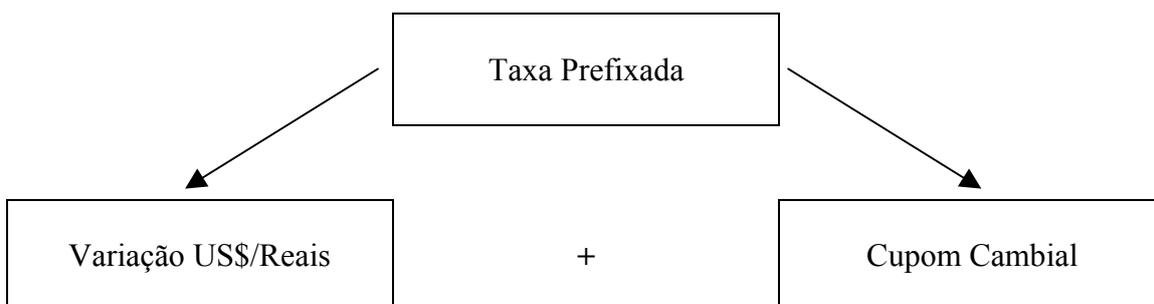
uma taxa de juros de 5,25% aa (30/360) e deseja, logicamente, obter o mesmo fluxo de caixa na sua operação de *swap* de moeda. Consideremos agora que o banco ao cotar em um *swap* de juros a taxa em euro, a cotação seja de 4,53%. Assim, se o banco receber mais do que a taxa de mercado, ele também deverá pagar mais do que a Euribor para compensar a diferença. Em um primeiro momento, diríamos que o acréscimo seria de 0,72% (5,25% - 4,53%). Porém, não podemos desconsiderar o padrão de contagem de dias. Após mensurar o valor exato do spread sobre a Euribor é possível calcular o spread sobre a libor. No capítulo 4 os detalhes de precificação serão melhor especificados.



3.2 Cupom Cambial Interno

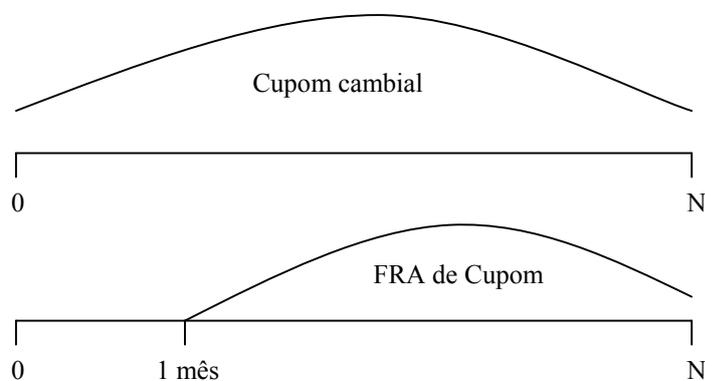
Uma outra alternativa de troca de exposição entre moedas, especificamente de US\$ para Reais, é o uso do cupom cambial interno. Por meio do cupom cambial interno é possível se obter a expectativa de dólar e futuro e, conseqüentemente, fazer uma trava nessa taxa. Atualmente, no mercado doméstico brasileiro, há em mercado o contrato de dólar futuro para diversos vencimentos. Este contrato, entretanto, possui liquidez apenas em seu primeiro ponto (contrato mais curto), o ponto de 1 mês, os demais contratos, com liquidez irrisória, simplesmente não retratam a expectativa de desvalorização/valorização da moeda brasileira. Assim sendo, não são usados em operações de *hedge* de moeda.

O cupom cambial interno, taxa prefixada em dólares, é calculado com base no princípio da não arbitragem entre os instrumentos, assim temos:



Ou seja, por uma relação entre o cupom cambial e a taxa prefixada de mercado, é possível se obter o dólar futuro projetado no mercado. Há, porém um outro aspecto do mercado doméstico brasileiro que deve ser levado em consideração nessa análise. Os contratos de cupom cambial existem no mercado, são os chamados contratos de DDI. Porém, assim como os contratos de dólares futuros, não possuem liquidez, o que torna seu uso pouco adequado.

Ocorre que as operações realizadas no mercado de cupom cambial são feitas com base no dólar spot da hora da operação, que dão origem ao chamado cupom limpo. Porém, o acompanhamento dos contratos, via BMF é feito não com o dólar da operação mas com a PTAX, que dão origem ao chamado cupom sujo. Assim, de modo a eliminar essa distorção, a que mais se adequou foi a de oferecer negócios do tipo *forward rate agreements* (FRA) às operações de cupom cambial. Assim, os participantes poderiam negociar o cupom limpo para qualquer prazo entre o primeiro vencimento do contrato futuro de cupom cambial (DDI) e um vencimento posterior.



Se por um lado o problema foi eliminado, trazendo liquidez ao mercado, por outro lado, não há hoje no mercado doméstico brasileiro nenhum instrumento líquido que informe o valor do cupom cambial diretamente. Assim, faz-se necessária uma etapa de cálculo adicional para que se possa obtê-lo afim de se identificar a taxa de dólar futuro.

Essa etapa na verdade, pode ser simplificada como um *swap* entre o FRA de cupom cambial contra a taxa de juros prefixada, taxa DI²⁴. De tal forma que:

Seja:

Tp_{01} = Taxa prefixada de 1 mês

Tp_{0N} = Taxa prefixada de N meses

D_{01} = Dólar futuro de 1 mês

$FRAcc_{1N}$ = FRA de cupom cambial (de 1 mês até N meses)

D_{spot} = Dólar spot

Temos:

$$cupomcambial_{01} = CC_{01} = \frac{Tp_{01}}{\frac{D_{01}}{D_{spot}}}$$

$$cupomcambial_{1N} = CC_{0N} = CC_{01} * FRAcc_{1N}$$

$$Desvalorização = Dsv = \frac{Tp_{0N}}{CC_{0N}}$$

$$Dolarfuturo_{0N} = D_{0N} = \frac{Dsv}{D_{spot}}$$

²⁴ DI são depósitos interbancários. Os contratos de DI futuro são bastante líquidos no mercado doméstico. Esses contratos funcionam como uma operação de swap pré x CDI.

3.3 Non-Deliverable Forward - NDF

Non-Deliverable Forward – NDF são contratos de moeda futura *offshore*. Em alguns países com uma política de câmbio não bem definida ou com o mercado de câmbio controlado pelo governo acarretam em um alto risco de conversibilidade para o investidor. Nos mercados Asiáticos e do Leste Europeu, NDF's são utilizados para evitar restrições *onshore* e dificuldades legais nas transações de moedas. Há algum tempo a aplicação de NDF se estendeu também aos mercados que já possuíam um elevado grau de liberalização nas transações de moeda.

Nos contratos de NDF não há entrega de principal no vencimento. Os contratos são liquidados por diferença em dólares ou libra esterlina. O NDF também não contempla transferência física de moedas de um mercado para outro. Toda sua transação é *offshore*, sujeita às leis de NY ou UK, sua base legal não é afetada pelo Banco Central ou Tesouro Nacional de qualquer outra nação.

Os NDF's têm virtualmente o mesmo impacto econômico de transações “futuras” padrão, com a ausência de fluxos no mercado local de moeda. Investidores diversos utilizam o NDF para “rolar” sua exposição em determinada moeda. A maioria dos investidores em NDF são *offshore* mas, há um crescente aumento dos investidores *onshore* nesse mercado, isso ocorre porque NDF's adquiridos por bancos *onshore* terão um risco de crédito de contraparte menor do que os “contratos futuros padrão” e ainda, eles eliminam o risco associado à conversibilidade.

A definição correta do NDF é um contrato a termo entre duas moedas quaisquer (reais x dólar, peso x dólar, ou qualquer outra), porém por ser um contrato *Non Deliverable* ela se aplica as moedas não conversíveis. Ou seja, não existe a entrega física da moeda na liquidação do contrato, apenas o pagamento do diferencial entre as partes referente a taxa acordada (trade rate) e a de liquidação (no caso do Brasil, a Ptax). Para moedas conversíveis existem os *deliverable forwards*.

O NDF Reaix x Dólar, assim como um dólar futuro representa um diferencial de taxas de juros expresso em *forward points*, que é o número de pontos sobre o dólar spot (ou sobre o contrato de 1 mês, como é o mais comum) que esses contratos são

negociados. Pelo fato do contrato ser *offshore* ele representaria o diferencial entre a taxa de juros de real *offshore* e uma taxa de cupom *offshore*, no caso, a Libor. Porém, não existe tal mercado de taxa de juros de reais *offshore*, mas tal taxa pode ser derivada pelo NDF mais a libor para o prazo respectivo. Porém não é esse o ativo objeto, uma vez que não existe risco de libor em um NDF, com isso não se pode dizer que a operação é de uma taxa de reais *of shore* contra libor.

O NDF é composto por um risco de: taxa prefixada local e de cupom cambial (que resulta no *forward* local) mais uma variável que é a conversibilidade. Essas três variáveis resultam no NDF. O dólar não é uma moeda conversível, uma vez que os dólares que são comprados no mercado brasileiro possuem o risco de não poder sair do país, por uma definição do Banco Central. Com isso qualquer instituição que procure por *hedge*, e utilize um instrumento local corre um risco de não poder tirar do país tal capital. Com isso uma vez que o NDF é um instrumento *offshore* não existe tal risco, logo o custo de um NDF tende a ser mais alto.

Esse prêmio de conversibilidade é uma variável muito importante desse instrumento e, muitas instituições têm a conversibilidade como um *underline asset*. Com isso em apenas um instrumento pode-se operar taxa de juros da moeda local, taxa de juros de uma moeda estrangeira e o risco do país via conversibilidade.

3.4 Recompra (Buyback)

As operações de recompra não são caracterizadas como operações de derivativos, mas tão somente uma estratégia de atuação, por exemplo, do emissor de recomprar de volta do mercado, seus ativos. A recompra, entretanto, pode ser entendida como uma operação de *swap* sob a seguinte ótica:

Tomemos como exemplo o próprio caso do governo brasileiro que recentemente divulgou que vem realizando operações de *buyback* dos títulos da dívida externa brasileira com vencimento desde 2007 até 2010. Na verdade, sob o ponto de vista de troca de exposição de moedas, o *buyback* realizado é bastante similar a um *swap* de moedas.

Suponha que para financiar sua recompra o Tesouro Nacional tenha angariado recursos via emissão de títulos domésticos, com características de fluxo idênticas às dos títulos externos que estão sendo recomprados. Na verdade, o Tesouro está simplesmente fazendo um “*swap* sintético”, ele troca dívida externa, por dívida doméstica em proporções equivalentes, em outras palavras, ele troca um fluxo de caixa em dólares, por um outro fluxo em reais, um *swap*.

3.5 Opções

A opção dá ao seu detentor o direito, não há obrigação, de comprar ou vender um ativo. De forma geral, um derivativo é qualquer contrato cujo *payoff* é definido em termos de preços de outros ativos, taxas ou contratos observáveis no mercado (por exemplo: uma opção, um contrato futuro ou um *swap*)

O comprador de uma opção paga um preço ao vendedor, o qual é denominado prêmio. Esse pagamento dá-lhe o direito de poder exercer a opção de compra ou venda futura pelo preço estipulado no contrato (preço de *strike*). O lançador da opção obriga-se a vender ou comprar de acordo com os termos do contrato, se o titular desejar, durante o período de vigência do contrato (opção americana) ou no vencimento deste (opção européia)²⁵.

Algumas definições sobre os termos de opções:

- Opção de compra – *Call*: uma opção de compra proporciona a seu titular o direito, mas não a obrigação, de comprar (assumir uma posição comprada) o ativo objeto, pelo preço predeterminado, durante um período de tempo limitado;
- Opção de venda – *Put*: uma opção de venda proporciona a seu titular o direito, mas não a obrigação, de vender (assumir posição vendida) o ativo objeto, pelo preço predeterminado, durante um período de tempo limitado;

²⁵ Mais detalhes em “Modern Portfolio Theory and Investment Analysis”, Elton & Gruber (2003).

- Preço de exercício ou preço de *strike*: preço (predeterminado) pelo qual o ativo objeto pode ser comprado (no caso de uma *call*) ou vendido (no caso de uma *put*);
- Prêmio: preço pago pelo comprador da opção;
- Exercício: ao exercer uma *call*, o investidor compra o ativo objeto, pelo preço de exercício. Ao exercer uma *put*, o investidor vende o ativo objeto, pelo preço de exercício;
- Tempo para o vencimento: o prazo de validade da opção especificado no contrato. O último dia em que uma opção pode ser exercida é denominado de data de *strike*;
- Opção Americana: uma opção que pode ser exercida a qualquer tempo, até (e inclusive) a data de vencimento
- Opção Européia: uma opção que pode ser exercida somente na data de vencimento;
- Opção de Bermudas: uma opção que pode ser exercida em intervalos de datas predefinidos.

Há quatro tipos de participantes nos mercados de opções:

- compradores de opções de compra;
- vendedores de opções de compra;
- compradores de opções de venda;
- vendedores de opções de venda.

Os compradores são os que possuem posições compradas (*long positions*); já os vendedores possuem posições vendidas (*short positions*). Vender uma opção é conhecido como lançar uma opção.

Opções possibilitam a criação de um *payoff* assimétrico onde investidores, *hedgers* e especuladores podem ficar expostos dependendo do movimento do ativo objeto em alguns cenários, enquanto que em outros a exposição desaparece.

Hedgers usam opções para evitar o *downside risk* enquanto permanecem expostos ao movimento favorável dos preços. Especuladores utilizam opções para alavancagem. Um especulador que acredite que determinado preço de ativo irá subir, ele compra uma *call*, em vez do ativo propriamente. Isso porque o preço da *call* é quase sempre inferior ao preço do ativo, assim o especulador pode obter mais *upside participation* no mesmo investimento. Se o preço do ativo cair, entretanto, o especulador perde dinheiro, e a opção expira sem valor algum. Investidores buscam opção por causa de volatilidade. Aumento de volatilidade incrementa diretamente o preço das opções.

Há seis fatores que afetam o preço de uma opção de ação: i) preço corrente da ação; ii) preço de exercício; iii) tempo para o vencimento; iv) volatilidade do preço da ação; v) taxa de juros livre de risco; e, vi) dividendos esperados durante a vida da opção. A tabela abaixo resume o efeito do aumento de uma destas variáveis, mantendo-se as demais constantes, sobre o preço da opção.

	<i>Call</i> Européia	<i>Put</i> Européia	<i>Call</i> Americana	<i>Put</i> Americana
Preço da Ação	+	-	+	-
Preço de Exercício	-	+	-	+
Tempo para Vencimento	?	?	+	+
Volatilidade	+	+	+	+
Taxa Livre de Risco	+	-	+	-
Dividendos	-	+	-	+

3.5.1 Modelo Binomial

Uma técnica útil e muito popular para precificar uma opção ou outro derivativo envolve a construção do chamada “árvore binomial”, que representa as diferentes trajetórias que poderão ser seguidas pelo preço do ativo objeto durante a vida do derivativo.

O Modelo Binomial²⁶, desenvolvido pelo professor de finanças na de sua simplicidade matemática e por mostrar-se bastante eficiente na prática.

A fórmula para este cálculo é:

$$C = \max \{0, S-E\} \text{ ou } P = \max \{0, E-S\}, \text{ onde}$$

max -> maior valor entre

C -> valor da *call*

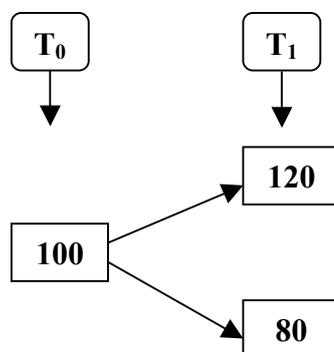
S -> valor do ativo objeto no último instante para o exercício da opção

E -> preço de exercício da opção

P -> valor da *put*

Supondo que o preço do objeto só pode subir \$ 20 ou cair \$ 20, existem apenas duas possibilidades de preço para o momento de exercer a opção: \$ 120 ou \$ 80.

Figura 1



A Figura 1, chamada de árvore, mostra as possibilidades para o preço do objeto no dia de exercício da opção. O pressuposto de que o valor do objeto subirá ou cairá em uma quantia fixa é o conceito fundamental associado a uma distribuição de preços binomial. Binomial significa que o preço do ativo só poderá assumir um entre dois valores a cada movimento.

²⁶ Detalhes da derivação encontram-se em “Financial Theory and Corporate Policy” - Copeland, Weston & Shastri (2005).

Como o mercado não tem tendência, a opção deverá valer zero (no caso do preço do objeto cair para \$ 80) ou \$ 20 (se o preço do objeto subir para R\$ 120), e as chances de qualquer dos valores são as mesmas, como no jogo da moeda: 50%.

O valor da *call* será calculado da seguinte forma:

$$C = 50\% \times \max[(120-100),0] + 50\% \times \max [(80-100),0]$$

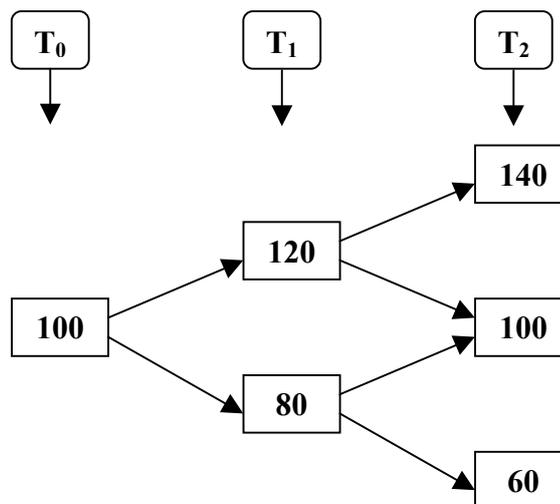
$$C = 50\% \times 20 + 50\% \times 0$$

$$C = 10$$

Considerando que o valor do objeto sempre oscilará em \$ 20, qual seria o preço da opção em T0 se o prazo de vencimento da opção fosse T2?

O primeiro passo seria montar novamente a árvore binomial, conforme abaixo:

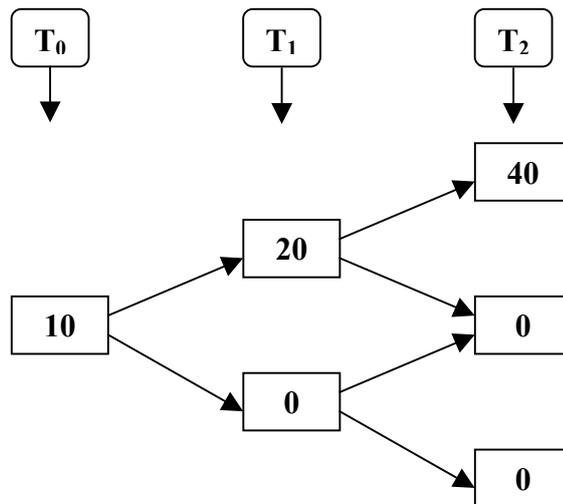
Figura 2



Como se pode observar, em T0, o valor do objeto é \$ 100. Em T1, esse valor poderá ser \$ 120 ou \$ 80, e em T2, \$ 140, \$ 100 ou \$ 60.

O modelo binomial obriga-nos a ir de trás para frente como o preço da opção. Isto porque, na última hora para exercê-la, sabe-se facilmente qual será o seu valor. Portanto, teremos os seguintes preços para as opções em cada um dos elementos da árvore, conforme segue:

Figura 3



Na ponta superior da árvore (Figura 3), em T2, pode-se notar que a opção vale \$ 40, pois nessa posição o preço do objeto é \$ 140 (Figura 2) e o preço de exercício é \$ 100. Logo abaixo, o valor é zero, pois a opção estará no dinheiro e, por último, a opção estará fora do dinheiro e não terá nenhum valor. Fazendo o caminho inverso, chega-se aos valores possíveis em T1 utilizando a fórmula enunciada anteriormente:

$$C = 50\% \times 40 + 50\% \times 0$$

$$C = 20$$

$$C = 50\% \times 0 + 50\% \times 0$$

$$C = 0$$

Finalmente, a partir dos resultados obtidos em T1, calcula-se o preço justo para a opção em T0.

$$C = 50\% \times 20 + 50\% \times 0$$

$$C = 10$$

Por fim, devem ser ressaltados alguns aspectos em relação à precificação de opções por meio do modelo binomial:

- Deve-se supor sempre, por hipótese, que o preço da ação objeto tomará uma entre duas únicas alternativas possíveis, subir ou descer, vedando-se a possibilidade de que no tempo imediatamente seguinte ela mantenha o mesmo valor;

- O preço da ação objeto manterá sempre uma variação absoluta constante, tanto para cima quanto para baixo, correspondendo à diferença entre o seu preço no momento T0 e no momento T1;
- Foi desconsiderado o custo do dinheiro no tempo, ou seja, o preço da opção em T0 não contempla a possibilidade de que seja possível fazer uma aplicação em outro ativo que tenha rendimentos ao longo do tempo, por exemplo, um fundo de renda fixa.

A partir dos aspectos acima relacionados, pode-se perceber que o modelo binomial apresenta algumas simplificações, principalmente os dois primeiros itens acima, que reduzem de forma significativa a precisão dos resultados encontrados.

Entretanto, após sua formulação, o modelo binomial foi bastante utilizado, principalmente por dois grandes pesquisadores, John C. Cox, do Massachusetts Institute of Technology (MIT), e Mark Rubinstein, da Universidade da Califórnia, em Berkeley, que ampliaram o conceito do método e o aplicaram ao mercado de opções sobre ações americanas.

3.5.2 Modelo Black & Scholes

O Modelo Black & Scholes, desenvolvido em 1973 por Fischer Black e Myron Scholes, pode ser interpretado como um caso limite do modelo binomial. No entanto, quando esses dois autores iniciaram suas pesquisas, as idéias associadas ao modelo binomial ainda não haviam sido desenvolvidas²⁷. O modelo de Black & Scholes baseia-se na premissa de que o preço da ação seja gerado por processo aleatório no tempo. A essa concepção estatística sobre o movimento de qualquer valor no tempo dá-se o nome de processo estocástico. Black & Scholes perceberam que o preço da ação não dá saltos, mas se move de um ponto a outro de forma contínua, incorporando todos os preços ao longo desse movimento.

Atualmente, o modelo de precificação de Black & Scholes é o mais utilizado.

²⁷ O Modelo Binomial aplicado a precificação de opções foi apresentado por J. Cox., S. Ross e M. Rubinstein, em junho de 1973, no paper “The pricing of options and corporate liabilities”.

Fórmulas

$$c = S \times N(d_1) - X \times e^{-r(T-t)} \times N(d_2)$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{X}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right) \times (T-t)}{\sigma \times \sqrt{T-t}}$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S}{X}\right) + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right) \times (T-t)}{\sigma \times \sqrt{T-t}} = d_1 - \sigma \times \sqrt{T-t}$$

$c \rightarrow$ preço da *call* europeia

$S \rightarrow$ preço do ativo objeto

$X \rightarrow$ preço de exercício

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

$r \rightarrow$ taxa livre de risco

$T - t \rightarrow$ tempo de vida da opção

$\sigma \rightarrow$ volatilidade do ativo objeto

$$p = X \times e^{-r(T-t)} \times N(-d_2) - S \times N(-d_1)$$

$p \rightarrow$ preço da *put* europeia

Observações:

- 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. A expressão $SN(d_1)$ é o valor esperado (descontado para a data atual) de uma variável que é igual a S_T , se $S_T > X$, e zero em caso contrário, também em um mundo neutro ao risco.

- A volatilidade do preço da ação é o único parâmetro das fórmulas de precificação de Black & Scholes que não pode ser observado diretamente. Entretanto, é possível encontrar a volatilidade de uma ação 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 certa ação, que varia com o tempo. Ela também pode ser usada para calcular o preço de uma opção a partir do preço de outra opção.

3.5.3 Opções sobre Moedas - Modelo Black & Scholes

Um investidor que tem uma dívida ou um recebimento futuro em moeda estrangeira pode adotar uma estratégia de *hedge* de taxa de câmbio por meio da utilização de opções, que podem representar uma alternativa interessante aos contratos a termo. Enquanto um contrato a termo fixa a taxa de câmbio de uma transação futura, uma opção fornece um tipo de seguro que, naturalmente, não é gratuito. Porém, uma transação a termo não tem custo *upfront*, ao passo que as opções exigem o pagamento antecipado de um prêmio.

Especificamente no caso de opções sobre moedas, o Modelo de Black & Scholes recebe uma adaptação²⁸, com a inclusão de um termo referente à taxa livre de risco na moeda em que se está realizando a taxa de câmbio (r_f), podendo ser interpretado como sendo um diferencial de taxas de juros (doméstica menos externa), conforme abaixo:

$$p = X \times e^{-r(T-t)} \times N(-d_2) - S \times N(-d_1)$$

$$c = S \times N(d_1) - X \times e^{-r(T-t)} \times N(d_2)$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{X}\right) + \left(r - r_f + \frac{\sigma^2}{2}\right) \times (T - t)}{\sigma \times \sqrt{T - t}}$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S}{X}\right) + \left(r - r_f - \frac{\sigma^2}{2}\right) \times (T - t)}{\sigma \times \sqrt{T - t}} = d_1 - \sigma \times \sqrt{T - t}$$

²⁸ Veja “Opções Futuros e Outros Derivativos”, John Hull (1998).

3.5.4 Opções sobre Moedas – Modelo de Black

Também utilizado pelo mercado para precificação de opções de câmbio. O modelo de Black tem a vantagem de modelar diretamente o processo do preço futuro do dólar.

$$C_t = [F_t N(d1) - X N(d2)] e^{-r(T-t)}$$

$$P_t = [X N(-d2) - F_t N(-d1)] e^{-r(T-t)}$$

$$d1 = \frac{\ln(F_t / X) + \sigma^2 (T - t) / 2}{\sigma \sqrt{T - t}}$$

$$d2 = d1 - \sigma \sqrt{T - t}$$

Onde:

- C_t = preço de uma *call* no período t
- P_t = preço de uma *put* no período t
- F_t = preço da ação a que a opção se refere
- X = preço de exercício da opção
- r = taxa de juro sem risco
- σ = volatilidade dos retornos do ativo
- t = período a que se refere o preço da opção
- T = vencimento da opção

3.5.5 Opções sobre Moedas – Modelo de Garman - Kolhagen

O modelo de Garman-Kolhagen permite a precificação de opções de câmbio com base no comportamento do preço do dólar à vista, e da taxa do cupom cambial (custo de oportunidade de retenção da moeda estrangeira).

Seja:

$$C_t = S_t e^{-q(T-t)} N(d1) - X e^{-r(T-t)} N(d2)$$

$$P_t = X e^{-r(T-t)} N(-d2) - S_t e^{-q(T-t)} N(-d1)$$

$$d1 = \frac{\ln(S_t / X) + (r - q + \sigma^2 / 2)(T - t)}{\sigma \sqrt{T - t}}$$

$$d2 = d1 - \sigma \sqrt{T - t}$$

Onde:

- C_t = preço de uma *call* no período t
- P_t = preço de uma *put* no período t
- S_t = preço do ativo à vista, no caso a taxa de câmbio
- X = preço de exercício da opção
- r = taxa de juros sem risco
- q = taxa do cupom cambial
- σ = volatilidade dos retornos do ativo à vista
- t = período a que se refere o preço da opção
- T = vencimento da opção

CAPÍTULO 4 – AVALIAÇÃO FINANCEIRA DAS ESTRATÉGIAS DE HEDGE

O capítulo 3 identificou as possibilidades de *hedge*, observado os critérios previamente estabelecidos segundo o escopo desse trabalho. Neste capítulo será mensurado o custo financeiro de cada operação e, para tanto, será apresentado o cálculo específico de cada estratégia e de que forma é estimado o dólar futuro embutido em cada uma delas. O dólar futuro será a medida de custo financeiro que servirá de comparação entre cada alternativa.

Cada estratégia está sendo avaliada para o mesmo conjunto de vértices, quais sejam: 6 meses, 1, 2, 3 e 5 anos, por um horizonte de 9 dias úteis. O objetivo é identificar um padrão que indique, sob a ótica financeira, qual estratégia é mais vantajosa à administração da dívida pública brasileira.

4.1. Metodologia de Cálculo

4.1.1 Hedge via Cupom Cambial – Vértice de 6 meses

O *hedge* via cupom cambial é uma alternativa baseada unicamente no mercado financeiro doméstico, em que o Tesouro Nacional²⁹ consegue “travar” o dólar futuro, imunizando seu risco cambial. Essa estratégia é alcançada por meio da venda de um título com taxa prefixada (financiamento em taxas prefixadas) e da taxa de câmbio spot (venda de reais e compra de dólares) pelo Tesouro simultaneamente à compra do cupom cambial (aplicação em taxas prefixadas em dólares).

Os cálculos para o vértice de 6 meses são apresentados abaixo. Deve-se observar com cuidado o padrão de contagem de dias apresentado, pois as taxas prefixadas são praticadas segundo o critério de dias úteis, sobre ano fechado de 252 dias úteis. As taxas de FRA de cupom cambial são calculadas com base em dias corridos sobre ano de 360 dias e o cupom cambial, é calculado com base em meses de 30 dias, sobre ano de 360 dias.

²⁹ Gestor da Dívida Pública Federal Brasileira.

Seja:

Data de referência = 20/06/06

Sigla	Instrumento		
• T_{p01}	Contrato de DI com vencimento em 03/07/06	=	15,18%
• T_{p06}	Contrato de DI com vencimento em 20/12/06	=	14,85%
• D_{01}	Dólar futuro com vencimento em 03/07/06	=	2,2425
• FRA_{cc16}	FRA entre 03/07/06 e 20/12/06	=	4,53%
• D_{spot}	Dólar a vista	=	2,2460
• CC_{01}	Cupom cambial entre 20/06/06 e 03/07/06	=	Cálculo A
• CC_{06}	Cupom cambial entre 20/06/06 e 20/12/06	=	Cálculo B
• D_{sv}	Desvalorização entre 20/06/06 e 20/12/06	=	Cálculo C
• D_{06}	Dólar futuro (calculado) para 20/12/06	=	Cálculo D
• x	Nº de dias úteis entre 20/06/06 e 03/07/06	=	8
• y	Dias 30/360 entre 20/06/06 e 01/08/06	=	12
• z	Nº de dias corridos entre 03/07/06 e 20/12/06	=	170
• w	Dias 30/360 entre 20/06/06 e 20/12/06	=	180
• u	Nº de dias úteis entre 20/06/06 e 20/12/06	=	126

Cálculo A - Cupom cambial entre 20/06/06 e 03/07/06

$$CC_{01} = \left[\frac{(1 + T_{p01})^{\frac{x}{252}}}{\frac{D_{01}}{D_{spot}}} \right]^{\frac{360}{y}} - 1$$

$$CC_{01} = \left[\frac{(1 + 0,1518)^{\frac{8}{252}}}{\frac{2,2425}{2,2460}} \right]^{\frac{360}{12}} - 1 = 19,88\%$$

Cálculo B - Cupom cambial entre 20/06/06 e 20/12/06

$$CC_{06} = \left[(1 + CC_{01})^{\frac{y}{360}} * (1 + FRA_{cc16})^{\frac{z}{360}} \right]^{\frac{360}{w}} - 1$$

$$CC_{06} = \left[(1 + 0,1988)^{\frac{12}{360}} * (1 + 0,0453)^{\frac{170}{360}} \right]^{\frac{360}{180}} - 1 = 5,54\%$$

Cálculo C - Desvalorização entre 20/06/06 e 20/12/06

$$D_{sv} = \frac{(1 + Tp_{06})^{\frac{u}{252}}}{(1 + CC_{06})^{\frac{w}{360}}} - 1$$

$$D_{sv} = \frac{(1 + 0,1485)^{\frac{126}{252}}}{(1 + 0,055)^{\frac{180}{360}}} - 1 = 4,33\%$$

Cálculo D - Dólar futuro (calculado) para 20/12/06

$$D_{06} = \frac{(1 + D_{sv})}{D_{spot}}$$

$$D_{06} = \frac{(1 + 0,0433)}{2,2426} = 2,343$$

4.1.2 Hedge via Buyback – Vértice de 6 meses

Conforme detalhado no capítulo anterior, a estratégia de buyback não se baseia no uso de derivativos, mas efetivamente obtém o mesmo resultado de um *hedge*. A lógica se baseia na troca de dívida externa por dívida doméstica, sendo os títulos externos recomprados, a preços de mercado, via financiamento interno de títulos prefixados, no caso Letras do Tesouro Nacional – LTN.

As LTN são títulos chamados, segundo o critério internacional, de *zero coupon bonds* ou seja, são títulos que não possuem pagamento de cupons e todo o seu principal é pago na data de maturidade. As LTN foram escolhidas para essa análise pois, dado os vértices escolhidos para o trabalho, os títulos de financiamento do Tesouro Nacional que melhor se adequam a esses prazos são as LTN.

Porém, os títulos soberanos (títulos emitidos no mercado externo) objetos dessa análise, não são *zero coupon bonds*. Todos possuem fluxo de pagamento de juros o que implica que seu “prazo total ou duração” não são, como as LTN, iguais ao seu prazo remanescente. Logo, não é possível fazer uma comparação direta entre uma LTN com vencimento em 20/12/2006 e um Global Bond com vencimento nesta mesma data.

Os títulos poderiam ser ajustados por *duration* onde a relação de *buyback* seria dada, por exemplo, com a emissão de uma LTN de 6 meses contra a recompra de um Global com *duration* igual, ou próxima, a 6 meses. Contudo, o cálculo via *duration* é apenas uma simplificação que dependendo do tipo de fluxo que está sendo ajustado pode ser bastante distorcida. Dessa forma, entendemos que a metodologia mais adequada para eliminar as diferenças entre dois títulos diferentes é a construção de uma curva zero, que é calculada com base em fluxos únicos, sem pagamentos intermediários de cupons. O método para desenvolver esse cálculo é chamado de *bootstrapping*³⁰, que trata cada fluxo de um título, como um fluxo único separadamente.

Abaixo se encontram os cálculos detalhados de uma operação de *buyback*, que permita identificar claramente o dólar futuro que está embutido em toda a transação. Novamente, deve-se atentar ao padrão de contagem de dias, sendo as LTN calculadas com base no critério dias úteis sobre ano de 252 dias úteis e os Globais com meses de 30 dias e ano com 360 dias.

Data de referência = 20/06/06

Sigla	Instrumento	
• LTN out06	LTN com vencimento em 01/10/06	= 14,92%
• LTN jan07	LTN com vencimento em 01/01/07	= 14,84%
• LTN 6m	LTN com vencimento em 20/12/06	= Cálculo A
• CZS out06	Curva Zero soberana com vencimento em 01/10/06	= 5,46%
• CZS jan07	Curva Zero soberana com vencimento em 01/01/07	= 5,51%
• CZS 6m	Curva Zero soberana com vencimento em 20/12/06	= Cálculo B
• D _{spot}	Dólar a vista	= 2,2460
• x	Nº de dias úteis entre 01/10/06 e 20/06/06	= 73
• y	Nº de dias úteis entre 01/01/07 e 20/06/06	= 134
• z	Nº de dias úteis entre 20/12/06 e 20/06/06	= 127
• b	Dias 30/360 entre 01/10/06 e 20/12/06	= 101
• c	Dias 30/360 entre 01/01/07 e 20/12/06	= 191
• d	Dias 30/360 entre 20/12/06 e 20/12/06	= 180
• D ₀₆	Dólar futuro (calculado) para 20/12/06	= Cálculo C

³⁰ O Anexo I traz um exemplo de como é feito o cálculo via *Bootstrapping*.

Cálculo A - LTN com vencimento em 20/12/06

$$LTN_{6M} = \left\{ \left[\frac{(1 + LTN_{jan07})^{\frac{y}{252}}}{(1 + LTN_{out06})^{\frac{x}{252}}} \right]^{\frac{z-x}{y-x}} * (1 + LTN_{out06})^{\frac{x}{252}} \right\}^{\frac{252}{z}} - 1$$

$$LTN_{6M} = \left\{ \left[\frac{(1 + 0,1484)^{\frac{134}{252}}}{(1 + 0,1492)^{\frac{73}{252}}} \right]^{\frac{127-73}{134-73}} * (1 + 0,1492)^{\frac{73}{252}} \right\}^{\frac{252}{127}} - 1 = 14,845\%$$

Cálculo B - Curva Zero soberana com vencimento em 20/12/06

$$CZS_{6M} = \left\{ \left[\frac{(1 + CZS_{jan07})^{\frac{c}{360}}}{(1 + CZS_{out06})^{\frac{b}{360}}} \right]^{\frac{d-b}{c-b}} * (1 + CZS_{out06})^{\frac{b}{360}} \right\}^{\frac{360}{d}} - 1$$

$$CZS_{6M} = \left\{ \left[\frac{(1 + 0,0551)^{\frac{191}{360}}}{(1 + 0,0546)^{\frac{101}{360}}} \right]^{\frac{180-101}{191-101}} * (1 + 0,0546)^{\frac{101}{360}} \right\}^{\frac{360}{180}} - 1 = 5,509\%$$

Cálculo C - Dólar futuro (calculado) para 20/12/06

$$D_{06} = \frac{(1 + LTN_{6M})^{\frac{z}{252}}}{(1 + CZS_{6M})^{\frac{d}{360}}} * D_{spot}$$

$$D_{06} = \frac{(1 + 0,14845)^{\frac{127}{252}}}{(1 + 0,05509)^{\frac{180}{360}}} * 2,246 = 2,344$$

4.1.3 Hedge via Opção (Modelo Garman Kolhagen) – Vértice de 6 meses

O modelo mais utilizado no Brasil para precificação de opções é o modelo Black-Scholes, e suas extensões: Garman Kolhagen e Black. A precificação de opções de câmbio, especificamente, tem a sua representação mais conhecida no modelo de Garman-Kolhagen, sendo este amplamente utilizado em operações de posicionamento e *hedge* cambial. Sob esse argumento, os cálculos de opção deste trabalho foram todos baseados nesse modelo.

O cálculo de opção de moedas é baseado no diferencial entre as taxas prefixadas em reais contra as em dólares. No modelo de Garman Kolhagen, a taxa prefixada em dólar é dada pelo cupom cambial, explicado no item 4.1.1 deste capítulo. Também a taxa prefixada em reais é obtida de forma idêntica á explicada no *hedge* via cupom cambial.

Porém, como as taxas prefixadas em reais e em dólares apresentam padrão de contagem de dias diferentes, elas não podem ser aplicadas diretamente nas fórmulas descritas no capítulo 3. O cálculo abaixo faz-se necessário previamente a sua aplicação na fórmula de precificação da opção propriamente, considerando que todas as contas foram ajustadas para dias úteis.

$$\text{Taxa prefixada em Reais (r)} = 14,85\%$$

$$\text{Taxa prefixada ajustada} = \text{LN}(1 + r) = 13,84\%$$

$$\text{Taxa prefixada em dólares (q)} = 5,55\%$$

$$\text{Taxa prefixada ajustada} = 2 * \text{LN}(1 + q/2) = 5,47\%$$

Um dos parâmetros mais importantes no cálculo do risco de mercado dos contratos de opções é a volatilidade utilizada no modelo de apreçamento. Idealmente a volatilidade implícita do ativo objeto é o insumo mais importante, podendo ser substituída, caso não seja possível obtê-la, pela volatilidade histórica. Os cálculos que serão apresentados a seguir, foram baseados na volatilidade implícita da taxa de câmbio

Reais/Dólares, para os vértices selecionados, obtida da base de dados do Banco JPMorgan³¹.

Por último, é importante esclarecer como foi obtido o preço de *strike* da opção, em outras palavras, o dólar futuro. Diferentemente das demais estratégias aqui apresentadas, o dólar futuro, no caso das opções é um insumo e não um *output*. Afinal, o cálculo da opção mensura o custo desta operação, dado um conjunto de insumos, inclusive o dólar futuro.

Assim sendo e de forma a manter a mesma lógica que foi adotada em todo o trabalho, buscamos identificar um dólar futuro que fosse dado pelos indicadores de mercado, também de forma clara. Há no mercado financeiro, tanto doméstico quanto internacional, os chamados contratos de *forward basis* que indicam exatamente quantos pontos devem ser acrescidos à taxa spot de câmbio de forma a obtermos o dólar futuro. Os contratos de *forward basis*, na verdade, são contratos que mensuram a desvalorização da moeda.

No mercado doméstico, via BMF, há contratos de *forward basis*, porém, tem pouca ou nenhuma liquidez. Recorrendo ao banco de dados do Banco JPMorgan foi possível encontrar uma série segura e longa de contratos para os vértices escolhidos. Desta forma, o dólar futuro utilizado como insumo no cálculo das opções deste trabalho foi obtido somando-se o dólar spot aos contratos de *forward basis*.

Data de referência = 20/06/06

Sigla

• S_t	Dólar Spot	= 2,24
• q	Cupom cambial de 6 meses	= 5,55%
• T	Vencimento da opção 6 meses	= 20/12/06
• t	Data de referência	= 20/06/06
• $N(d1)$	Inverso da razão de hedge	= 0,5099
• X	Preço de <i>Strike</i>	= 2,3509
• r	Taxa prefixada de 6 meses	= 14,85%
• $N(d2)$	Probabilidade da Opção ser exercida	= 0,4611
• σ^2	Volatilidade 6 meses	= 17,25%
• C_t	Preço da <i>Call</i>	= Cálculo A

³¹ O Banco JPMorgan é uma das maiores instituições financeiras da atualidade, reconhecido pela sua capacidade analítica.

Cálculo A - Preço da Call

$$C_t = S_t e^{-q(T-t)} N(d1) - X e^{-r(T-t)} N(d2)$$

$$C_t = 2,24 e^{-0,0547(0,5)} 0,5099 - 2,3509 e^{-0,1384(0,50)} 0,4611$$

$$C_t = 0,102001$$

Diferentemente das demais estratégias de hedge, o cálculo da opção é concluído com o preço da *call* e não com o dólar futuro. Conforme mencionado, o dólar futuro é um *input* na precificação da opção. Isso ocorre porque o *hedge* via opção tem características diferentes dos demais aqui apresentados. Por esse motivo, a comparação dos demais instrumentos com a alternativa de opção, será objeto de uma seção específica.

4.1.4 Hedge via Contrato de NDF – Vértice de 6 meses

O *hedge* via contrato de NDF é um dos mais diretos, exigindo pouco algebrismo, uma vez que os contratos possuem vértices pré-definidos e indicam diretamente o nível do dólar futuro. Porém, o investidor pode estar interessado em um “vértice” diferente dos disponibilizados nas telas de negociação e, sendo assim, será necessária uma composição entre dois contratos, conforme apresentado a seguir:

Data de referência = 20/06/06

Sigla

• Pre nov06	Taxa prefixada em 24/11/06	= 14,50%
• Pré dez06	Taxa prefixada em 26/12/06	= 14,87%
• Pré 6m	Taxa prefixada em 20/12/06	= Cálculo A
• TD nov06	Taxa prefixada em dólar em 24/11/06	= 5,11%
• TD dez06	Taxa prefixada em dólar em 26/12/06	= 5,55%
• TD 6m	Taxa prefixada em dólar em 20/12/06	= Cálculo B
• x	Nº de corridos entre 24/11/06 e 20/06/06	= 157
• y	Nº de corridos entre 26/12/06 e 20/06/06	= 189
• z	Nº de corridos entre 20/12/06 e 20/06/06	= 183
• Dspot	Dólar a vista	= 2,246
• NDF nov06	Dólar Futuro em 24/11/06	= 2,3273
• NDF dez06	Dólar Futuro em 26/12/06	= 2,348
• NDF 6m	Dólar Futuro em 20/12/06	= Cálculo C

Cálculo A - Taxa prefixada em 20/12/06

$$Pr e_{6M} = \left\{ \left[\frac{(1 + Pr e_{dez06})^{\frac{y}{360}}}{(1 + Pr e_{nov06})^{\frac{x}{360}}} \right]^{\frac{z-x}{y-x}} * (1 + Pr e_{nov06})^{\frac{x}{360}} \right\}^{\frac{360}{z}} - 1$$

$$Pr e_{6M} = \left\{ \left[\frac{(1 + 0,1487)^{\frac{189}{360}}}{(1 + 0,1450)^{\frac{157}{360}}} \right]^{\frac{183-157}{189-157}} * (1 + 0,1450)^{\frac{157}{360}} \right\}^{\frac{360}{183}} - 1 = 14,814\%$$

Cálculo B - Taxa prefixada em dólar em 20/12/06

$$TD_{6M} = \left\{ \left[\frac{(1 + TD_{dez06})^{\frac{y}{360}}}{(1 + TD_{nov06})^{\frac{x}{360}}} \right]^{\frac{z-x}{y-x}} * (1 + TD_{nov06})^{\frac{x}{360}} \right\}^{\frac{360}{z}} - 1$$

$$TD_{6M} = \left\{ \left[\frac{(1 + 0,0555)^{\frac{189}{360}}}{(1 + 0,0511)^{\frac{157}{360}}} \right]^{\frac{183-157}{189-157}} * (1 + 0,0511)^{\frac{157}{360}} \right\}^{\frac{360}{183}} - 1 = 5,48\%$$

Cálculo C - Dólar Futuro em 20/12/06

$$NDF_{6m} = \frac{\left(1 + \frac{Pr e_{6m}}{2}\right)^{2 * \frac{z}{360}}}{\left(1 + \frac{TD_{6m}}{2}\right)^{2 * \frac{z}{360}}} * D_{spot}$$

$$NDF_{6m} = \frac{\left(1 + \frac{0,14814}{2}\right)^{2 * \frac{183}{360}}}{\left(1 + \frac{0,0548}{2}\right)^{2 * \frac{183}{360}}} * 2,246 = 2,349$$

Observando as contas acima descritas pode surgir o questionamento de porque, em especial as taxas prefixadas referentes ao mercado doméstico (ex: Pré nov06), estão expressas em dias corridos sobre ano de 360 dias. Ocorre que os contratos de NDF são tipicamente um instrumento de *hedge* do mercado internacional não vinculado ao mercado doméstico e, nesse mercado, não há padrão de contagem de dias úteis. Em geral as taxas prefixadas são nominais³² e calculadas com base em dias corridos sobre ano de 360 ou meses com 30 dias, também sobre ano de 360 dias.

Outro ponto que merece esclarecimento é sobre a taxa prefixada, referente ao mercado local, utilizada no cálculo de NDF. Em geral, nos cálculos de mercado doméstico, as taxas prefixadas de referência são os Contratos de DI Futuro, a exemplo do cálculo de cupom cambial. Porém, no mercado internacional as taxas de *swap* prefixadas é que normalmente são utilizadas como base para os cálculos. Assim, em geral, as taxas prefixadas encontradas nas telas de NDF não são as taxas de DI Futuro³³ e, tal fato, não decorre apenas da diferença entre padrão de contagem de dias.

4.1.5 Hedge via Cross-Currency Swap – Vértice de 6 meses

O *cross-currency swap* é uma prática comum no mercado internacional para diversos países. Esse método de *hedge* foi explicitado no capítulo 3, por ser uma das alternativas que se encontravam dentro dos critérios estipulados para elaboração deste trabalho. Entretanto, para o caso do Brasil, não há instrumentos disponíveis no mercado externo que permitam que essa estratégia seja elaborada tal qual descrita no capítulo anterior. Atualmente, o formato mais próximo de um *cross-currency swap* só pode ser obtido no mercado doméstico, por um *hedge* via cupom cambial, conforme já demonstrado.

³² Diferentemente das taxas apresentadas no mercado doméstico que, em geral, são taxas efetiva-ano. As taxas nominais não devem ser aplicadas diretamente nos cálculos, exigindo que sejam ajustadas (para efetivas) de acordo com a frequência de pagamento de cupom a que se referem. No exemplo apresentado, as taxas são divididas por 2 (dois) e o expoente de dias é também multiplicado por dois, de forma a ajustar uma taxa nominal, que se refere a um pagamento semestral de juros, em taxa efetiva. O ajuste foi feito diretamente na fórmula.

³³ As taxas de DI futuro são, em geral, mais líquidas que as taxas de *swap* e, portanto, tendem a ser mais representativas do mercado.

Contudo, entendemos que em um futuro breve, com o desenvolvimento crescente dos mercados, rapidamente novos instrumentos típicos de mercado internacional também serão direcionados a outras moedas, como o Real. Permitindo assim que essa estratégia seja mais uma possibilidade no leque disponível hoje aos gestores da dívida pública brasileira.

4.2. Resultados – 1ª Etapa

Os resultados abaixo indicam a primeira comparação, para cada vértice, entre os instrumentos escolhidos para o horizonte de tempo estipulado.

Vértice de 6 meses: Melhor Alternativa = Buyback

	6 MESES								
	20/6/2006	21/6/2006	22/6/2006	23/6/2006	26/6/2006	27/6/2006	28/6/2006	29/6/2006	30/6/2006
NDF	2,3498	2,3471	2,3355	2,3518	2,3329	2,3312	2,3305	2,3107	2,2589
Cupom Cambial	2,3424	2,3491	2,3492	2,3565	2,3343	2,3293	2,3282	2,3094	2,2588
Buyback	2,3447	2,3405	2,3290	2,3446	2,3260	2,3239	2,3218	2,3067	2,2545
Opção	2,3531	2,3470	2,3368	2,3505	2,3321	2,3313	2,3257	2,3088	2,2582
Preço da Call	0,1022	0,1066	0,1134	0,1113	0,1069	0,1049	0,1057	0,1017	0,0993

Vértice de 12 meses: Melhor Alternativa = Buyback

	12 MESES								
	20/6/2006	21/6/2006	22/6/2006	23/6/2006	26/6/2006	27/6/2006	28/6/2006	29/6/2006	30/6/2006
NDF	2,4711	2,4650	2,4514	2,4698	2,4484	2,4462	2,4448	2,4284	2,3664
Cupom Cambial	2,4505	2,4558	2,4555	2,4635	2,4418	2,4355	2,4347	2,4128	2,3586
Buyback	2,4456	2,4409	2,4236	2,4394	2,4214	2,4198	2,4175	2,4001	2,3447
Opção	2,4591	2,4515	2,4428	2,4555	2,4351	2,4360	2,4310	2,4085	2,3562
Preço da Call	0,1458	0,1476	0,1521	0,1512	0,1480	0,1450	0,1454	0,1420	0,1383

Vértice de 2 anos: Melhor Alternativa = Buyback

	2 ANOS								
	20/6/2006	21/6/2006	22/6/2006	23/6/2006	26/6/2006	27/6/2006	28/6/2006	29/6/2006	30/6/2006
NDF	2,7067	2,6930	2,6832	2,7073	2,6862	2,6787	2,6770	2,6536	2,5816
Cupom Cambial	2,7026	2,7067	2,7029	2,7115	2,6866	2,6845	2,6824	2,6515	2,5836
Buyback	2,6874	2,6806	2,6492	2,6640	2,6478	2,6485	2,6457	2,6191	2,5512
Opção	2,7086	2,6910	2,6878	2,6965	2,6751	2,6785	2,6685	2,6335	2,5731
Preço da Call	0,2003	0,2040	0,2033	0,2034	0,2000	0,1973	0,1994	0,1973	0,1918

Vértice de 3 anos: Melhor Alternativa = NDF

3 ANOS									
	20/6/2006	21/6/2006	22/6/2006	23/6/2006	26/6/2006	27/6/2006	28/6/2006	29/6/2006	30/6/2006
NDF	2,8346	2,8308	2,8171	2,8347	2,8185	2,8169	2,8145	2,8003	2,7500
Cupom Cambial	2,9660	2,9680	2,9523	2,9741	2,9505	2,9504	2,9429	2,9005	2,8207
Buyback	2,9307	2,9154	2,8605	2,9007	2,8812	2,8798	2,8760	2,8456	2,7605
Opção	2,9666	2,9465	2,9428	2,9455	2,9291	2,9335	2,9235	2,8735	2,8081
Preço da Call	0,2366	0,2385	0,2303	0,2406	0,2361	0,2326	0,2326	0,2311	0,2223

Vértice de 5 anos: Melhor Alternativa - NDF

5 ANOS									
	20/6/2006	21/6/2006	22/6/2006	23/6/2006	26/6/2006	27/6/2006	28/6/2006	29/6/2006	30/6/2006
NDF	3,2805	3,2776	3,2598	3,2814	3,2657	3,2639	3,2612	3,2461	3,1961
Cupom Cambial	3,5435	3,5551	3,5404	3,5566	3,5128	3,5203	3,5174	3,4526	3,3434
Buyback	3,4374	3,4116	3,2957	3,3993	3,3638	3,3549	3,3598	3,3207	3,2023
Opção	3,5676	3,5264	3,5251	3,5163	3,4974	3,5086	3,4813	3,4006	3,2949
Preço da Call	0,2816	0,2857	0,2657	0,2898	0,2840	0,2784	0,2850	0,2843	0,2853

Como é possível observar a operação de Buyback mostrou-se mais vantajosa na análise dos 3 primeiros vértices, em termos de custo, frente as demais alternativas. Para os vértices de 3 e 5 anos, os contratos de NDF assumiram a primeira posição, ficando a alternativa de Buyback em segunda.

Porém, não é possível que seja feita uma comparação direta entre os demais instrumentos e a opção. Ocorre que em todas as alternativas, a exceção das opções, o *pay off* do *hedge* é fixo, independentemente de como evolua o mercado mas, as opções funcionam de forma diferente.

Ao escolher o *hedge* via opção – para o caso proposto, via *call* – o investidor incorre em um custo inicial da compra desta opção e, dependendo da evolução do mercado, essa opção pode ou não ser exercida. Isso implica, para o exemplo proposto que, se o mercado caminhar favoravelmente, sob a ótica do administrador da dívida (Tesouro Nacional), com a taxa de câmbio declinando com o tempo e, assim reduzindo o custo da dívida externa, o TN não exerce a opção, arcando apenas com o custo da compra da opção. Por outro lado, caso o mercado tenha um desempenho aquém do necessário, o TN exerce sua opção, travando o seu custo em dólares com a compra do dólar futuro.

Em razão do exposto, as alternativas não podem e nem devem ser comparadas de forma igual. Assim, a primeira etapa da análise foi apenas identificar qual o melhor

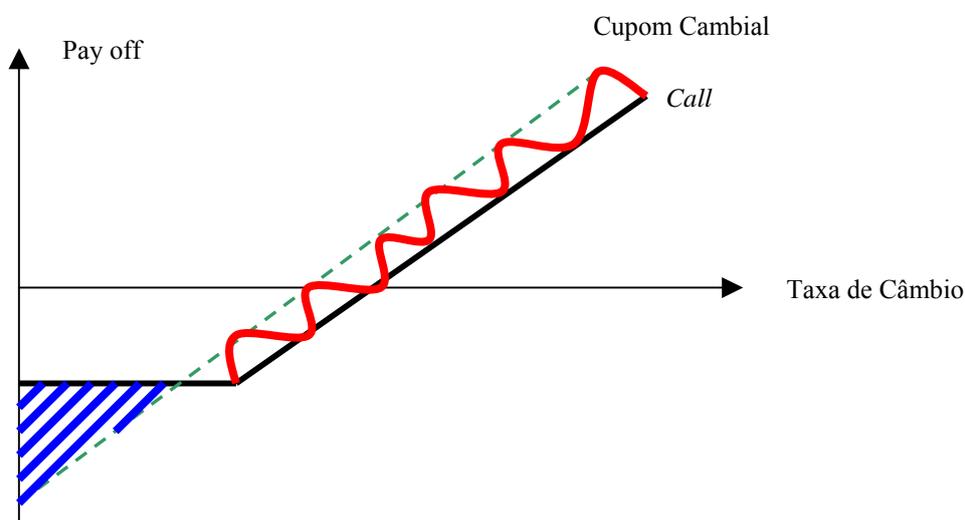
instrumento dado os três comparáveis, no caso, NDF, Buyback e Cupom cambial. Eleita a melhor ou melhores alternativas, nova análise comparativa deverá ser feita com as opções.

4.3. Resultados – 2ª Etapa

Como explicado a lógica do *hedge* via opção é diferente das demais alternativas e, essa diferença reside no fato de que com as opções, caso o mercado tenha uma performance melhor, o Tesouro pode simplesmente ignorar a opção de que dispõe e sua perda passa a ser apenas o custo de compra dessa opção. Porém, caso o Tesouro tenha escolhido uma das outras alternativas de *hedge*, ele não tem como se beneficiar de um movimento favorável do mercado, uma vez que já se encontra “travado” ao *hedge* realizado. Por outro lado, o custo das opções tende a ser mais alto, justamente, por permitir a flexibilidade de atuação explicada.

Dessa forma, a medida correta de comparação deve ser feita via *pay off* total entre a melhor alternativa, escolhida na primeira etapa do cálculo, e a compra de uma *call*. Na verdade, a idéia é mensurar quanto o Tesouro ganharia, caso escolhesse o *hedge* via opção, se o mercado lhe for favorável contra quanto perderia caso o mercado ficasse ruim e ele tivesse escolhido a opção, que se traduz em um custo mais caro, ou dito de outra forma, em um dólar futuro mais alto.

Abaixo apresentamos, graficamente a lógica de comparação entre os dois instrumentos.



A área em azul indica quando a compra da opção é preferível ao *hedge* via cupom cambial (por exemplo) e a área em vermelho o inverso, dada a trajetória do câmbio. A melhor alternativa é obtida via diferença entre as áreas.

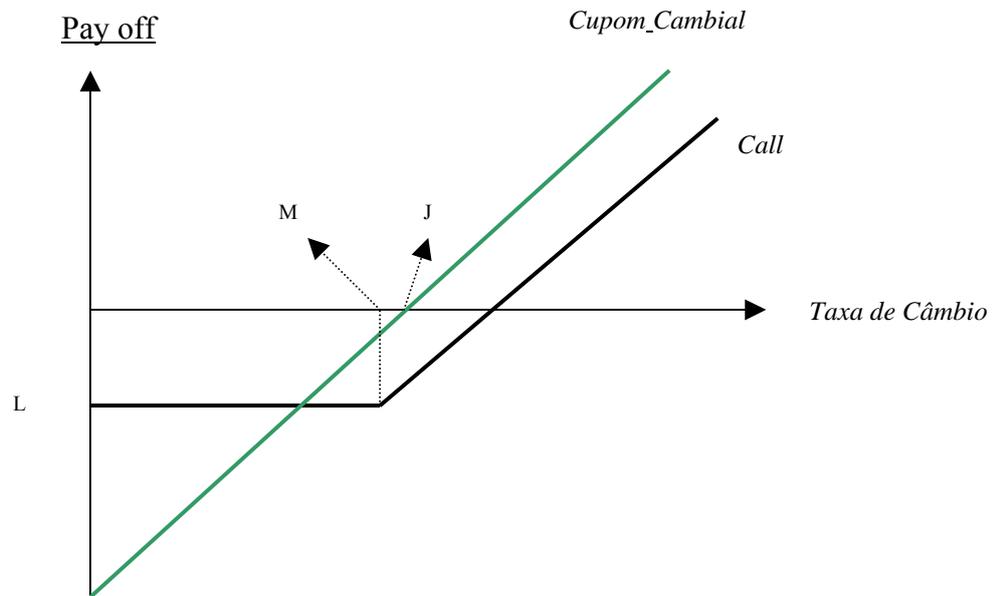
Seja:

M = *Strike* da Opção (Dólar futuro)

J = Dólar futuro via Cupom Cambial

L = Custo da *Call*

Temos:



Para o cálculo da área algumas hipóteses se fazem necessárias sobre a trajetória do câmbio. O pressuposto foi calcular duas taxas de câmbio limítrofes cujo intervalo de confiança fosse de 95% de probabilidade. Para tanto, foi calculada uma taxa de câmbio com probabilidade de 2,5% e outra com 97,5%. Deve-se ressaltar que, ao limitarmos o intervalo de confiança, estamos desconsiderando os casos extremos em que a taxa de câmbio pode ficar excessivamente desvalorizada ou valorizada, entretanto, essa é uma

prática comum no mercado financeiro³⁴ e diversos indicadores são calculados sob essa mesma lógica.

O cálculo da taxa de câmbio futuro, com as probabilidades indicadas, foi obtido dentro da própria fórmula de precificação da *call*, com base no $N(d_2)$. A lógica consiste na intuição do cálculo da *call* onde o preço da *call* é igual ao preço do ativo objeto menos o valor presente do preço de *strike*, sendo cada componente ponderado por uma probabilidade. O preço do ativo objeto é ponderado por $N(d_1)$ ³⁵ e o valor presente do preço de *strike* é ponderado por $N(d_2)$, que pode ser interpretado como a probabilidade de que a opção termine *in-the-money*.

A melhor forma de se verificar isso é retornando ao modelo binomial³⁶ e observar que o valor presente do preço do ativo é multiplicado pela probabilidade complementar da binominal – $B(n \geq a / T, p)$, que é a probabilidade de que a opção seja exercida.

Dessa forma, o componente $N(d_2)$ ³⁷ foi ajustado na fórmula da precificação da *call* para o percentual adequado (2,5% ou 97,5%) e o preço de *strike* foi recalculado, mantendo-se as demais variáveis constantes.

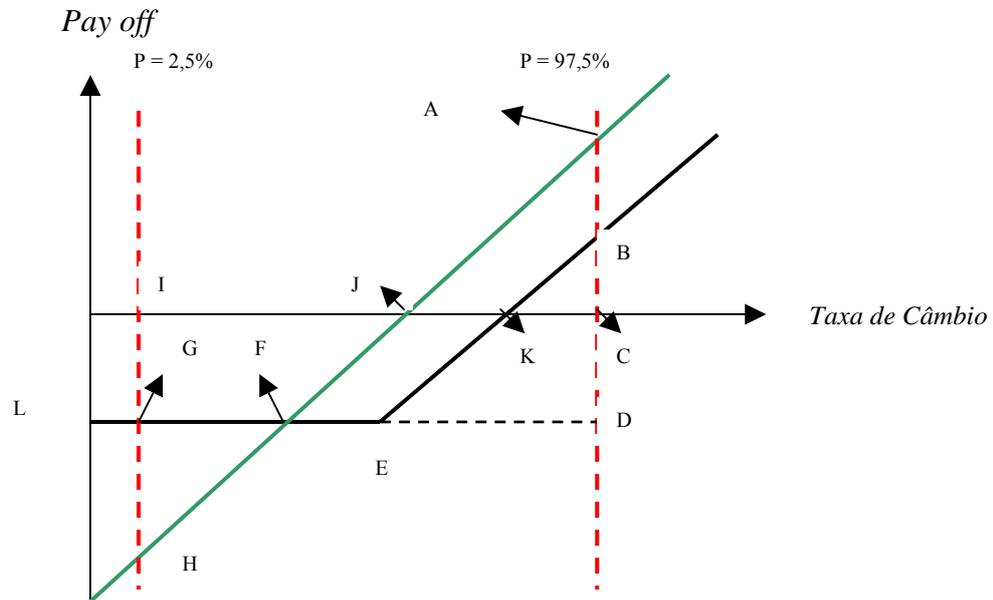
³⁴ Como exemplo, podemos citar o caso do Value at Risk – VaR, amplamente utilizado pelos bancos como medida de risco, que trabalha com um intervalo de 95% de confiança.

³⁵ $N(d_1)$ é o inverso da razão de hedge. Hedge = $1/N(d_1)$.

³⁶ Modelo Binomial = $c = SB(n \geq a / T, p^*) - X(1 + r_f)^{-T} B(n \geq a / T, p)$. Copeland, Weston, Shastri, Financial Theory and Corporate Policy, fourth edition, page: 227.

³⁷ Ao calcular os pontos limítrofes da taxa de câmbio com base no $N(d_2)$ estamos trabalhando com a hipótese neutralidade ao risco, uma vez que a definição da expressão do $N(d_2)$ é a probabilidade de a opção ser exercida em um mundo neutro ao risco.

Temos:



O cálculo da área³⁸ que computa o ganho do cupom cambial frente à opção é dado por:

$$\text{Área } \alpha = \{(D - F) * (A - D) / 2\} - \{(D - E) * (B - D) / 2\}$$

O cálculo da área que computa o ganho da opção frente ao cupom cambial opção é dado por:

$$\text{Área } \beta = \{(F - G) * (G - H) / 2\}$$

O resultado final é obtido com a diferença entre as duas áreas, onde:

$$R = \text{área } \alpha - \text{área } \beta$$

Se $R > 0$ então, cupom cambial é melhor alternativa.

Se $R < 0$ então, compra da *Call* é melhor alternativa.

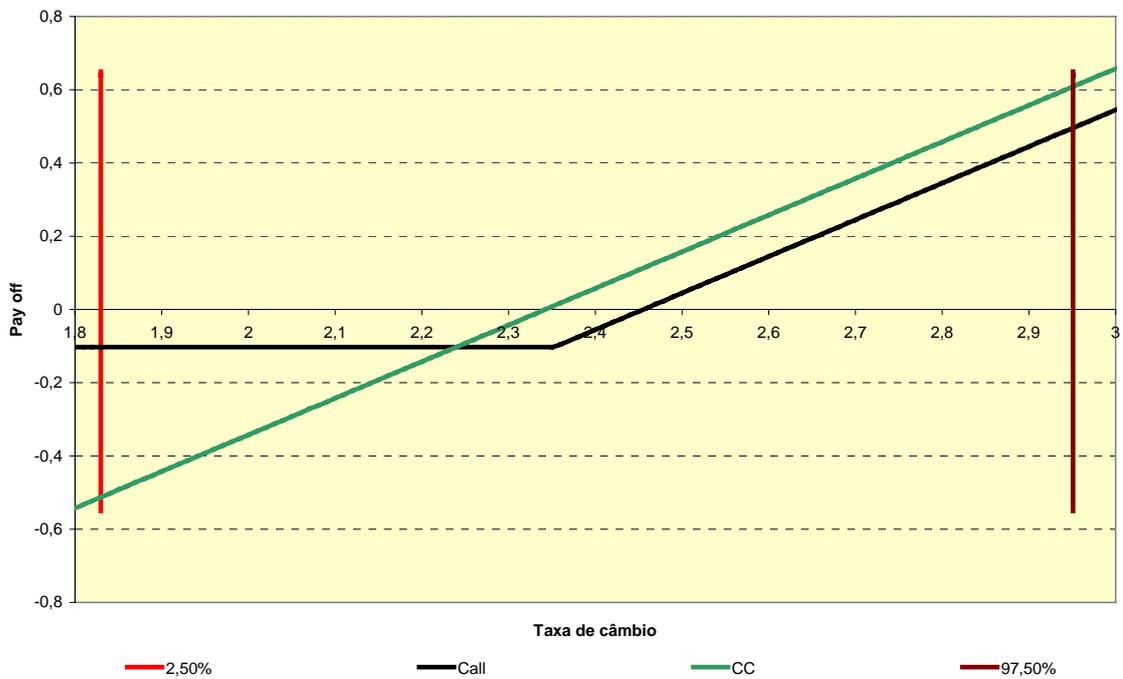
³⁸ A fórmula aqui apresenta é uma simplificação do método mais acurado. Considerando-se que a taxa de câmbio possui uma distribuição normal, na precificação do modelo de opção, isso implica que as taxas indicadas no gráfico possuem uma probabilidade associada a cada uma delas e, dessa forma, no cálculo preciso da área, essas probabilidades devem ser consideradas.

4.3.1 Comparativo entre Cupom cambial e Opção – Vértice 6 meses

Seja:

6 MESES	
	20/6/2006
NDF	2,3498
Cupom Cambial	2,3424
Buyback	2,3447
Opção	2,3531
<i>Preço da Call</i>	0,1022
Opção 97,5%	1,8296
Opção 2,5%	2,9507

Gráfico comparativo entre *pay off* do cupom cambial e da compra de *call*



Temos:

	Eixo X	Eixo Y
A	2,9507	0,6083
B	2,9507	0,4955
C	2,9507	-
D	2,9507	(0,1022)
E	2,3531	(0,1022)
F	2,2402	(0,1022)
G	1,8296	(0,1022)
H	1,8296	(0,5128)
I	1,8296	-
J	2,3424	-
K	2,4553	-
L	-	(0,1022)

Logo o *pay off* total é dado por:

$$\text{Área } \alpha = \{(D - F) * (A - D) / 2\} - \{(D - E) * (B - D) / 2\}$$

$$\alpha = \{(2,9507 - 2,2402) * (0,6083 - 0,1022) / 2\} - \{(2,9507 - 2,3531) * (0,4955 + 0,1022) / 2\}$$

$$\text{Área } \alpha = \mathbf{0,0738}$$

$$\text{Área } \beta = \{(F - G) * (G - H) / 2\}$$

$$\text{Área } \beta = \{(2,2402 - 1,8296) * (-0,1022 + 0,5128) / 2\}$$

$$\text{Área } \beta = \mathbf{0,0843}$$

$$R = 0,0738 - 0,0843$$

$$\mathbf{R = -0,0105}$$

Como R tem sinal negativo, a compra da *call*, é a alternativa financeiramente mais interessante.

Nesse ponto é válido relembrar que a opção sempre tem custo superior às demais estratégias de *hedge*, aqui apresentadas. A explicação reside no fato de que a opção dá maior flexibilidade ao seu detentor que sempre tem a alternativa de não exercê-la caso o mercado se mova em seu favor, o que não ocorre com as demais estratégias de *hedge*.

Abaixo, os resultados da segunda etapa de comparação:

Vértice de 6 meses: Melhor Alternativa = Call

	20/6/2006	21/6/2006	22/6/2006	23/6/2006	26/6/2006	27/6/2006	28/6/2006	29/6/2006	30/6/2006	TOTAL
Buyback	2,3424	2,3405	2,3290	2,3446	2,3260	2,3239	2,3218	2,3067	2,2545	
Opção	2,3531	2,3470	2,3368	2,3505	2,3321	2,3313	2,3257	2,3088	2,2582	
Preço da Call	0,1022	0,1066	0,1134	0,1113	0,1069	0,1049	0,1057	0,1017	0,0993	
Opção 97,5%	1,8296	1,8416	1,8449	1,8440	1,8337	1,8263	1,8282	1,8244	1,7846	
Opção 2,5%	2,9507	2,9498	2,9551	2,9700	2,9317	2,9279	2,9221	2,8842	2,8230	
Alfa	0,0738	0,0746	0,0823	0,0795	0,0741	0,0733	0,0714	0,0651	0,0635	
Beta	0,0843	0,0769	0,0687	0,0758	0,0743	0,0771	0,0752	0,0725	0,0687	
Resultado	(0,0105)	(0,0024)	0,0136	0,0037	(0,0002)	(0,0039)	(0,0038)	(0,0074)	(0,0052)	(0,0108)
Melhor Alternativa	Call	Call	Buyback	Buyback	Call	Call	Call	Call	Call	Call

Obs: apenas em 20/06/06 (para o vértice de 6 meses), na primeira etapa a melhor alternativa foi o cupom cambial e não o buyback. Logo, o número indicado nesta tabela não é de buyback, mas de cupom cambial.

Vértice de 12 meses: Melhor Alternativa = Buyback

	20/6/2006	21/6/2006	22/6/2006	23/6/2006	26/6/2006	27/6/2006	28/6/2006	29/6/2006	30/6/2006	TOTAL
Buyback	2,4456	2,4409	2,4236	2,4394	2,4214	2,4198	2,4175	2,4001	2,3447	
Opção	2,4591	2,4515	2,4428	2,4555	2,4351	2,4360	2,4310	2,4085	2,3562	
Preço da Call	0,1458	0,1476	0,1521	0,1512	0,1480	0,1450	0,1454	0,1420	0,1383	
Opção 97,5%	1,7304	1,7357	1,7418	1,7411	1,7310	1,7222	1,7260	1,7217	1,6824	
Opção 2,5%	3,3904	3,3812	3,3800	3,3983	3,3590	3,3548	3,3459	3,2982	3,2263	
Alfa	0,1611	0,1596	0,1751	0,1718	0,1625	0,1611	0,1581	0,1452	0,1415	
Beta	0,1621	0,1554	0,1403	0,1496	0,1471	0,1527	0,1491	0,1438	0,1373	
Resultado	(0,0010)	0,0042	0,0348	0,0221	0,0155	0,0084	0,0089	0,0013	0,0042	0,0943
Melhor Alternativa	Call	Buyback								

Vértice de 2 anos: Melhor Alternativa = Buyback

	20/6/2006	21/6/2006	22/6/2006	23/6/2006	26/6/2006	27/6/2006	28/6/2006	29/6/2006	30/6/2006	TOTAL
Buyback	2,6874	2,6806	2,6492	2,6640	2,6478	2,6485	2,6457	2,6191	2,5512	
Opção	2,7086	2,6910	2,6878	2,6965	2,6751	2,6785	2,6685	2,6335	2,5731	
Preço da Call	0,2003	0,2040	0,2033	0,2034	0,2000	0,1973	0,1994	0,1973	0,1918	
Opção 97,5%	1,6215	1,6277	1,6391	1,6448	1,6271	1,6251	1,6244	1,6172	1,5710	
Opção 2,5%	4,2669	4,2479	4,2270	4,2378	4,1999	4,1949	4,1910	4,1222	4,0138	
Alfa	0,3697	0,3568	0,4016	0,3914	0,3725	0,3705	0,3630	0,3375	0,3306	
Beta	0,3747	0,3603	0,3255	0,3328	0,3368	0,3412	0,3377	0,3237	0,3108	
Resultado	(0,0050)	(0,0035)	0,0761	0,0586	0,0357	0,0293	0,0252	0,0138	0,0197	0,2304
Melhor Alternativa	Call	Call	Buyback							

Vértice de 3 anos: Melhor Alternativa = NDF

	20/6/2006	21/6/2006	22/6/2006	23/6/2006	26/6/2006	27/6/2006	28/6/2006	29/6/2006	30/6/2006	TOTAL
NDF	2,8346	2,8308	2,8171	2,8347	2,8185	2,8169	2,8145	2,8003	2,7500	
Opção	2,9666	2,9465	2,9428	2,9455	2,9291	2,9335	2,9235	2,8735	2,8081	
Preço da Call	0,2366	0,2385	0,2303	0,2406	0,2361	0,2326	0,2326	0,2311	0,2223	
Opção 97,5%	1,5499	1,5600	1,5600	1,5790	1,5639	1,5610	1,5563	1,5482	1,4956	
Opção 2,5%	5,1898	5,1518	5,0785	5,1415	5,1001	5,0902	5,0751	4,9769	4,8512	
Alfa	0,8874	0,8440	0,8235	0,8334	0,8128	0,8141	0,7933	0,6865	0,6122	
Beta	0,5492	0,5328	0,5272	0,5153	0,5186	0,5235	0,5259	0,5211	0,5326	
Resultado	0,3382	0,3112	0,2963	0,3181	0,2942	0,2906	0,2674	0,1653	0,0796	2,2814
Melhor Alternativa	NDF									

Vértice de 5 anos: Melhor Alternativa = NDF

	20/6/2006	21/6/2006	22/6/2006	23/6/2006	26/6/2006	27/6/2006	28/6/2006	29/6/2006	30/6/2006	TOTAL
NDF	3,2805	3,2776	3,2598	3,2814	3,2657	3,2639	3,2612	3,2461	3,1961	
Opção	3,5676	3,5264	3,5251	3,5163	3,4974	3,5086	3,4813	3,4006	3,2949	
Preço da Call	0,2816	0,2857	0,2657	0,2898	0,2840	0,2784	0,2850	0,2843	0,2853	
Opção 97,5%	1,4033	1,4157	1,3949	1,4384	1,4239	1,4191	1,4177	1,4184	1,2997	
Opção 2,5%	7,4647	7,4020	7,1681	7,3927	7,3175	7,2881	7,3114	7,1276	7,0722	
Alfa	2,3781	2,2143	2,0756	2,1717	2,1028	2,1136	2,0622	1,7315	1,5249	
Beta	1,2730	1,2423	1,2787	1,2061	1,2135	1,2269	1,2144	1,1911	1,2977	
Resultado	1,1051	0,9721	0,7969	0,9656	0,8893	0,8867	0,8478	0,5403	0,2272	7,0039
Melhor Alternativa	NDF									

Os contratos de NDF, considerados pelo resultado do exercício, como a melhor alternativa para os vértices de 3 e 5 anos, merecem uma ressalva. Ocorre que os contratos de NDF não possuem liquidez para prazos superiores a 2 anos indicando que o resultado apresentado, está distorcido. Assim, o exercício foi feito apenas para os vértices de 3 e 5 anos, considerando a “segunda” melhor alternativa, o *Buyback*. Abaixo, os resultados.

Vértice de 3 anos – Buyback

	20/6/2006	21/6/2006	22/6/2006	23/6/2006	26/6/2006	27/6/2006	28/6/2006	29/6/2006	30/6/2006	TOTAL
Buyback	2,9307	2,9154	2,8605	2,9007	2,8812	2,8798	2,8760	2,8456	2,7605	
Opção	2,9666	2,9465	2,9428	2,9455	2,9291	2,9335	2,9235	2,8735	2,8081	
Preço da Call	0,2366	0,2385	0,2303	0,2406	0,2361	0,2326	0,2326	0,2311	0,2223	
Opção 97,5%	1,5499	1,5600	1,5600	1,5790	1,5639	1,5610	1,5563	1,5482	1,4956	
Opção 2,5%	5,1898	5,1518	5,0785	5,1415	5,1001	5,0902	5,0751	4,9769	4,8512	
Alfa	0,6431	0,6311	0,7163	0,6676	0,6568	0,6586	0,6419	0,5785	0,5879	
Beta	0,6545	0,6236	0,5727	0,5844	0,5845	0,5898	0,5908	0,5684	0,5434	
Resultado	(0,0114)	0,0074	0,1436	0,0832	0,0722	0,0687	0,0511	0,0101	0,0445	0,4250
Melhor Alternativa	Call	Buyback								

Vértice de 5 anos – Buyback

	20/6/2006	21/6/2006	22/6/2006	23/6/2006	26/6/2006	27/6/2006	28/6/2006	29/6/2006	30/6/2006	TOTAL
Buyback	3,4374	3,4116	3,2957	3,3993	3,3638	3,3549	3,3598	3,3207	3,2023	
Opção	3,5676	3,5264	3,5251	3,5163	3,4974	3,5086	3,4813	3,4006	3,2949	
Preço da Call	0,2816	0,2857	0,2657	0,2898	0,2840	0,2784	0,2850	0,2843	0,2853	
Opção 97,5%	1,4033	1,4157	1,3949	1,4384	1,4239	1,4191	1,4177	1,4184	1,2997	
Opção 2,5%	7,4647	7,4020	7,1681	7,3927	7,3175	7,2881	7,3114	7,1276	7,0722	
Alfa	1,6899	1,6323	1,9264	1,6596	1,6821	1,7263	1,6394	1,4237	1,4991	
Beta	1,5356	1,4625	1,3367	1,3962	1,3712	1,3735	1,3731	1,3089	1,3077	
Resultado	0,1544	0,1699	0,5897	0,2634	0,3109	0,3528	0,2663	0,1148	0,1914	2,2222
Melhor Alternativa	Buyback									

Como é possível observar, novamente o *Buyback* se apresenta como a estratégia financeiramente mais vantajosa. Prevalecendo em 4 dos 5 vértices avaliados no exercício de 9 (nove) dias úteis.

CAPÍTULO 5 – Considerações Finais

O presente trabalho teve por objetivo identificar estratégias de *hedge* que pudessem ser aplicadas à dívida externa brasileira, denominada em dólares, com vistas a minimizar ou mesmo eliminar o risco de exposição cambial sem, no entanto, limitar a atuação do Governo no mercado externo. As alternativas aqui apresentadas tiveram como critérios de escolha: 1) facilidade de operacionalização; 2) que fossem amplamente conhecidas no mercado financeiro, seja local ou internacional; e, 3) principalmente, que o nível de preços, embutido nessas operações, fosse claro.

O principal foco deste trabalho foi prover um esclarecimento financeiro acerca dos instrumentos existentes, detalhando toda a precificação que envolve tais operações permitindo um conhecimento mais amplo da origem dos dados, suas particularidades de cálculo e, principalmente, de que forma essas estratégias são comparáveis entre si. É importante esclarecer que não faz parte do escopo desse trabalho, indicar a melhor estratégia de *hedge* cambial, mas sim explicitá-las.

Os resultados obtidos, no horizonte de tempo analisado, conforme a metodologia explicada e aplicada neste trabalho para *hedge* de exposição cambial, indicaram a compra de call como a melhor alternativa para o vértice de 6 meses, alterando-se para buyback nos vértices de 12 meses e 2 anos e, para os pontos de 3 e 5 anos, os contratos de NDF, conforme apresentado no capítulo 4.

Ainda que o objetivo deste trabalho não fosse identificar o melhor instrumento, é importante esclarecer que, segundo as condições de mercado atuais, os contratos de NDF perdem grande parte de sua eficiência a partir do 2 ano por não possuírem liquidez suficiente. Nesse sentido, os vértices de 3 e 5 anos foram reavaliados para a “segunda” melhor alternativa após o NDF, definida na primeira etapa. Novamente o buyback se apresentou, sob a ótica financeira, como a possibilidade mais interessante e, quando comparado ao cálculo das opções, na segunda etapa, prevaleceram frente às mesmas.

Um segundo comentário importante, ainda sobre os resultados obtidos, é que o cálculo das opções, conforme já explicado, é fortemente influenciado pelo nível de volatilidade do ativo objeto e, essa volatilidade tende a ser “excessivamente” alta para prazos mais longos, em especial para a moeda brasileira que é uma das mais voláteis do mercado.

Em razão da volatilidade, apenas no primeiro vértice (6 meses) o *hedge* via opção mostrou-se financeiramente mais atraente. Porém, o período analisado foi excessivamente volátil implicando que, em situações de maior estabilidade, mesmo considerando a trajetória naturalmente ascendente da volatilidade com o tempo, outros vértices também poderiam indicar a compra de *call* como melhor alternativa.

Recentemente o Tesouro Nacional atuou no mercado externo com duas operações, quais sejam: i) *buyback* “discreto” e ii) *tender offer*. A primeira operação diz respeito a recompras no mercado externo de títulos soberanos brasileiros. Essa operação foi efetuada operacionalmente pela mesa de negociação do Banco Central, sob diretrizes do Tesouro Nacional. A finalidade desse *buyback* foi retirar do mercado títulos com vencimento entre 2006 e 2010 e, com isso, reduzir o risco de refinanciamento do governo.

A segunda operação foi uma recompra pública, onde o Tesouro Nacional anunciou formalmente ao mercado a recompra de títulos com vencimento entre 2006 e 2014, 2020, 2024, 2027 e 2030, através dos bancos Morgan Stanley e Credit Suisse. O Objetivo foi retirar títulos com altos cupons, que pressionam o custo da dívida e, semelhante ao *buyback* discreto, reduzir a pressão na maturação de curto e médio prazos, minimizando a percepção de risco dos investidores internacionais.

É interessante mencionar que ambas operações realizadas pelo Tesouro Nacional estão em linha com os resultados deste trabalho. Com destaque para a metodologia de cálculo das recentes atuações do Tesouro que seguiram a mesma lógica de cálculo aqui apresentada.

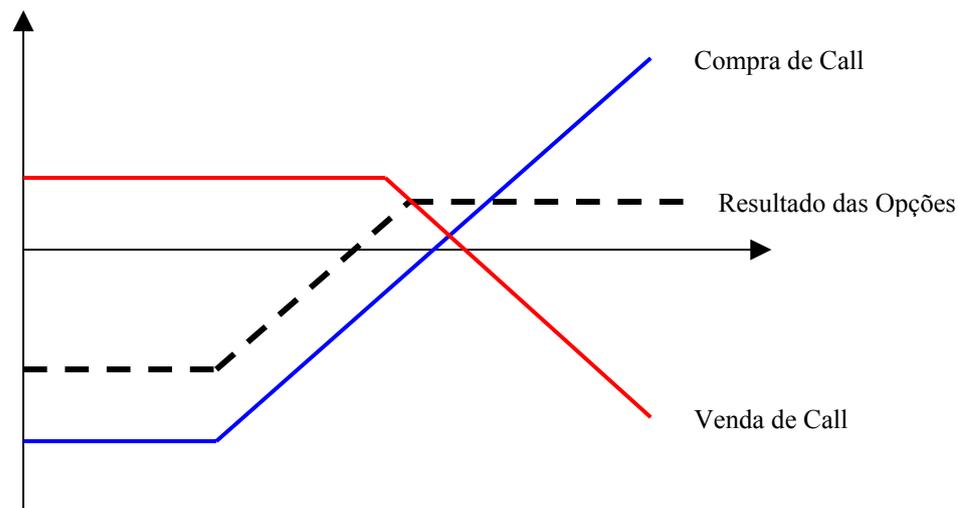
Por último, é válido mencionar a questão da dívida líquida cambial. Todo o presente trabalho foi centrado no argumento de reduzir ou mesmo eliminar o risco cambial existente na dívida pública brasileira. Porém, as reservas do Banco Central constituem-se como um *hedge* natural à exposição da dívida em câmbio e sendo assim, apenas a dívida líquida em câmbio - resultado da dívida bruta em câmbio deduzida do volume total de reserva - deveria ser objeto de estratégias de *hedge*.

Contudo, apesar da lógica desse conceito, o nosso entendimento é que a gestão da dívida pública deve ser desvinculada do nível de reservas, por entendermos que não há um consenso na literatura especializada de que as reservas efetivamente devam ser gerenciadas como *hedge* para dívida cambial. Diante desse argumento, as estratégias de *hedge* cambial devem ser analisadas sob a ótica de todo o estoque da dívida cambial brasileira.

5.1. Extensões

Conforme já mencionado, o escopo deste trabalho era identificar estratégias simples de *hedge* que pudessem ser aplicadas à dívida externa brasileira. Porém, o mercado de opções possui um conjunto considerável de possibilidades que agregam pouca complexidade à compra simples de uma opção de compra (*call*), aqui apresentada.

Sob essa ótica, sugere-se que estudos mais aprofundados sobre o mercado de opções sejam considerados. Como sugestão, fica indicada a estratégia de “spread de alta” onde, aliada à compra de uma *call*, seja conjugada a venda de uma *call* com preço de *strike* diferente. Tal estratégia, sendo bem implementada, minimiza o custo inicial da compra da *call*, podendo reduzir também o “dólar futuro” embutido na operação tradicional que contempla apenas a compra da *call*. O gráfico abaixo apresenta a estrutura de *pay off*.



Em relação à operação de *buyback*, outra possibilidade à estrutura apresentada é que o financiamento das compras de títulos no mercado externo pode ser obtido não apenas via mercado local, mas via emissão de títulos em Reais no mercado internacional. Essa possibilidade não foi contemplada neste trabalho por não haver uma curva em Reais disponível no mercado internacional.

Contudo, propõe-se que, em estudos posteriores, se passe a considerar a possibilidade do financiamento externo na moeda brasileira.

Uma última sugestão, diz respeito ao horizonte de tempo do exercício aqui realizado, que poderia ser ampliado para um prazo mais longo ou mesmo avaliado em intervalos similares (9 dias úteis), em momentos distintos do tempo, por exemplo, meses diferentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARRO, ROBERT J. **Are Government Bonds Net Wealth?** Journal of Political Monetary Economics, vol.82, 1095 – 1118, 1974.
- BARRO, ROBERT J. **Notes on Optimal Debt Management**, Harvard University.1999.
- BOHN, H., **Optimal State-Contingent Capital Taxation: When is there an Indeterminacy?**, Journal of Monetary Economics.1994.
- 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.
- 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.
- DOOLEY, M., **A Model of Crises in Emerging Markets**, The Federal Reserve Board, International Finance Discussion Paper n. 1998-630.1998.
- EICHENGREEN, B., R. HAUSMANN E U. PANOZZI. **Original Sin: The Pain, the Mystery, and the Road to Redemption**. Currency and Maturity Matchmaking: Redeeming Debt from Original Sin Conference. Inter American Development Bank, Washington DC, November 2002.
- EICHENGREEN, B. E R. HAUSMANN. **Exchange Rates and Financial Fragility**. NBER Working Paper 7418, November, Cambridge, 1999.
- 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.
- FLANDREAU, M. E N. SUSSMAN. **Old Sins: Exchange Clauses and European Foreign Lending in the 19Th Century**. Currency and Maturity Matchmaking: Redeeming Debt from Original Sin Conference. Inter American Development Bank, Washington DC, November, 2002.
- 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.
- LOZARDO, E. **Derivativos no Brasil. Fundamentos e Práticas**. Bolsa de Mercadorias e Futuros. São Paulo, 1998.
- OECD – Organization for Economic Co-operation and Development. **Debt Management and Government Securities Markets in 21st Century**. 2002.
- PIGA, G., **Derivatives and Public Debt Management**. International Securities Market Association (ISMA). Zurich. 2001.
- REINHART, C.M. E REINHART, V.R. **Twin Falacies About Exchange Rate Policy in Emerging Markets**, *NBER Working Paper 9670*, April, Cambridge, 2003.
- ROBERTS, R. **Por Dentro das Finanças Internacionais – Guia Prático dos Mercados e Instituições Financeiras**. Jorge Zahar. Rio de Janeiro. 2000.
- SACHS, J., VELASCO, A. E TORNELL, A., **Financial Crises in Emerging Markets: The Lessons from 1995**, Harvard Institute of Economic Research, Discussion Paper n. 1760. 1996.

SECRETARIA DO TESOUREIRO NACIONAL e BANCO CENTRAL DO BRASIL.
Nota para a Imprensa – Dívida Pública Mobiliária Federal Interna. Brasília,
Maio/2005.

SECRETARIA DO TESOUREIRO NACIONAL. **Plano Anual de Financiamento**, 2006.

SECRETARIA DO TESOUREIRO NACIONAL. **Relatório Anual da Dívida Pública**,
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.

ANEXO I – Bootstrapping (versão simplificada)

A metodologia de *bootstrapping* consiste em considerar um determinado fluxo de um título como vários fluxos únicos separadamente.

Para isso, o primeiro passo é procurar um Global em mercado, que já tenha pago todos os cupons intermediários, ou seja, que esteja a seis meses ou menos do vencimento. Esse título, portanto, é um título sem cupons e sua taxa será automaticamente o primeiro ponto da curva Zero. Suponhamos então, para exemplificar que hoje é o dia 15/06/2006 e que há um Global 2006 em mercado que vence em 15/12/2006 e, portanto, não pagará mais cupons intermediários, a não ser no vencimento, junto com o principal. Suponhamos ainda que a taxa negociada hoje no mercado para esse papel seja de 4,5%. Já temos então o primeiro ponto da curva zero.

Procuremos agora um Global em mercado que esteja vencendo entre 6 e 12 meses. Suponhamos, por simplicidade, que peguemos um título que vença exatamente 1 ano (dia 15/06/2007). O fluxo desse papel envolve o pagamento de um cupom daqui a 6 meses e o pagamento de outro cupom com o principal em 1 ano. A idéia é: o valor presente dos fluxos calculado usando-se a *yield* do título deve ser igual ao valor presente obtido pela curva Zero. Como temos o ponto da *yield* (de 12 meses) e temos o primeiro ponto da curva zero (6 meses³⁹), obtemos o segundo ponto da curva zero (12 meses). Esse procedimento pode ser repetido seguidamente, gerando todos os pontos seguintes desejados e, portanto, gerando toda a curva zero.

Exemplificando com números, imagine que a curva de juros (*yield*) dos Globais em 15/06/2006 fosse:

Vencimento	Taxa (Yield) aa
15/12/2006	4,5%
15/06/2007	4,8%
15/12/2007	5,0%

³⁹ No ponto de 6 meses, a *yield* é igual a curva zero que é igual a curva forward.

Como dissemos acima, o primeiro ponto, como é de um título que não pagará mais cupons intermediários (vence em 6 meses) já é o primeiro ponto da curva Zero. Tratemos agora do segundo ponto da curva Zero. O título que vence em 15/06/2007 pagará apenas um cupom daqui a seis meses e outro cupom junto com o principal daqui a um ano. Queremos achar a taxa da curva Zero de 12 meses que faz com que o valor presente desse título calculado pela yield seja o mesmo daquele calculado pela curva Zero.

Primeiramente, calculemos o fluxo⁴⁰ do título⁴¹. O primeiro cupom será:

$$F_1 = 2,5 / (1 + 0,048/2)^{(2*180/360)}$$

$$F_1 = 2,44$$

Da mesma forma, o segundo fluxo (principal e cupom) será:

$$F_2 = 102,5 / (1 + 0,048/2)^{(2*360/360)}$$

$$F_2 = 97,75$$

Logo o Valor Presente (VP) será igual a 100,20.

Agora, queremos achar a taxa Zero para 12 meses que iguala esse valor, ou seja queremos achar i_{zero} tal que:

$$Vp_{zero} = \{2,5 / (1 + \mathbf{0,045}/2)^{(2*180/360)}\} + \{102,5 / (1 + i_{zero}/2)^{(2*360/360)}\} = 100,20$$

Esse cálculo pode ser facilmente feito no Excel, usando-se a função “atingir meta”. No nosso exemplo, a taxa zero de 12 meses seria de **4,803%**.

Daí por diante, o emprego desse procedimento gerará os outros pontos da curva zero.

⁴⁰ Por simplificação, consideremos que todos os Globais pagam 5% de cupom de juros ao ano.

⁴¹ Os globais possuem padrão de contagem de dias com meses de 30 dias e ano com 360.

ANEXO II – Base de Dados

Toda a base de dados utilizada nas precificações do capítulo 4, se encontram abaixo especificadas.

- **Taxa Prefixada: Contratos de DI Futuro – Utilizada nos cálculos de Cupom Cambial e Opções**

	20/06	21/06	22/06	23/06	26/06	27/06	28/06	29/06	30/06
6 m	14,85%	14,84%	14,81%	14,82%	14,76%	14,76%	14,75%	14,70%	14,68%
12 m	15,16%	15,08%	15,08%	15,10%	15,04%	15,06%	15,04%	14,92%	14,83%
2 anos	15,93%	15,84%	15,77%	15,81%	15,77%	15,84%	15,82%	15,60%	15,40%
3 anos	16,09%	16,02%	15,82%	15,99%	15,96%	16,03%	16,05%	15,82%	15,57%
5 anos	16,23%	16,23%	16,14%	16,17%	16,08%	16,18%	16,17%	15,91%	15,67%

Fonte: Broadcast

Obs: As taxas foram interpoladas para os prazos do exercício com base nas taxas obtidas no broadcast pelo padrão de du/252.

- **Taxa Prefixada: Contratos de Swap - utilizadas no NDF**

	20/06	21/06	22/06	23/06	26/06	27/06	28/06	29/06	30/06
6 m	14,81%	15,04%	14,94%	15,03%	14,85%	14,89%	15,02%	14,56%	14,55%
12 m	15,58%	15,53%	15,42%	15,55%	15,41%	15,40%	15,43%	15,41%	15,01%
2 anos	15,32%	15,14%	15,22%	15,39%	15,35%	15,23%	15,25%	15,13%	14,80%
3 anos	13,65%	13,67%	13,69%	13,71%	13,77%	13,76%	13,77%	13,83%	13,92%
5 anos	13,49%	13,51%	13,54%	13,57%	13,63%	13,61%	13,62%	13,67%	13,76%

Fonte: Bloomberg

Obs: As taxas foram interpoladas para os prazos do exercício com base nas taxas obtidas na bloomberg pelo padrão de dc/360.

- **LTN: Título do Tesouro Nacional – Utilizadas nos cálculos de Buyback**

	20/06	21/06	22/06	23/06	26/06	27/06	28/06	29/06	30/06
6 m	14,85%	14,84%	14,81%	14,82%	14,76%	14,76%	14,75%	14,70%	14,68%
12 m	15,16%	15,08%	15,08%	15,10%	15,04%	15,06%	15,04%	14,92%	14,83%
2 anos	15,93%	15,84%	15,77%	15,81%	15,77%	15,84%	15,82%	15,60%	15,40%
3 anos	16,07%	15,99%	15,62%	16,00%	15,96%	15,97%	16,00%	15,79%	15,48%
5 anos	16,17%	16,11%	15,48%	16,14%	16,10%	16,07%	16,14%	15,95%	15,54%

Fonte: Broadcast

Obs: As taxas foram interpoladas para os prazos do exercício com base nas taxas obtidas no Broadcast pelo padrão de du/252.

- **Curva Zero em Dólar – Utilizada nos Cálculos de *Buyback***

	20/06	21/06	22/06	23/06	26/06	27/06	28/06	29/06	30/06
6 m	5,51%	5,49%	5,57%	5,58%	5,58%	5,58%	5,57%	5,57%	5,56%
12 m	5,64%	5,59%	5,86%	5,90%	5,88%	5,87%	5,85%	5,84%	5,82%
2 anos	5,85%	5,82%	6,11%	6,18%	6,15%	6,14%	6,13%	6,11%	6,07%
3 anos	6,15%	6,19%	6,34%	6,43%	6,42%	6,41%	6,44%	6,38%	6,36%
5 anos	6,63%	6,70%	6,76%	6,85%	6,88%	6,88%	6,89%	6,83%	6,75%

Fonte: Bloomberg, tela do Itaú.

Obs: As taxas obtidas na Bloomberg foram convertidas em curva zero e interpoladas, por meses com 30 dias e ano com 360 dias, para os prazos do exercício.

- **Curva em Dólar – Utilizada no NDF**

	20/06	21/06	22/06	23/06	26/06	27/06	28/06	29/06	30/06
6 m	5,48%	5,56%	5,57%	5,60%	5,62%	5,62%	5,62%	5,63%	5,58%
12 m	5,66%	5,68%	5,69%	5,73%	5,75%	5,75%	5,74%	5,76%	5,69%
2 anos	5,65%	5,65%	5,68%	5,73%	5,73%	5,71%	5,72%	5,73%	5,64%
3 anos	5,64%	5,64%	5,68%	5,71%	5,72%	5,69%	5,70%	5,72%	5,64%
5 anos	5,66%	5,67%	5,71%	5,75%	5,75%	5,73%	5,74%	5,76%	5,69%

Fonte: Bloomberg.

Obs: As taxas foram interpoladas para os prazos do exercício com base nas taxas obtidas na bloomberg pelo padrão de dc/360.

- **Curva de Cupom Cambial – Utilizada no Cálculo de Cupom Cambial e Opções**

	20/06	21/06	22/06	23/06	26/06	27/06	28/06	29/06	30/06
6 m	5,55%	4,59%	3,29%	4,16%	4,51%	4,86%	4,85%	5,17%	5,07%
12 m	5,09%	4,84%	4,24%	4,66%	4,80%	5,04%	5,00%	5,17%	5,11%
2 anos	5,34%	5,21%	4,89%	5,10%	5,24%	5,31%	5,31%	5,36%	5,33%
3 anos	5,57%	5,49%	5,27%	5,41%	5,46%	5,51%	5,58%	5,63%	5,60%
5 anos	5,89%	5,84%	5,72%	5,80%	5,83%	5,85%	5,85%	5,87%	5,86%

Fonte: Broadcast

Obs: do broadcast foram obtidas as taxas de FRA e Dólar futuro (primeiro vencimento) que calculadas segundo a metodologia explicitada neste trabalho, deram origem as taxas de cupom cambial (30/360) acima mostradas.

- **Curva de Forward Points – Utilizada no do Preço de Strike das Opções**

	20/06	21/06	22/06	23/06	26/06	27/06	28/06	29/06	30/06
6 m	0,1071	0,105	0,10475	0,1035	0,1011	0,1023	0,0987	0,0958	0,09518
12 m	0,2131	0,2095	0,21075	0,2085	0,2041	0,207	0,204	0,1955	0,19318
2 anos	0,4626	0,449	0,45575	0,4495	0,4441	0,4495	0,4415	0,4205	0,41008
3 anos	0,7206	0,7045	0,71075	0,6985	0,6981	0,7045	0,6965	0,6605	0,64508
5 anos	1,3216	1,2844	1,2931	1,2693	1,2664	1,2796	1,2543	1,1876	1,13193

Fonte: Site do JP Morgan

- **Volatilidade Implícita (%) do BRL/USD – Utilizada no cálculo das Opções**

	20/06	21/06	22/06	23/06	26/06	27/06	28/06	29/06	30/06
6 m	17,25	17	17	17,2	17	17,1	17	16,6	16,64
12 m	17,25	17,1	17	17,15	17	17,1	17,0011	16,7	16,75
2 anos	17,55	17,4	17,2	17,2	17,2	17,2	17,2	17	17,14
3 anos	17,9	17,7	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,3	17,44
5 anos	19,2	19	18,8	18,8	18,8	18,8	18,8	18,5	19,42

Fonte: Site do JP Morgan

- **Dólar Spot – Utilizado em todos os Cálculos**

	20/06	21/06	22/06	23/06	26/06	27/06	28/06	29/06	30/06
Spot	2,246	2,242	2,232	2,247	2,231	2,229	2,227	2,213	2,163

Fonte: Broadcast

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.