UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE
INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA
MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM “MODELAGEM MATEMÁTICA EM
FINANÇAS”

ANÁLISE DE PREÇO E DE RISCO DE MERCADO DE CONTRATOS FUTUROS DA
DIVIDA EXTERNA

Américo José Marques de Pinho

Orientador: Prof. Dr. Gerson Francisco

SÃO PAULO

2005

Prof. Dr. Adolpho José Melfi
Reitor da Universidade de São Paulo

Profª. Dra. Maria Tereza Leme Fleury
Diretora da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade

Prof. Dr. Henrique Von Dreifus
Coordenador do Mestrado Profissionalizante – IME

**ANÁLISE DE PREÇO E DE RISCO DE MERCADO DE CONTRATOS FUTUROS DA
DIVIDA EXTERNA**

AMÉRICO JOSÉ MARQUES DE PINHO

**Dissertação apresentada a Faculdade de
Economia, Administração e Contabilidade e ao
Instituto de Matemática e Estatística da
Universidade de São Paulo como requisito
para a obtenção do Título de Mestre.**

Orientador: Prof. Dr. Gerson Francisco

SÃO PAULO

2005

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção de Processamento Técnico do SBD/FEA/USP

Pinho, Américo José Marques de

Análise de preço e de risco de mercado de contratos futuros da
dívida externa / Américo José Marques de Pinho. -- São Paulo,
2005.

159 p.

Dissertação (Mestrado Profissionalizante) – Universidade de São Paulo, 2005
Bibliografia.

1. Mercado futuro 2. Preço 3. Risco I. Universidade de São Paulo.
Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade. II. Universidade
de São Paulo. Instituto de Matemática e Estatística. III. Título.

CDD – 332.644

Neste dois últimos anos foram necessários um grande compromisso e esforço em permanecer firme nos estudos juntamente com as responsabilidades na vida profissional e pessoal, mas penso que não há bom resultado sem a persistência, a paciência, a humildade e a vontade de vencer desafios. Embora muitas vezes priorizei o mestrado adiando por um tempo outros sonhos, espero a compensação de progresso na minha vida profissional no Banco Itaú e da oportunidade em transmitir o conhecimento adquirido lecionando em faculdades.

Começo agradecendo a minha família que é o grande pilar de tudo o que sou e o que serei um dia: minha esposa Miucha – alma gêmea, gênica e linda – por sua demonstração de carinho, de amor, de força em fazer eu não desistir e, principalmente, por ser exatamente o que é – a minha companheira para o resto da minha vida; meu pai Albino, que como eu disse no meu casamento é o melhor pai do mundo, por me ensinar a ser um lutador, a nunca desistir que com perseverança tudo é possível e a ter orgulho pelas minhas raízes portuguesas; minha mãe Angelina, que como eu também disse no meu casamento é a melhor mãe do mundo, por seu amor de mãe incontestável, por me ensinar a ter intuição, a ouvir as pessoas e pelo empurrão inicial em me ajudou com as lições e as provas quando eu era criança; meus dois irmãos Fernando, que me ajudou a ver como é importante a leitura e a calma na vida, e Leonardo, que me ensinou a escrever em *Latex* e que me deu dicas de computação; todos meus familiares de Santos (avó Rosa; tios: Beto, Eurivaldo, Osmário; tias: Graça, Lú, Berta; primos: Leandro, Rodrigo, Murilo, Natalia) que fui obrigado a me privar de visitar para me empenhar nos meus estudos; meus sogros Toninho e Selma pelos seus carinhos e fé em mim; meus cunhados: Rica, Mariana, Riva e Carolina e minhas sobrinhas (os): Otávio, Sofia, Laura e minha primeira sobrinha pequena Luiza. Agradeço todos os bons professores e monitores que se esforçaram nas aulas ao longo do mestrado e em especial os professores doutores: Adilson Simonis, Cláudio Possani, Rogério Rosenfeld e Gerson Francisco. Em destaque agradeço o professor e doutor Eduardo Facó Lemgruber pela ajuda em encontrar o tema, as referências e o caminho para a dissertação. No banco Itaú, eu agradeço muito Erivelto Calderan Correa e Affonso Taciro Junior pelo apoio financeiro e pela paciência em me ouvir em momentos de desabafo e de estresse. Adicionalmente devo o meu muito obrigado a minha equipe e todos que conviveram com paciência comigo no banco neste período conturbado e a maioria das vezes estressante. Tenho muitos obrigados a escrever, mas pouco espaço nessa folha logo me desculpem quem eu não citei e considerem o meu agradecimento.

RESUMO

O crescente volume de transações e a diversidade no mercado de derivativos leva a busca de modelos mais sofisticados para a estimação do preço e o cálculo do risco nesse mercado. Associada a essa premissa em alguns momentos de grande liquidez mundial, círculos virtuosos de melhoria na economia mundial e queda dos prêmios de risco individuais dos títulos emitidos pelos países tidos como desenvolvidos (EUA, alguns países da comunidade européia e outros), os grandes investidores mundiais podem procurar alternativas em ativos financeiros de países em desenvolvimento que oferecem um retorno maior. A partir desses argumentos e do fato do aumento do volume de captação e da grande valorização de títulos da dívida externa brasileira em 2003, foram escolhidos modelar os contratos futuros de títulos da dívida externa brasileira negociados na Bolsa de Mercadorias Futuro. O contrato futuro de títulos da dívida externa brasileira é um derivativo do ativo objeto C-Bond ou Global40 ou EI Bond ou Globals ou A-Bond que envolve duas taxas de câmbio distintas (o Real e o Dólar Norte Americano) no qual o retorno é obtido em termo de valores das variáveis medidas na taxa de câmbio Dólar Norte Americano já que o título é cotado nessa cotação, porém o ajuste de mercado é denominado na moeda Real. Analogicamente no Estados Unidos da América existe um derivativo semelhante: o contrato futuro de NIKKEI225 denominado em dólar norte americano negociados na bolsa de Chicago Mercantile Exchange para investidores norte-americanos. Esse contrato de NIKKEI225 é classificado por diversos autores em uma das categorias de Quanto Derivativo por ser um derivativo que envolve duas moedas distintas no qual o retorno é obtido em termo de valores das variáveis medidas na primeira moeda, sendo realizado na segunda moeda. Sendo assim, esta dissertação atribui qual categoria de Quanto Derivativo os contratos futuros de títulos da dívida externa brasileira, estima o preço de mercado e calcula o risco de mercado do contrato futuro de C-Bond associando a estrutura de Quanto Derivativo. Embora em termos de atribuição da categoria esse contrato de C-Bond seja da categoria I de WEI (1997) devido ao fato da cotação da moeda (PTAX800) variar ao longo dos dias até o vencimento, foi levantado uma possibilidade de ser atribuída a categoria II de WEI (1997) advindo de uma particularidade na cotação do mercado cambial brasileiro. Essa particularidade advinda do câmbio intermediário e da transação PTAX800, que é uma média ponderada do volume negociado no dia, é gerada devido à concentração dos negócios serem 12:00 a 13:00. Portanto com a informação do câmbio intermediário divulgado pelo Banco Central do Brasil é possível determinar com boa precisão o valor da transação PTAX800 antes do final do dia e assim abrindo a possibilidade da classificação do contrato de C-Bond em categoria II por possuir a cotação da moeda fixa para esse dia. A modelagem de estimação de preço foi realizada para as duas categorias e obteve resultados pouco significativos que possa definir qual categoria seja a mais adequada. Já na modelagem de risco de mercado foi considerado o contrato de C-Bond como um Quanto Derivativo da categoria II e os resultados foram satisfatórios com a aprovação do Valor em Risco testado com base em KUPIEC (1995).

ABSTRACT

The increasing volume of transactions and the diversity in the market of derivatives more take the search of models sophisticated for the esteem of the price and the calculation of the risk in this market. Associated to this premise at some moments of great world-wide liquidity, virtuous circles of improvement in the world-wide economy and fall of the individual prices of risk of the headings emitted for the had countries as developed (U.S.A., some countries of the Europe Community and others), the great world-wide investors can look alternatives in financial assets of developing countries that offer a bigger return. To leave of these arguments and the fact of the increase of the volume of captation and the great valuation of headings of he divides external Brazilian in 2003, was chosen shape future contracts of negotiated headings of divides external Brazilian in the Bolsa de Mercadorias Futuro – BM&F. The future contract of headings of divides external Brazilian is a derivative of the C-Bond or Global40 or EI Bond or Globals or A-Bond that involves two distinct currencies (the Real and the Dollar American North) in which the return is gotten in term of values of the variable measured in the currency Dollar American North since the heading is quoted in this currency, however the market adjustment is called in the Real currency. Similarity in the United States of America exists a similar derivative: the future contract of NIKKEI225 negotiated in the future market of Chicago Mercantile Exchange for North American investors. This contract of NIKKEI225 is classified by diverse authors in one of the categories of Quanto Derivative for being a derivative that involves two distinct currencies in which the return is gotten in term of values of the variable measured in the first currency, being carried through in the second currency. Being thus, this dissertation attributes which category of Quanto Derivative future contracts of headings of it divides external Brazilian, it esteem the market price and it calculates the risk of market of the future contract of C-Bond associating the structure of Quanto Derivative. Although in terms of attribution of the category this contract of C-Bond is of category I of WEI (1997) which had to the fact of the quotation of the currency (PTAX800) to vary the long one of the days until the expiration, a possibility of being attributed category II of WEI (1997) happened of a particularity in the quotation of the Brazilian cambial market was raised. This happened particularity of the intermediate exchange and transaction PTAX800, that is a weighed mean of the volume negotiated in the day, is generated due to concentration of the businesses to be 12:00 to 13:00. Therefore with the information of the intermediate exchange divulged by the Brazilian Central Bank it is possible to determine before the end of the end with good precision the value of transaction PTAX800 and being thus to open the possibility of the classification of the contract of C-Bond in category II for possessing the quotation of the fixed currency for this day. The modeling of price esteem was carried through for the two categories and got little resulted significant that can define which category are adjusted. Already in the modeling of market risk the contract of C-Bond was considered as one Quanto Derivative of category II and the results they had been satisfactory with the approval of the Value in Risk calculated based in KUPIEC (1995).

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	6
2.	CAPÍTULO 1 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.2.	DEFINIÇÃO DE QUANTO DERIVATIVO.....	14
2.3.	FLUXO DE INVESTIMENTO MUNDIAL.....	15
2.4.	ABORDAGEM DE REINER, ERIC.....	16
2.5.	ABORDAGEM DE JAMSHIDIAN, FARSHID.....	19
2.6.	ABORDAGEM DE HULL, C. JOHN.....	20
2.7.	ABORDAGEM DE WEI, Z. JASON.....	22
2.8.	ABORDAGEM DE DERMAN, KARASINSKI E WECKER.....	28
2.9.	ABORDAGEM DE PIROS, CHRISTOPHER D.	30
2.10.	ABORDAGEM DE CO, RICHARD – CME.....	32
3.	CAPÍTULO 2 – MODELAGEM.....	34
3.1.	PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DAS OPERAÇÕES.....	34
3.2.	ATRIBUIÇÃO DE CATEGORIA QUANTO.....	35
3.3.	MODELAGEM DE ESTIMAÇÃO DE PREÇO.....	37
3.4.	MODELAGEM DE RISCO DE MERCADO.....	45
4.	CAPÍTULO 3 – AMOSTRA, TESTES E RESULTADOS.....	50
4.1.	AMOSTRA.....	50
4.2.	TESTES E RESULTADOS.....	51
5.	CAPÍTULO 4 – CONCLUSÕES.....	59
	REFERÊNCIAS.....	63
	APÊNDICE.....	65
1.	APÊNDICE 1 – TÍTULOS DA DÍVIDA EXTERNA DO BRASIL.....	66
2.	APÊNDICE 2 – TÍTULOS DA DÍVIDA EXTERNA – ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA – EUA.....	75
3.	APÊNDICE 3 – COMPARAÇÃO ENTRE TÍTULOS DA DÍVIDA EXTERNA MUNDIAL.....	76
4.	APÊNDICE 4 - ESTIMAÇÃO DE VOLATILIDADE E DAS MATRIZES DE CORRELAÇÃO E DE COVARIÂNCIA.....	82
5.	APÊNDICE 5 - FATORES DE RISCO E MAPEAMENTO EM VÉRTICES.....	84
	ANEXO.....	86
1.	ESPECIFICAÇÃO DOS CONTRATOS FUTUROS – BM&F.....	87

Lista de Tabelas:

Tabela 1: Descreve o volume em milhões por categoria de derivativos. Fonte: <i>FIA's Annual Volume Report</i>	6
Tabela 2: Descreve o volume em milhões por categoria de derivativos. Fonte: <i>FIA's Monthly Volume Report</i>	6
Tabela 3: Descreve o volume em milhões por Bolsa. Fonte: <i>FIA's Monthly Volume Report</i>	7
Tabela 4: Volume Financeiro em valor nocional (em US\$ Mil). Fonte: Bolsa de Mercadorias e Futuro – BM&F.....	7
Tabela 5: Conversão das categorias de opções no modelo de Black e Scholes (1973). Fonte: artigo “ <i>Quanto Mechanics</i> ” de REINER (1992).....	19
Tabela 6: Classificação dos contratos e das opções européias. Fonte: artigo “ <i>Valuing Derivatives Linked to Foreign Assets</i> ” de WEI (1997).....	23
Tabela 7: Principais diferenças entre os contratos futuros de NIKKEI225 negociados na CME. Fonte: Chicago Mercantile Exchange – CME.....	32
Tabela 8: Resumo do Resultado Integral da Modelagem de Estimação de Preço de Mercado por Cupom do C-Bond.....	52
Tabela 9: Resumo do Resultado Integral da Modelagem de Estimação de Preço de Mercado pelo último dia útil do fechamento do mês anterior ao vencimento do contrato futuro.....	53
Tabela 10: Medidas estatísticas sobre as diferenças entre os preços do primeiro tipo de série (critério de ajuste pelo vencimento do contrato).....	54
Tabela 11: Medidas estatísticas sobre as diferenças entre os preços do segundo tipo de série (critério de ajuste por liquidez dos negócios).....	54
Tabela 12: Resultados do <i>Back Test</i> do contrato futuro de C-Bond.....	57
Tabela 13: Descreve o fluxo de caixa do C-Bond. Fonte: Banco Central do Brasil.....	67
Tabela 14: Descrição dos títulos da dívida externa brasileira: Global 05, Global 06 e Global 07N. Fonte: Banco Central do Brasil.....	68
Tabela 15: Descrição dos títulos da dívida externa brasileira: Global 07, Global 08 e Global 08N. Fonte: Banco Central do Brasil.....	68

Tabela 16: Descrição dos títulos da dívida externa brasileira: Global 09, Global 09 Flutuante e Global 10. Fonte: Banco Central do Brasil.....	68
Tabela 17: Descrição dos títulos da dívida externa brasileira: Global 10N, Global 11 e Global 12. Fonte: Banco Central do Brasil.....	69
Tabela 18: Descrição dos títulos da dívida externa brasileira: Global 13, Global 14 e Global 19. Fonte: Banco Central do Brasil.....	69
Tabela 19: Descrição dos títulos da dívida externa brasileira: Global 20, Global 24 e Global 24b. Fonte: Banco Central do Brasil.....	69
Tabela 20: Descrição dos títulos da dívida externa brasileira: Global 27, Global 30 e Global 34. Fonte: Banco Central do Brasil.....	70
Tabela 21: Descrição do título da dívida externa brasileira Global 40. Fonte: Banco Central do Brasil.....	70
Tabela 22: Descrição dos títulos da dívida externa: EI Bond e FLIRB. Fonte: Banco Central do Brasil.....	71
Tabela 23: Descrição dos títulos da dívida externa: New Money Bond 1994 e DCB. Fonte: Banco Central do Brasil.....	71
Tabela 24: Descrição dos títulos da dívida externa: BIB/ Exit Bond, Par Bond e Discount Bond. Fonte: Banco Central do Brasil.....	72
Tabela 25: Descrição dos títulos da dívida externa: EUR – 05, EUR – 06 e DM – 07. Fonte: Banco Central do Brasil.....	72
Tabela 26: Descrição dos títulos da dívida externa: GBP - 07, EUR – 07 e DM – 08. Fonte: Banco Central do Brasil.....	73
Tabela 27: Descrição dos títulos da dívida externa: EUR - 09, EUR – 10 e EUR – 11. Fonte: Banco Central do Brasil.....	73
Tabela 28: Descrição dos títulos da dívida externa: EUR - 12 e EUR – 17. Fonte: Banco Central do Brasil.....	73
Tabela 29: Descrição dos títulos da dívida externa: Samurai 06 e Samurai 07. Fonte: Banco Central do Brasil.....	74

Lista de Figuras:

Figura 1: Gráfico Comparativo da rentabilidade acumulada a partir de base 100 em 31/12/1979 do Índice NIKKEI, do Dow Jones e do SP&500. Período: 31/12/1979 – 31/12/2004. Fonte: Bloomberg.....	10
Figura 2: Histograma das diferenças entre a cotação do dólar intermediário de 12:30 e o dólar de fechamento Ptax. Período: 19/11/2002 - 28/02/2005. Fonte: Banco Central do Brasil.....	37
Figura 3: Demonstração da Distribuição Normal Padrão com algumas correspondências entre Probabilidade e números de Desvio Padrão. Fonte: Jorion (1997).....	46
Figura 4: Histograma das Diferenças entre o Preço da Categoria 1 e do Ajuste da BM&F sobre o primeiro tipo de série (critério de ajuste pelo vencimento do contrato).....	55
Figura 5: Histograma das Diferenças entre o Preço da Categoria 2 e do Ajuste da BM&F sobre o primeiro tipo de série (critério de ajuste pelo vencimento do contrato).....	55
Figura 6: Histograma das Diferenças entre o Preço da Categoria 1 e do Ajuste da BM&F sobre o segundo tipo de série (critério de ajuste por liquidez dos negócios).....	56
Figura 7: Histograma das Diferenças entre o Preço da Categoria 2 e do Ajuste da BM&F sobre o segundo tipo de série (critério de ajuste por liquidez dos negócios).....	56
Figura 8: Representação Gráfica do VaR em percentual do valor de mercado do contrato futuro de C-Bond.....	57
Figura 9: Representação gráfica do <i>Back Test</i> do contrato futuro de C-Bond.....	58
Figura 10: Gráfico Comparativo da rentabilidade acumulada a partir de base 100 em 02/01/2001 dos principais títulos da dívida externa brasileira. Fonte: Bloomberg e Reuters.....	77
Figura 11: Evolução da taxa de juros internacionais e das taxas de juros do C-Bond e do Global40 de 03/07/2002 até 01/02/2005. Fonte: Bloomberg e Reuters.....	78
Figura 12: Mapeamento em vértices. Fonte: Jorion (1997).....	85

1. Introdução:

O mercado de derivativos negociados nas bolsas mundiais torna-se cada vez mais importante como pode ser verificado nas Tabelas 1 e 2 as quais apresentam o crescimento de volume de contratos das principais categorias de derivativos e das principais bolsas do mundo citadas na Tabela 3.

Tabela 1 – Numero de Contratos por Categoria (em milhões). Fonte:
FIA's Annual Volume Report.

Grupo de Derivativos	2003	2002	Variação em %
Índices de Ações	3.960,87	2.791,18	41,91%
Taxa de Juros	1.881,27	1.478,44	27,25%
Ações	1.558,52	1.354,70	15,05%
Commodities Agropecuário	261,15	199,39	30,98%
Energia	217,56	209,37	3,91%
Metais Não Preciosos	90,39	71,57	26,29%
Moeda ou Indexador Estrangeiro	77,85	60,56	28,53%
Metais Preciosos	64,46	51,26	25,75%
Outros	0,66	0,8	-17,14%
TOTAL	8.112,73	6.217,28	30,49%

Tabela 2 – Numero de Contratos por Categoria (em milhões). Fonte:
FIA's Monthly Volume Report.

Grupo de Derivativos	Jan-Out 2004	Jan-Out 2003	Variação em %
Índices de Ações	3.181,12	3.283,90	-3,10%
Taxa de Juros	1.904,38	1.610,42	18,30%
Ações	1.655,60	1.289,57	28,40%
Commodities Agropecuário	236,50	214,67	10,20%
Energia	202,56	185,59	9,10%
Metais Não Preciosos	88,11	73,24	20,30%
Moeda ou Indexador Estrangeiro	83,19	63,78	30,40%
Metais Preciosos	51,22	55,41	-7,60%
Outros	0,68	0,56	21,80%
TOTAL	7.403,38	6.777,13	9,20%

O panorama de importância no mercado de derivativos continua na América Latina e é liderado pela Bolsa de Mercadoria Futuro que cresceu em torno de 56,1% em número de contratos com 154,3 milhões de contratos e um volume de US\$ milhões de 4.032.266 em valor notional em 2003 como pode ser visto nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 3 – Numero de Contratos por Bolsa (em milhões). Fonte: *FIA's Monthly Volume Report*.

Bolsa	Jan-Out 2004	Jan-Out 2003	Variação em %
Korea Futures Exchange	2.187,72	2.408,26	-9,20%
Eurex	892,57	874,42	2,10%
Euronext.life	676,25	598,81	12,90%
Chicago Mercantile Exchange	671,07	539,55	24,40%
Chicago Board of Trade	494,38	381,65	29,50%
Chicago Board Options Exchange	295,66	233,65	26,50%
International Securities Exchange	293,14	198,45	47,70%
Bolsa de Valores de São Paulo	196,91	145,73	35,10%
Mexican Derivatives Exchange	189,80	145,71	30,30%
American Stock Exchange	167,71	151,39	10,80%
Bolsa de Mercadorias & Futuros	154,25	98,84	56,10%
New York Mercantile Exchange	134,37	115,39	16,40%
Philadelphia Stock Exchange	110,85	88,44	25,30%
OMX (Stockholm & Helsinki)	81,41	63,52	28,20%
Pacific Exchange	80,88	69,36	16,60%
Dalian Commodity Exchange	74,55	61,59	21,00%
Tokyo Commodity Exchange	64,65	75,70	-14,60%
National Stock Exchange of India	62,26	32,59	91,10%
London Metal Exchange	60,45	60,43	0,00%
Taiwan Futures Exchange	48,44	24,60	97,00%

Tabela 4 – Volume Financeiro em valor nocional (em US\$ Mil). Fonte: Bolsa de Mercadorias e Futuro – BM&F.

Mercado	2002	2003	Variação em %
Ouro	475.196	565.532	19,01
Índices (Inflação e Ações)	79.618.628	107.937.191	35,57
Taxas de Juro	2.563.815.083	2.920.810.332	13,92
Moeda ou Indexador Estrangeiro	934.420.419	995.149.799	6,50
Títulos da Dívida Externa	1.009.957	3.122.874	209,21
Commodities Agropecuário	3.976.816	4.681.229	17,71
TOTAL	3.583.316.099	4.032.266.957	12,53

Este mercado possui algumas funções como a de *hedge*, a especulativa e a de arbitragem como definido em HULL (2002). A função de *hedge* pode ser descrita como operações que possibilitam ao investidor a neutralização de fatores de risco de mercado associados a ativos. A especulativa é caracterizada por operações que não necessitam de desembolso inicial de caixa exceto margens de garantia e são direcionais em algum ativo podendo assim estar apostando na alta ou na queda deste ativo. A função de arbitragem pode ser descrita como operações nas quais um investidor trava um lucro sem risco, realizando

transações simultâneas em dois ou mais mercados, tirando vantagem de uma diferença momentânea nos preços.¹

Visto a crescente importância do mercado de derivativos nos aumentos de volumes envolvidos nas transações, os investidores devem necessitar de modelos matemáticos cada vez mais sofisticados a fim de fornecer preços de mercado dessas operações e cálculos de risco de mercado desses instrumentos financeiros em tempo real.

Em alguns momentos de grande liquidez mundial, círculos virtuosos de melhoria na economia mundial e queda dos prêmios de risco individuais dos títulos emitidos pelos países tidos como desenvolvidos (EUA, alguns países da comunidade européia e outros), os grandes investidores mundiais podem procurar alternativas em ativos financeiros de países em desenvolvimento que oferecem um retorno maior conforme mencionado por VASCONCELLOS (2002) e por BACEN (2001 e 2002 e 2003). Estas colocações estão mais detalhadas no Apêndice 3 e no Capítulo 1 – item 1.3..

No Brasil, o ano de 2003 caracterizou-se por esta procura pelos títulos da dívida externa brasileira como o C-Bond e o Global40 verificado pelo volume de captação (compras menos vendas) dos últimos anos o que pode ser verificado no Apêndice 3. Neste mesmo período, foram registradas as maiores valorizações históricas dos títulos da dívida externa brasileira como, por exemplo, os ativos: C-Bond e Global40, que entre os outros títulos da dívida externa brasileira explanados no Apêndice 1.

Os investidores no Brasil a fim de aplicar nesses ativos possuem algumas alternativas de investimento como, por exemplo: (1) aplicação direta no título da dívida externa brasileira através de envio de dinheiro para o exterior, (2) compra de cotas de fundos de investimento no

¹ Margem de garantia: são depósitos em dinheiro ou em ativos exigidos pelas bolsas nas quais são negociados derivativos. A margem de garantia tem a função de minimizar riscos de inadimplência como, por exemplo, de um investidor não ter recursos financeiros para honrar o pagamento advindo de um contrato de derivativo. No caso da Bolsa de Mercado Futuros – BM&F, as margens de garantia de futuros financeiros e agropecuários são calculadas a partir de um modelo de teste de estresse.

exterior – FIEEX ou de fundo de aplicação em cotas de FIEEX e (3) contratos futuros de C-Bond ou de Global40 negociados na Bolsa de Mercadorias Futuro – BM&F.^{2, 3}

Na primeira alternativa de investimento existe um desembolso de caixa em Real, a conversão da moeda Real para Dólar dos Estados Unidos da América, Ptax-800 opção número 3, definido pelo Banco Central do Brasil, o envio da quantidade em dólares para o exterior através, por exemplo, das chamadas operações CC5 e por fim a compra do título da dívida externa brasileira.^{4, 5}

Da mesma forma na segunda opção de investimento, o investidor no Brasil terá um desembolso de caixa para aplicação no FIEEX, porém, neste caso, não haverá a conversão de moeda de Real para Dólar feita diretamente pelo investidor que aplicará em Reais uma vez que o fundo é local. Contudo o fundo de investimento no exterior em nome dos cotistas irá fazer todo o processo descrito na primeira opção até a compra do título da dívida externa brasileira.

A terceira alternativa de investimento não implica em desembolso inicial de caixa exceto as margens de garantia, emolumentos, taxas de corretagem e ajustes de mercado diários por contrato futuro da BM&F e possui funções mais amplas além da aplicação

² Definição de FIEEX – Fonte Anbid e Comissão de Valores Mobiliários: São fundos que têm como objetivo investir preponderantemente em títulos representativos da dívida externa de responsabilidade da União. Estes fundos possuem conversão de cotas no dia útil seguinte ao pedido de resgate do cotista e seguem o disposto no artigo 96 da ICVM 409 (Artigo 96: Os fundos classificados como “Dívida Externa” deverão aplicar, no mínimo, 80% de seu patrimônio líquido em títulos representativos da dívida externa de responsabilidade da União, sendo permitida a aplicação de até 20% do patrimônio líquido em outros títulos de crédito transacionados no mercado internacional).

³ Definição de FAC FIEEX – Fonte Anbid: fundo de investimento em cotas de um FIEEX.

⁴ CC5 – Fonte Banco Central do Brasil: podem ser descritas como sendo pagamentos/ recebimentos em moeda nacional entre residentes no País e residentes no exterior mediante débitos/ créditos em conta em moeda nacional mantida no país pelo não residente. Embora a Carta-Circular, que regula a CC5, ter sido revogada em 1996 pela Circular 2.677, o nome CC5 permanece sendo utilizado pelo mercado.

⁵ Dólar Norte Americano – transação Ptax800: Conforme o Comunicado do Banco Central do Brasil Nº 8507 de 2001 que divulga a metodologia de apuração do PTAX, o dólar Ptax é calculado com base no resultado da taxa média (ponderada pelos volumes) das operações no mercado interbancário de câmbio, com liquidação em D + 2, obtida após o expurgo de uma parcela dessas operações cujo volume não é superior a 5% do volume negociado no dia. O expurgo é um dispositivo para eliminar possíveis “outliers”, ou seja, operações que tenham sido fechadas a taxas discrepantes das praticadas no mercado e utiliza um teste de simetria através do coeficiente de assimetria de “Pearson”.

direcional no título da dívida externa brasileira como, por exemplo, a de proteção do investidor em algum momento da aplicação direta no título da dívida externa (opção 1) ou no FIEX (opção 2).⁶

No final da década de 80 e começo da década de 90, houve analogicamente uma alternativa de investimento semelhante no EUA à terceira alternativa de investimento. Os investidores norte-americanos, que gostariam de participar da valorização que estava ocorrendo no mercado acionário japonês, conforme a Figura 1, poderiam investir através de contratos futuros de NIKKEI225 denominado em dólar negociados na Chicago Mercantile Exchange – CME recebendo ajustes na moeda local dos Estados Unidos da América em contraponto aos contratos futuros de NIKKEI negociados na bolsa de Osaka no Japão. Mais recentemente a CME lançou em fevereiro de 2004 um outro contrato NIKKEI225, porém este foi denominado em iene conforme pode ser visto no Capítulo 1 - Abordagem de Co, Richard - CME.

Figura 1: Gráfico Comparativo da rentabilidade acumulada a partir de base 100 em 31/12/1979 do Índice NIKKEI, do Dow Jones e do SP&500. Período: 31/12/1979 – 31/12/2004. Fonte: Bloomberg.

⁶ Ajustes (Fonte: BM&F): valorizações ou desvalorizações do ativo objeto do contrato futuro ao longo de um período definido em contrato. Contrato Futuro: em que as partes assumem compromisso de compra e/ou venda para liquidação (física e/ ou financeira) em data futura, contando com o ajuste diário do valor dos contratos, que é o mecanismo que possibilita a liquidação financeira diária de lucros e prejuízos das posições.

Os contratos futuros de Global40 e de C-Bond negociados na BM&F e os contratos futuros de NIKKEI225 negociados na CME são caracterizados por uma particularidade comum que envolve uma estrutura conhecida como Quanto Derivativos, a qual envolve um derivativo com duas moedas distintas. Embora os contratos da dívida externa brasileira possam ser definidos como um Quanto Derivativo e são classificados na mesma categoria do NIKKEI225 denominado em iene, esses contratos não possuem a mesma categoria que o contrato NIKKEI225 denominado em dólar. Estas atribuições aos contratos futuros da dívida externa brasileira são devidamente exploradas no Capítulo 2, item 2.2..

Na pesquisa realizada para obtenção de uma revisão bibliográfica abrangente foram selecionados artigos e capítulos de livros abordando principalmente a estrutura de Quanto Derivativo e em segundo plano a questão do fluxo de investimento mundial relacionado a essa estrutura de derivativo. Na parte referente ao fluxo de investimento mundial, o estudo concentrou-se no livro de VASCONCELLOS (2002), nos relatórios anuais do BACEN (2001,2002,2003) e nos artigos de CAVERHILL E SCHRAN (2002), ADLER E DUMAS (1983), KING E WADHWANI (1990), BORDUTHA *et al* (1995). A reunião desses autores interligou a questão do fluxo do investimento mundial juntamente com a tecnologia de comunicações, globalização e o sentimento e o fundamento de cada nação em escolher investir em um ativo financeiro em detrimento de outro de, conseqüentemente, da transmissão de volatilidade e de preços entre os países. Especificamente CAVERHILL E SCHRAN (2002) abordaram esse tema relacionando diretamente a um Quanto Derivativo, que no caso era o contrato futuro de NIKKEI denominado em dólar negociado na CME. A pesquisa referente ao tema principal da dissertação foi focada no livro de HULL (2002), no capítulo escrito por WEI (1997) do livro *Frontier Derivatives* e nos artigos de DERMAN *et al* (1990), REINER (1992), JAMSHIDIAN (1994), PIROS (1994) e CO (2004). Na abordagem feita por cada autor à estrutura de Quanto Derivativos pode-se verificar a classificação de seis categorias sendo que a maioria dos autores se concentrou em duas categorias: 1º cotação da moeda fixa até o vencimento multiplicando a diferença entre o preço do ativo no vencimento e o preço de exercício e 2º cotação da moeda variando diariamente até o vencimento multiplicando a diferença entre o preço do ativo no vencimento e o preço de exercício. Em complemento, também é modelado o preço de mercado das diversas categorias assim como as definições de cada categoria e da própria atribuição do que é um Quanto Derivativo.

Primeiramente à modelagem de estimação de preço e risco de mercado, no Capítulo 2 é caracterizado o contrato futuro de título da dívida externa negociado na BM&F como um Quanto Derivativo e no segundo momento é atribuído a possibilidade de classificação desse derivativo em duas categorias de Quanto: a categoria I de REINER (1992) e WEI (1997) e a categoria III de REINER (1992) ou II de WEI (1997). Nessa modelagem é utilizada a base da revisão bibliográfica para obter os modelos de estimação de preço de mercado mais adequados ao contrato futuro da dívida externa. Além disso, é sugerida uma alternativa de modelo de risco de mercado através do modelo paramétrico de Valor em Risco (VaR) baseado na revisão bibliográfica, no livro de JORION (1997), nos artigos de RiskMetricsTM (1995 e 1996), ENDERS (1995).

Os resultados obtidos através da modelagem proposta no Capítulo 2 são aplicados no contrato futuro do título da dívida externa brasileira C-Bond e são apresentados no Capítulo 3 através de uma amostra de 02/01/1997 a 28/02/2005 das variáveis primárias do modelo: cotação do dólar norte americano, preço a vista e futuro do C-Bond, taxa de juros Libor. Em termos de estimação de preço, é testada a aderência da estimação do preço de mercado contra os preços de mercado da fonte Bolsa de Mercadorias Futuro – BM&F. No caso dos testes para o modelo de risco de mercado é realizado a abordagem de KUPIEC (1995) assim como os gráficos de *Back Test*.⁷

⁷ *Back Test*: Teste de modelo para verificar se os resultados do modelo estão de acordo com o que acontece na realidade. Fonte: Banco Central do Brasil.

2. Capítulo 1 – Revisão Bibliográfica:

A fim de facilitar a comparação das metodologias dos autores, as diferenças notações usadas nos diversos artigos serão padronizadas conforme a lista abaixo para todos os capítulos independente das notações do artigo original.

C: opção de compra ou *Call*;

P: opção de venda ou *Put*;

F: valor de contrato *forward* do ativo objeto S;

G: valor de contrato forward da cotação do câmbio X (número de unidades da moeda estrangeira para uma unidade da moeda local);

X: cotação de cambio para troca de moedas;

S: cotação do ativo objeto

K: preço de exercício (*strike*);

^: indica que a taxa ou a cotação foi predefinida ou combinada na saída da operação;

‘: indica que o ativo objeto está na moeda estrangeira e a sua ausência indica que está na moeda local;

T: data de vencimento da operação;

t: data atual ou data base do cálculo;

Max: máximo de uma Equação;

N(): função distribuição cumulativa normal padrão;

r_d : taxa de juros livre de risco doméstica no instante “t”;

r_f : taxa de juros livre de risco estrangeira no instante “t”;

$r_{(letra)}$: taxa do ativo no instante “t” em que se refere à letra como, por exemplo, r_s significa retorno do ativo objeto;

$r_{\$}$: taxa de juros livre de risco norte americana no instante “t”;

$\sigma_{(letra)}$: volatilidade que será acompanhada de uma letra significando a qual o ativo se refere;

σ_{SX} : é a covariância entre o ativo objeto e a moeda e, portanto, também é igual à expressão $\rho_{SX} \sigma_S \sigma_X$;

q: taxa de dividendos;

ρ : correlação entre ativos que serão subscritos a frente desse símbolo;

π : carteira;

μ : média que será acompanhada de uma letra significando a qual o ativo se refere;

z : representa o processo de Wiener padrão referente ao ativo objeto⁸;

w : representa o processo de Wiener padrão referente à moeda;

Δ : Delta de uma opção européia ou primeira derivada do preço da opção em relação ao preço do ativo objeto no mesmo instante de avaliação;

$E()$: medida estatística chamada de esperança em uma moeda, que estará indicada em subscrito junto à notação;

M : valor de título sem pagamento de cupom intermediário somente com amortização de 100% do principal na data de vencimento em valor de moeda especificada em subscrito juntamente com a notação;

$f()$: denominação para função de uma ou mais variáveis que estarão entre os parênteses;

d ou ∂ : denominação de derivada. Quando não houver nenhuma potência junto à notação, significa que é a primeira derivada. Conforme o número da potência junto à notação, significará a ordem da derivada.

2.1. Definição de Quanto Derivativo:

Na literatura existem algumas definições das operações chamadas de Quanto e entre estas a escrita por HULL (2002) é bem difundida. O autor define Quanto como um derivativo que envolve duas moedas distintas no qual o retorno é obtido em termo de valores das variáveis medidas na primeira moeda, sendo realizado na segunda moeda.

⁸ Processo de Wiener: Fonte: livro de ROSS (1995) com título de “*Stochastic Processes*”. O processo de Wiener – que serve para explicar a movimentação dos ativos – é um caso particular de um Processo Estocástico de Markov. Ele foi muito utilizado na física para descrever o movimento de uma partícula que é sujeita a um grande número pequenos choques moleculares e a maioria das vezes é conhecido como movimento Browniano. Uma variável “ y ” segue um processo de Wiener se e somente se variação de “ yx ” é regido por um $\xi \sim N(0,1)$ o que indica uma Distribuição Gaussiana, função de um incremento variação de tempo – “ t ”, e as variações de “ ys ” são independentes para quaisquer intervalos de tempo de variação de t .

2.2. Fluxo de Investimento Mundial:

Do ponto de vista econômico, os fluxos de investimentos ou comerciais e outros fatores como, por exemplo, as tecnologias de telecomunicações estão crescentemente interligando os países ao longo dos anos conforme citado em VASCONCELLOS (2002). Um exemplo dessa tecnologia pode ser visto entre as bolsas CME e Singapoure Exchange - SGX que possuem o sistema *Mutual Offset System* – MOS. Este sistema interliga as duas bolsas na negociação dos contratos futuros de NIKKEI225, portanto um operador nos EUA pode negociar na SGX quando a CME estiver fechado com as mesmas características do contrato da CME e idem para um operador da SGX. A partir deste fato e do apresentado nos relatórios anuais do Banco Central do Brasil em relação aos fluxos de investimento mundial, a teoria econômica internacional pode fundamentar a razão do aumento dos fluxos de investimentos para um país em detrimento de outro utilizando a micro economia na qual o indivíduo fará a escolha das operações de sua carteira conforme a maximização da relação de risco e retorno. Estes fluxos de investimentos serão diretamente influenciados por expectativas e políticas cambiais e monetárias das diferentes nações como, por exemplo, quando a taxa de juros do país ou de um bloco econômico “A” é maior que a do “B” e ambos possuem risco semelhantes deve-se esperar um fluxo de investimentos positivo para “A”.⁹

Em função dessas variáveis entre as nações, das características dos indivíduos que formam o mercado financeiro de cada nação e das características das operações definidas como Quanto Derivativo, pode ser revelada uma ausência de segmentação mundial do mercado financeiro, principalmente, quando o preço do ativo objeto do Quanto Derivativo está correlacionado com outro ativo objeto local. Especificamente essa situação foi evidenciada por CARVERHILL & SCHRAM (2002) em relação ao NIKKEI225 negociado na Chicago Mercantile Exchange - CME com o contrato futuro de S&P500.

⁹ Nação: como é apresentado por Adler e Dumas, há diversas formas de identificar uma nação. No caso da teoria de David Ricardo, uma nação pode ser identificada pelas preferências de consumo e pela tecnologia. A melhor forma de definir uma nação é a Paridade de Poder de Compra – Purchasing Power Parity.

CARVERHILL & SCHRAM (2002) apresentam as diferenças entre os preços do NIKKEI225 denominado em dólar negociado na CME e os contratos NIKKEI denominados em iene negociados em Osaka Securities Exchange - OSE e Singapore International Monetary Exchange – SIMEX. Estas diferenças se resumem a duas questões: o “sentimento” de cada mercado local influenciando o preço do NIKKEI225 e a denominação da moeda dos contratos. A primeira divergência referente ao “sentimento” de cada mercado consensualmente existe e significa que um mercado pode influenciar o outro uma vez que estão negociando o mesmo ativo objeto somente em locais e com moedas diferentes sem nenhuma barreira institucional. Adicionalmente os autores tentam fundamentar mais essa influência através de algumas regressões com os contratos e, também com alto coeficiente de correlação obtido entre os três contratos de 95% no período de 10/10/1990 até 31/12/1999. No caso da segunda diferença referente à denominação das moedas, os autores apresentam a vantagem de não haver risco cambial de conversão de iene para o dólar ao investidor norte americano ter um contrato de NIKKEI225 negociado na sua moeda local.¹⁰

2.3. Abordagem de Reiner, Eric:

No seu artigo, “*Quanto Mechanics*”, REINER (1992) explica como adaptar o modelo de BLACK & SCHOLES (1973) e suas variáveis para as diversas opções com a estrutura Quanto, apresentando a carteira que faz a proteção para operação em moeda local e estrangeira, e o modelo de GARMAN & KOHLHAGEN (1983).^{11, 12}

¹⁰ A fim de aprofundar este assunto referente à segmentação do mercado internacional, recomenda-se a leitura do artigo de BORDUTHA, KIM E LEE (1995) sobre “*Closed-end Country Funds and U. S. Market Sentiment*” e do artigo de KIM, SZAKMARY E MATHUR (2000) sobre “*Price Transmission Dynamics between ADRs and their Underlying Foreign Assets*”.

¹¹ Modelo de BLACK & SCHOLES (1973): Modelo de preços de opções desenvolvido por Fisher Black e Myron Scholes. Ver artigo de 1973 “*The Pricing of Options and Corporate Liabilities*” publicado no *Journal of Political Economy* no qual é demonstrado como valorizar a preço de mercado as opções através de um argumento de Hedge dinâmico com uma carteira de ações.

¹² Ver artigo *Foreign Currency Option Values* de Garman, M. B. e S. W. Kohlhagen de 1983 publicado em *Journal of International Money and Finance*.

As opções são classificadas em quatro Categorias: 1º *Foreign Equity Call Struck in Foreign Currency* ou C_{R1} , 2º *Foreign Equity Call Struck in Domestic Currency* ou C_{R2} , 3º *Fixed Exchange Rate Foreign Equity Call* ou C_{R3} e 4º *Equity Linked Foreign Exchange Call* ou C_{R4} . A C_{R1} pode ser utilizada pelo investidor que deseja participar dos ganhos no ativo objeto do exterior com certa proteção contra perdas no ativo objeto e desinteresse numa queda potencial da cotação da moeda estrangeira. A C_{R2} pode ser utilizada quando o investidor quer receber todo retorno positivo do mercado estrangeiro onde o ativo objeto é negociado, porém somente quando estes retornos forem significativos na moeda local do investidor. A C_{R3} é semelhante à primeira Categoria diferenciando somente na fixação de taxa de conversão da moeda, portanto neste caso o investidor sempre tem a proteção ao risco de conversão da moeda ou risco cambial. A C_{R4} deve ser utilizada para o investidor obter uma exposição no ativo objeto no mercado estrangeiro independente desse mercado cair ou subir de cotação, porém colocando um limite inferior no risco cambial.¹³

O autor apresenta as Equações de cada Categoria de opção desenvolvendo cada uma através de derivações e dos mesmos princípios do modelo de BLACK & SCHOLES (1973). Segue abaixo os resultados finais das Equações assim como uma tabela na qual resume os parâmetros de entrada no modelo de apreçamento de opções BLACK & SCHOLES (1973).

1. Equações de Apreçamento:

$$C_{R1T} = X_T \text{Max}(S'_T - K', 0) \quad (\text{Equação 1.4.1.})$$

$$C_{R1t} = S'_t X_t q^{-(T-t)} N(d_1) - K' X_t r_f^{-(T-t)} N\left(d_1 - \sigma_{S'_t} \sqrt{(T-t)}\right) \text{ com}$$

$$d_1 = \frac{\log\left(\frac{S'_t q^{-(T-t)}}{K' r_f^{-(T-t)}}\right)}{\sigma_{S'_t} \sqrt{(T-t)}} + \frac{\sigma_{S'_t} \sqrt{(T-t)}}{2} \quad (\text{Equação 1.4.2.})$$

$$C_{R2T} = \text{Max}(S'_T X_T - K, 0) \quad (\text{Equação 1.4.3.})$$

¹³ O símbolo “_R” refere-se ao autor Reiner, Eric e serve para diferenciá-la sua abordagem em relação aos próximos autores. No seu artigo original, Reiner, Eric não utiliza o símbolo “_R” para diferenciá-la as Categorias de opções e sim somente o símbolo C_1 , C_2 , C_3 e C_4 .

$$C_{R2t} = S'_t X_t q^{-(T-t)} N(d_2) - K r_d^{-(T-t)} N(d_2 - \sigma_{S'_t X_t} \sqrt{T-t}) \text{ com}$$

$$d_2 = \frac{\log\left(\frac{S'_t X_t q^{-(T-t)}}{K r_d^{-(T-t)}}\right)}{\sigma_{S'_t X_t} \sqrt{T-t}} + \frac{\sigma_{S'_t X_t} \sqrt{T-t}}{2} \quad (\text{Equação 1.4.4.})$$

$$\sigma_{S'_t X_t} = \sqrt{\sigma_{S'_t}^2 + \sigma_{X_t}^2 + 2\rho_{S'_t X_t} \sigma_{S'_t} \sigma_{X_t}} = \sigma_{S'_t X'_t}$$

$$C_{R3T} = \hat{X} \text{Max}(S'_T - K', 0) = \text{Max}(S'_T \hat{X} - K, 0) \quad (\text{Equação 1.4.5.})$$

$$C_{R3t} = \hat{X} \left\{ S'_t \left(\frac{r_d q}{r_f} \right)^{-(T-t)} \exp\left(-\rho_{S'_t X_t} \sigma_{S'_t} \sigma_{X_t} (T-t)\right) N(d_3) - K' r_d^{-(T-t)} N\left(d_3 - \sigma_{S'_t} \sqrt{T-t}\right) \right\}$$

$$d_3 = \frac{\log\left(\frac{S'_t q^{-(T-t)}}{K' r_f^{-(T-t)}}\right) - \rho_{S'_t X_t} \sigma_{S'_t} \sigma_{X_t} (T-t)}{\sigma_{S'_t} \sqrt{T-t}} + \frac{\sigma_{S'_t} \sqrt{T-t}}{2} \quad (\text{Equação 1.4.6.})$$

$$C_{R4T} = S'_T \text{Max}(X_T - K, 0) \quad (\text{Equação 1.4.7.})$$

$$C_{R4t} = S'_t X_t q^{-(T-t)} N(d_4) - K S'_t \left(\frac{r_d q}{r_f} \right)^{-(T-t)} \exp\left(-\rho_{S'_t X_t} \sigma_{S'_t} \sigma_{X_t} (T-t)\right) N(d_4 - \sigma_{X_t} \sqrt{T-t})$$

$$d_4 = \frac{\log\left(\frac{X_t r_f^{-(T-t)}}{K r_d^{-(T-t)}}\right) + \rho_{S'_t X_t} \sigma_{S'_t} \sigma_{X_t} (T-t)}{\sigma_{X_t} \sqrt{T-t}} + \frac{\sigma_{X_t} \sqrt{T-t}}{2} \quad (\text{Equação 1.4.8.})$$

2. Carteira de Proteção ou *Hedge*:

Para a C_{R1} :

$$\pi_{S_t} = q^{-(T-t)} N(d_1) \text{ quantidade de ações} - K' r_f^{-(T-t)} N\left(d_1 - \sigma_{S'_t} \sqrt{T-t}\right) \text{ em moeda estrangeira}$$

Para a C_{R2} :

$$\pi_{S'_t} = q^{-(T-t)} N(d_2) \text{ quantidade de ações} - K r_d^{-(T-t)} N\left(d_2 - \sigma_{S'_t X_t} \sqrt{T-t}\right) \text{ em moeda local}$$

Para a C_{R3} :

$$\pi_{S_t} = \frac{\hat{X}}{X_t} \left(\frac{r_d q}{r_f} \right)^{-(T-t)} \exp \left(\rho_{S'_t X_t} \sigma_{S'_t} \sigma_{X_t} (T-t) \right) N(d_3) \text{ ações} - \text{ações} * S'_t \text{ de moeda estrangeira}$$

Para a C_{R4} :

$$\pi_{S_t} = \frac{C_{R4t}}{S'_t X_t} \text{ ações} - K S'_t \left(\frac{r_d q}{r_f} \right)^{-(T-t)} \exp \left(-\rho_{S'_t X_t} \sigma_{S'_t} \sigma_{X_t} (T-t) \right) N(d_4 - \sigma_{X_t} \sqrt{T-t}) \text{ em moeda local}$$

3. Tabela com o resumo das alterações no modelo de apreçamento BLACK & SCHOLES (1973) para cada Categoria de opção:

Tabela 5 – Conversão das categorias de opções no modelo de BLACK & SCHOLES (1973). Fonte: artigo “*Quanto Mechanics*” de REINER (1992).

Categoria de Opção	Parâmetros correspondentes no modelo de Black & Scholes				
Black Scholes (ações no mercado local)	S	K	r_d	q	σ_s
Garman Kohlhagen (moeda - câmbio)	X	K	r_d	r_f	σ_X
Foreign Equity Call Struck in Foreign Currency (preço do ativo objeto e de exercício em moeda estrangeira)	$S'X$	$K'X$	r_f	q	$\sigma_{s'}$
Foreign Equity Call Struck in Domestic Currency (preço do ativo objeto em moeda estrangeira e preço de exercício em moeda local)	$S'X$	K	r_d	q	$\sigma_{s'X}$
Fixed Exchange Rate Foreign Equity Call (preço do ativo objeto e do exercício em cotação fixa da moeda estrangeira)	$S'X^A$	$K'X^A$	r_d	$r_d / r_f^* \exp(\rho_{s'X^*} \sigma_{s'}^* \sigma_X)$	$\sigma_{s'}$
Equity Linked Foreign Exchange Call (combinação de uma opção de moeda e uma opção do ativo objeto)	$S'X$	$K S'$	$r_d / r_f^* \exp(\rho_{s'X^*} \sigma_{s'}^* \sigma_X)$	q	σ_X

2.4. Abordagem de Jamshidian, Farshid:

O artigo “*Corraling Quantos*” de JAMSHIDIAN (1994) procura apreçar o valor de mercado de opções europeias Quanto através de utilização de aplicação de uma estratégia de carteira de proteção e comenta que essa metodologia pode ser usada em “DIFF Swap” e

opções de melhor escolha entre dois ativos objetos. Neste apreçamento, foram assumidos alguns pontos sobre todas variáveis: (1) o modelo de apreçamento é Gaussiano, (2) o processo é Itô, (3) é obedecido o movimento Browniano, (4) o vetor de volatilidade e as covariâncias são determinísticos (as) e (5) os preços *forwards* são semi-Martingales.¹⁴

Após a criação de uma carteira de proteção em que simula a opção européia Quanto e a aplicação do Lema de Itô nessa carteira, o autor estabelece Equações de apreçamento dos contratos *forwards* e de opções européias. Estas Equações foram utilizadas na abordagem do HULL (2002). O autor – HULL (2002) – no livro “*Options, Futures and Other Derivatives*” sugere o artigo “*Corraling Quantos*” como leitura complementar.

2.5. Abordagem de Hull, C. John:

Considerando a definição sobre a estrutura Quanto citada anteriormente neste capítulo e a conversão nas notações realizada para efeito de melhor comparação entre os autores, são apresentadas abaixo as Equações que resultam no valor de mercado do contrato *forward* Quanto. Estas Equações foram obtidas de derivações, da utilização do Lema de Itô, da teoria de não arbitragem entre carteiras e de assumir que o processo das variáveis respeita as premissas da distribuição gaussiana e do processo de Wiener. Adicionalmente são realizadas algumas considerações importantes em relação à estrutura de Quanto derivativo como, por exemplo, o paradoxo de Siegel.

Primeiramente HULL (2002) determina a esperança dos contratos *forwards* do ativo objeto na moeda estrangeira iene e da cotação de moedas através das Equações 1.6.1. e 1.6.2. obtida por mudança de variável e posteriormente através das aplicações dos métodos e das premissas citadas no parágrafo anterior obtém a Equação 1.6.3. que sintetiza a relação entre os contratos do ativo objeto na diferentes moedas e, também, o seu valor de mercado na moeda local dólar.

¹⁴ DIFF Swap: é um swap sobre taxa de juros no qual a variação da taxa de juros é observada em uma moeda A e o principal do swap é remunerado em uma moeda B. Derivativos chamados também de *Differential Swaps*.

$$E_{\text{iene}}(S'_t) = F_t \quad (\text{Equação 1.6.1})$$

$$\frac{M_{\text{dólar},t}}{M_{\text{iene},t}} = G_t \quad (\text{Equação 1.6.2})$$

$$E_{\text{dólar}}[(F_T)] = E_{\text{iene}}[(F_T)] e^{\left(\rho_{X S'_t} \sigma_{X_t} \sigma_{S'_t}\right)(T-t)} \quad (\text{Equação 1.6.3})$$

Outra forma de solucionar a modelagem do preço de mercado da operação Quanto é com a avaliação do processo estocástico de cada variável no mundo risco neutro. O problema em utilizar esse método é conhecer o processo do ativo objeto na moeda local uma vez que o ativo objeto está na moeda estrangeira. A fim de resolver esse problema, é usado a avaliação do processo $S'_t X_t$ e a aplicação do Lema de Itô nas Equações 1.6.4. e 1.6.5. que representam os processo de cada variável. Por último, é conseguido o preço de mercado da operação Quanto a partir da Equação 1.6.6. que representa o processo estocástico de $S'_t X_t$. Vale ressaltar um ponto fundamental na análise da equação de apreçamento: o sinal que antecede o termo $\rho_{SX} \sigma_S \sigma_X$ depende da definição da cotação da moeda “X”. Portanto se “X” for definida como a quantidade de iene para 1 (um) dólar, o sinal desse termo será positivo; e caso a cotação da moeda “X” seja definida como a quantidade de dólares para 1 (um) iene, o sinal será invertido e se torna negativo.

$$\partial S'_t = (r_f - q) S'_t dt + \sigma_{S'_t} S'_t dz \quad (\text{Equação 1.6.4})$$

$$\partial X_t = (r_f - r_d) X_t dt + \sigma_{X_t} X_t dw \quad (\text{Equação 1.6.5})$$

$$\partial [S'_t X_t] = \left(2r_f - q - r_d + \rho_{S'_t X_t} \sigma_{S'_t} \sigma_{X_t} \right) S'_t X_t dt + S'_t X_t \left(\sigma_{S'_t} dz + \sigma_{X_t} dw \right) \quad (\text{Equação 1.6.6.})$$

O paradoxo de Siegel é o resultado obtido da taxa de crescimento no mundo neutro ao risco igual à $r_f - r_d + \sigma_{X_t}^2$ ao invés de $r_f - r_d$. Este resultado pode ser explicado através da Equação 1.6.5. e da Equação 1.6.7. que representa o processo da moeda através da perspectiva do investidor estrangeiro. Sabendo que a Equação 1.6.7. fornece a taxa de crescimento $(1/X_t)$ deve-se reduzir da Equação o termo $\sigma_{X_t}^2$ para considerar a situação dentro da perspectiva do investidor estrangeiro ao invés do investidor local.

$$\partial \left(\frac{1}{X_t} \right) = \left[r_f - r_d + \sigma_{X_t}^2 \right] \frac{1}{X_t} dt - \sigma_{X_t} \left(\frac{1}{X_t} \right) dw$$

(Equação 1.6.7.)

2.6. Abordagem de Wei, Z. Jason:

No artigo “*Valuing Derivatives Linked to Foreign Assets*”, WEI (1997) se propõe a classificar e valorizar a mercado todos os derivativos com ativos objetos envolvendo troca de moedas com moedas locais e estrangeiras. Entre esses derivativos se encontram as opções européias, as opções americanas e os contratos futuros.^{15, 16}

A definição dos contratos futuros ou CCFC dada pelo autor é semelhante a do Quanto Derivativo dado pelo HULL (2002). O CCFC é um acordo de compra ou venda um ativo objeto em moeda estrangeira a um preço fixo em uma data de vencimento específica. A diferença entre esse preço fixo na data de vencimento do contrato e o valor final efetivo do ativo objeto na data de vencimento são dados em uma quantidade de moeda estrangeira no qual se pode chamar de ajuste ou simplesmente resultado da operação. Esse ajuste, que está inicialmente na moeda estrangeira e de referência do ativo objeto, é convertido ao investidor local através do câmbio para a moeda local.

A classificação relacionada aos CCFCs ou as opções européias são divididas em quatro categorias comuns citadas abaixo na Tabela 6. No caso específico das opções européias ou CCPO (opção de venda) ou CCCO (opção de compra) também é comentado a existência de uma quinta Categoria chamada de “ELF-X” ou *Equity Linked Foreign Exchange Option*. Esta última opção equivalente à quarta Categoria de opção citada no artigo do REINER (1992).

¹⁵ No artigo, o autor denomina os derivativos como *cross-currency forward contracts* – CCFC e, também, os trata como *forwards* diferente da forma de contrato futuro.

¹⁶ Nesta revisão não serão apresentados os resultados obtidos sobre as opções americanas, portanto caso haja interesse do leitor favor consultar o artigo citado na Referência.

Tabela 6 – Classificação dos contratos e das opções européias. Fonte: artigo “*Valuing Derivatives Linked to Foreign Assets*” de WEI (1997).

Nome da Categoria	Equação CCFC no Vencimento	Equação da opção no Vencimento
CCFC I ou CCPO I	$X_T (S'_T - K')$	$\text{Max}[0, X_T (K' - S'_T)]$
CCFC II ou CCPO II	$\hat{X} (S'_T - K')$	$\text{Max}[0, \hat{X} (S'_T - K')]$
CCFC III ou CCPO III	$\hat{X} S'_T - X_T K'$	$\text{Max}[0, \hat{X} S'_T - X_T K']$
CCFC IV ou CCPO IV	$X_T S'_T - \hat{X} K'$	$\text{Max}[0, X_T S'_T - \hat{X} K']$
CCCO V		$S'_T \text{Max}[0, X_T - K']$

A Categoria I é um contrato no qual o resultado é obtido através da diferença entre o ativo objeto e o preço de exercício que estão na moeda estrangeira. Este resultado deve ser convertido para a moeda local com a cotação corrente da data de vencimento. Esta Categoria referente à opção européia é idêntica à Categoria I de REINER (1992).

A Categoria II é equivalente à Categoria anterior exceto pelo fato da conversão de moeda estrangeira para local, pois o resultado no vencimento deve ser convertido pela moeda local com a cotação especificada e combinada no início da operação. O autor também classifica o NIKKEI225 denominado em dólar como sendo pertencente a esta Categoria uma vez que existe uma cotação pré-combinada no valor de US\$ 5 por contrato. Esta Categoria também é identificada na abordagem de REINER (1992) sendo idêntica à Categoria III do seu artigo “*Quanto Mechanics*”.

No caso da Categoria III e da Categoria IV, que são complementares ao artigo do REINER (1992), existe um antagonismo entre elas. O contrato classificado como III tem o valor do ativo objeto em moeda estrangeira convertido para a moeda local através da cotação combinada no início da operação e o preço de exercício em moeda estrangeira convertido para a moeda local através da cotação corrente no vencimento. Já o da Categoria IV exatamente inverso no que tange as conversões das moedas: o valor do ativo objeto é convertido pela cotação corrente no vencimento enquanto o preço de exercício é convertido pela cotação pré-combinada.

As opções européias chamadas de “ELF-X” fazem parte da classificação numero V ou no artigo do REINER (1992) equivalem à Categoria IV e, portanto, possuem a mesma definição. No caso de uma opção de compra, os investidores estão querendo participar de movimentos de ações em moeda estrangeira com um limite inferior na variação da cotação do câmbio necessário para conversão da ação de moeda estrangeira para local.

O autor desenvolve as Equações 1.7.1. e 1.7.2. a fim de verificar o preço corrente a mercado dos contratos assumindo três condições. A primeira condição trata-se de uma abordagem envolvendo equações diferenciais parciais e processo estocástico no mundo risco neutro para descobrir o valor de mercado atual dos contratos. A segunda é uma definição das duas variáveis responsáveis pelo valor de mercado dos contratos: cotação da moeda e preço do ativo objeto. A última refere-se a assumir que essas variáveis seguem o movimento Browniano clássico.

$$\frac{dS'_t}{S'_t} = \mu_{S'} dt + \sigma_{S'} dz \quad (\text{Equação 1.7.1.})$$

$$\frac{dX_t}{X_t} = \mu_X dt + \sigma_X dw \quad (\text{Equação 1.7.2.})$$

A fim de conseguir o processo estocástico de S_t e X_t no mundo risco neutro, é derivado a Equação diferencial parcial através dos argumentos de COX, INGERSOLL & ROSS (1985) e é aplicado o Lema de Itô. As Equações 1.7.3. e 1.7.4. são o resultado dessas derivações e da aplicação do Lema de Itô e é com essas Equações que é conseguido o valor a mercado atual dos contratos classificados na Categoria da Tabela 6.

$$\frac{dS'_t}{S'_t} = (r_f - q - \sigma_{S'X}) dt + \sigma_{S'} dz \quad (\text{Equação 1.7.3.})$$

$$\frac{dX_t}{X_t} = (r_d - r_f) dt + \sigma_X dw \quad (\text{Equação 1.7.4.})$$

A partir das Equações 1.7.3. e 1.7.4. são apresentados o valor de mercado atual para os contratos CCFCs, CCPOs e as CCCOs conforme cada Categoria de contrato. Adicionalmente às Equações e ao desenvolvimento das mesmas, é importante comentar que o autor assumiu na modelagem a taxa de dividendos sendo continua, a taxa constante de juros livre de risco tanto para o mercado local quanto para o estrangeiro, as volatilidades constantes e a cotação da moeda “X” sendo a quantidade de dólares para 1 (um) iene.

Categoria I:

$$F_I = S'_t e^{(r_f - q)(T-t)} \quad (\text{Equação 1.7.5.})$$

$$P_I = X_t \left[K' e^{-r_f(T-t)} N(-d_2) - S'_t e^{-q(T-t)} N(-d_1) \right] \quad (\text{Equação 1.7.6.})$$

$$C_I = X_t \left[S'_t e^{-q(T-t)} N(d_1) - K' e^{-r_f(T-t)} N(d_2) \right] \quad (\text{Equação 1.7.7.})$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S'_t}{K'}\right) + \left(r_f - q + \frac{\sigma_{S'_t}^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma_{S'_t} \sqrt{T-t}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma_{S'_t} \sqrt{T-t}$$

Categoria II:

$$F_{II} = S'_t e^{(r_f - q - \sigma_{S'_t X_t})(T-t)} \quad (\text{Equação 1.7.8.})$$

$$P_{II} = X \left[K' e^{-r_f(T-t)} N(-d_3) - S'_t e^{-\left(r_f + q + \sigma_{S'_t X_t}\right)(T-t)} N(-d_4) \right] \quad (\text{Equação 1.7.9.})$$

$$C_{II} = X \left[S'_t e^{-\left(r_f + q + \sigma_{S'_t X_t}\right)(T-t)} N(d_3) - K' e^{-r_f(T-t)} N(d_4) \right] \quad (\text{Equação 1.7.10.})$$

$$d_3 = \frac{\ln\left(\frac{S'_t}{K'}\right) + \left(r_f - q - \sigma_{S'_t X_t} + \frac{\sigma_{S'_t}^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma_{S'_t} \sqrt{T-t}}$$

$$d_4 = d_3 - \sigma_{S'_t} \sqrt{T-t}$$

Categoria III:

$$F_{III} = \frac{\hat{X}}{X_t} S'_t e^{(2r_f - q - \sigma_{\hat{X}_t} - r_d)(T-t)} \quad (\text{Equação 1.7.11.})$$

$$P_{III} = X_t K' e^{-r_f(T-t)} N(-d_6) - \hat{X} S'_t e^{-\left(r_f + q + \sigma_{\hat{X}_t} - r_d\right)(T-t)} N(-d_5) \quad (\text{Equação 1.7.12.})$$

$$C_{III} = \hat{X} S'_t e^{-\left(r_f + q + \sigma_{\hat{X}_t} - r_d\right)(T-t)} N(d_5) - X_t K' e^{-r_f(T-t)} N(d_6) \quad (\text{Equação 1.7.13.})$$

$$d_5 = \frac{\ln\left(\frac{\hat{X} S'_t}{X_t K'}\right) + \left(2r_f - r_d - q - \sigma_{\hat{X}_t} + \frac{m^2}{2}\right)(T-t)}{m\sqrt{T-t}}$$

$$d_6 = d_5 - m\sqrt{T-t}$$

$$m = \sqrt{\sigma_{S'_t}^2 - 2\sigma_{S'_t} \sigma_{X_t} \rho_{S'_t X_t} + \sigma_{X_t}^2}$$

Categoria IV:

$$F_{IV} = \frac{X_t}{\hat{X}} S'_t e^{(r_d - q)(T-t)} \quad (\text{Equação 1.7.14.})$$

$$P_{IV} = \hat{X} K' e^{-r_d(T-t)} N(-d_8) - (S'_t X_t) e^{-q(T-t)} N(-d_7) \quad (\text{Equação 1.7.15.})$$

$$C_{IV} = (S'_t X_t) e^{-q(T-t)} N(d_7) - K' \hat{X} e^{-r_d(T-t)} N(d_8) \quad (\text{Equação 1.7.16.})$$

$$d_7 = \frac{\ln\left(\frac{S'_t X_t}{K' \hat{X}}\right) + \left(r_d - q + \frac{v^2}{2}\right)(T-t)}{v\sqrt{T-t}}$$

$$d_8 = d_7 - v\sqrt{T-t}$$

$$v = \sqrt{\sigma_{S'_t}^2 + 2\rho_{S'_t X_t} \sigma_{S'_t} \sigma_{X_t} + \sigma_{X_t}^2}$$

Categoria V:

$$P_V = S'_t K' e^{-\left(r_f - r_d - q - \sigma_{\hat{X}_t}\right)(T-t)} N(-d_{10}) - S'_t X_t e^{-q(T-t)} N(-d_9) \quad (\text{Equação 1.7.17.})$$

$$C_V = S'_t X_t e^{-q(T-t)} N(d_9) - S'_t K' e^{\left(r_f - r_d - q - \sigma_{S'_t X_t}\right)(T-t)} N(d_{10}) \quad (\text{Equação 1.7.18.})$$

$$d_9 = \frac{\ln\left(\frac{X_t}{K'}\right) + \left(r_d - r_f + \sigma_{S'_t X_t} + \frac{\sigma_{X_t}^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma_{X_t} \sqrt{T-t}}$$

$$d_{10} = d_9 - \sigma_{X_t} \sqrt{T-t}$$

Como pode ser verificado no valor de mercado F_{II} existe a independência da cotação da moeda, porém o valor de mercado ainda sofre influência da covariância entre o ativo objeto e a cotação do dólar. Adicionalmente, o investidor deve ter ciência que a proteção do ativo objeto convertido pela cotação pré-combinada não é imediata uma vez que esta cotação não necessariamente é a mesma ao longo de um período. A fim de esclarecer essa questão da proteção ou *hedge*, a seguir são apresentadas as conclusões do autor sobre as opções européias.

No caso da Categoria I é necessário negociar na moeda local a quantidade de $X_t e^{-q(T-t)} N(d_1)$ do ativo objeto (S'_t) para neutralizar o risco associado ao ativo objeto S'_t e, também, negociar $C_1 / X_t - S_t e^{-q(T-t)} N(d_1)$ unidades de moeda estrangeira a fim de neutralizar o risco advindo do câmbio. No caso da Categoria II, é necessário negociar Δ/X_t unidades do ativo objeto (S'_t) em moeda local e emprestar $S_t \Delta/X_t$ unidades em moeda estrangeira. Na Categoria

III, é necessário negociar $\frac{\hat{X}}{X_t} \left(e^{-\left(r_d + q + \sigma_{S'_t X_t} - r_f\right)(T-t)} N(d_5) \right)$ de unidades do ativo objeto (S'_t) em

moeda local e emprestar $K' e^{-r_f(T-t)} N(d_6) + S'_t \left(\frac{\hat{X}}{X_t} \right) \left(e^{-\left(r_d + q + \sigma_{S'_t X_t} - r_f\right)(T-t)} N(d_5) \right)$ de unidades

em moeda estrangeira. Na Categoria IV não há razão direta para negociar alguma quantidade de moeda estrangeira desde que o ativo objeto por ser estrangeiro já faça a proteção contra a variação do câmbio e, portanto, somente é necessário negociar $e^{-q(T-t)} N(d_7)$ unidades do ativo objeto (S'_t). Por último na Categoria V, é preciso negociar $C_V / (S_t X_t)$ unidades do ativo objeto (S'_t) e $(S_t e^{-q(T-t)} N(d_9) - C_V / X_t)$ unidades de moeda estrangeira.

2.7. Abordagem de Derman, Karasinski e Wecker:

No artigo *Understanding Guaranteed Exchange-Rate Contracts in Foreign Stock Investments* (1990), os autores Emanuel Derman, Piotr Karasinski e Jeffrey S. Wecker definem e aprofundam alguns conceitos sobre os contratos Quanto Derivativo da Categoria III e II do REINER (1992) e do WEI (1997), respectivamente. Neste aprofundamento são tratadas as questões do apreamento sobre dois prismas e da proteção ou *hedge* das opções européias e do contrato *Forward* ou “GER” como autor chama. Estes prismas se referem ao método de achar o valor de mercado dos contratos que pode ser através da distribuição de probabilidade ou através de um argumento de arbitragem.¹⁷

Segundo os autores, o contrato “GER” em uma ação estrangeira formalmente é um acordo entre duas partes no qual a parte recebe numa data especificada a remuneração advinda da ação estrangeira convertida para moeda local através de uma cotação de moeda pré-determinada conforme a Equação 1.8.1.. Em complemento a essa definição, é comentado que os valores dos contratos não são influenciados pela variação da cotação da moeda, porém existe a influência direta da covariância entre a ação e a cotação da moeda. Essa influência deve-se ao fato do contrato estar em função de uma ação estrangeira que está na sua própria moeda.

$$(S'_t - K')\hat{X} = S'_t \hat{X} - K' \hat{X} \quad (\text{Equação 1.8.1.})$$

O método de valorização do “GER” através de uma carteira composta do “GER”, venda de posição em ações estrangeiras e compradas em posição em moeda é focado em um ajuste no centro da distribuição de probabilidade. Estas distribuições da moeda e da ação são assumidas como lognormal. A partir desse momento, cada uma das variáveis é fixada e são achadas as Equações 1.8.2. e 1.8.3. da esperança da ação e da moeda.

¹⁷ GER: significa a abreviação de *Guaranteed Exchange-Rate* ou taxa de câmbio pré-determinada.

$$E[X_T] = X_t e^{(r_f - r_f)(T-t)} \quad (\text{Equação 1.8.2.})$$

$$E[S_T] = S_t e^{(r_f - q_1)(T-t)}$$

$$q_1 = q + \sigma_{S,X_t} \quad (\text{Equação 1.8.3.})$$

Combinando as Equações 1.8.1., 1.8.2. e 1.8.3., é possível descontar o valor do “GER” do vencimento para a data atual do cálculo tanto para o caso de contrato *Forward* quanto para as opções de venda européia. Nas Equações 1.8.4., 1.8.5. são apresentados às Equações resultantes dessa modelagem realizada pelos autores.

$$F = S_t e^{(r_f - q_1)(T-t)} \quad (\text{Equação 1.8.4.})$$

$$P_t = \left[K' N(-d_2) - S_t e^{(r_f - q_1)(T-t)} N(-d_1) \right] X e^{-r_d(T-t)}$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_t}{K'}\right) + \left(r_f - q_1 + \frac{\sigma_{S_t}^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma_{S_t} \sqrt{T-t}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma_{S_t} \sqrt{T-t} \quad (\text{Equação 1.8.5.})$$

Outra forma de explicar o preço de uma opção européia “GER” é através de argumentos de arbitragem para proteger esse derivativo. Essa proteção deve ser realizada com uma posição vendida em delta de uma opção de um ativo sintético. A fim de compreender de desenvolver o modelo apreçamento e a compreensão do ativo sintético, os autores utilizam um exemplo com ações e com as cotações de moeda local como dólar norte americano e moeda estrangeira como marco alemão. Além disso, os autores seguem uma sequência em que, primeiramente descrevem como proteger a opção “GER”, depois criam o ativo sintético sem dividendo e, por último, adicionam ao modelo os dividendos.

No caso da proteção da opção é assumida a premissa de não pagamento de dividendos e

se obtém a venda de $\frac{1}{X_t} \Delta_{S_t}$ quantidade de S_t para fazer a proteção a variável S_t e a adicionalmente referente a variável de risco de câmbio coloca-se $\frac{1}{X} \Delta_{S_t} S_t$. Na criação do ativo sintético, parte-se da criação de uma opção de uma ação S_t com preço de exercício

convertido pela cotação de moeda pré-combinada. De forma equivalente ao fazer a proteção através dos dois últimos resultados, é possível também efetuar o *hedge* através de uma carteira composta de um investimento $\hat{X}S_t$ de dólares em taxas juros norte americana, tomar empréstimo $\frac{\hat{X}}{X_t}S_t$ de marco alemão em taxas de juros alemãs e com esse empréstimo comprar $\frac{\hat{X}}{X_t}$ quantidades da ação S_t . Por último, o retorno total do ativo sintético é composto ganho na mudança no preço do mesmo e nos pagamentos dos dividendos do período, portanto devem ser adicionados os dividendos no modelo para compor precisamente o preço da opção “GER”. Os autores explicam que o ganho no ativo sintético S_t é obtido de três componentes: a variação da ação em moeda estrangeira multiplicada pela cotação da moeda estrangeira no momento mais a variação da moeda estrangeira multiplicada pela ação no momento mais a variação da moeda estrangeira multiplicado pela a variação da ação em moeda estrangeira. Desenvolvendo essa premissa é obtida a Equação 1.8.6., que mostra a dependência da diferença entre as taxas de juros do país local e do estrangeiro e da correlação entre o ativo sintético e a cotação da moeda estrangeira.

$$q_{\text{sintético}} = q + r_d - r_f + \sigma_{S_t} \sigma_{X_t} \rho_{S_t X_t} \quad (\text{Equação 1.8.6.})$$

2.8. Abordagem de Piros, Christopher D.:

No artigo “*The Perfect Hedge: To Quanto or Not to Quanto*” (1994), Piros aborda principalmente três questões: (1) como efetuar a replicação dessa estrutura através de uma carteira, (2) o valor de mercado de uma estrutura quanto, (3) os custos e benefícios de escolher entre a estrutura quanto ou não escolhê-la. A primeira questão é realizada com contratos *Forwards* que significa uma alternativa ao “Quanto”. Na segunda, o quanto derivativo escolhido é uma opção européia idêntica à Categoria III do REINER (1992) ou à Categoria II do WEI (1997). No último item, são colocadas as questões dos custos de fazer uma proteção integral da carteira versus a falta de flexibilidade, o erro operacional do balanceamento freqüente da carteira que replica a proteção do contrato Quanto e outros benefícios específicos para gestores de carteiras ativos.

O autor prova com um exemplo no qual tem três cenários envolvendo as diversas variáveis da operação que a carteira de proteção deve conter três variáveis: o risco do ativo objeto na sua própria moeda, os depósitos locais (caixa) e os contratos *forward* de moeda estrangeira. Esta carteira é apresentada na Equação 1.9.1. possui um ativo objeto em moeda local que paga a sua variação no final do prazo igual a um ativo objeto estrangeiro em moeda estrangeira. Adicionalmente, comenta-se que caso o ativo objeto em moeda estrangeira e a cotação da moeda tenham correlação negativa, na média o quanto derivativo terá valor positivo em relação ao valor inicial.

$$\pi_t = \left[\frac{\hat{X}}{F} \right] \exp \left[\left(-\rho_{S'_t X_t} \sigma_{S'_t} \sigma_{X_t} \right) (T - t) \right] \quad (\text{Equação 1.9.1.})$$

O valor de mercado é obtido através de um modelo geral que assume o ativo objeto (S') e a cotação da moeda (X) possuem distribuição lognormal e que no caso da proteção perfeita do quanto a função do processo estocástico S' é igual ao próprio S' . Através da Equação diferencial parcial 1.9.2. e de aplicação do Lema de Itô tem-se a Equação 1.9.3. que representa o valor de mercado do quanto derivativo.

$$F(S'_t, T) = \hat{X} S'_T \quad (\text{Equação 1.9.2.})$$

$$F = \hat{X} S'_t \exp \left[\left(r_f - r - \rho_{S'_t X_t} \sigma_{S'_t} \sigma_{X_t} \right) (T - t) \right] \quad (\text{Equação 1.9.3.})$$

Por último, os custos de proteção da estrutura quanto ou da criação da carteira são em média semelhantes, porém com a diferença em que no Quanto o pagamento do custo é no início e que a criação da carteira requer freqüentes balanceamento da carteira e, portanto, custo do operador ou gestor fazê-lo. Em resumo, o autor coloca que cada investidor deve ponderar os prós e contras de cada estrutura de proteção e que deve levar em conta três aspectos para a tomada de decisão: (1) o custo da transação versus o custo do freqüente ajuste da carteira, (2) as implicações dos grandes movimentos do valor do ativo objeto na sua própria moeda e (ou) o da cotação da moeda para cada estrutura de proteção e (3) a

instabilidade ou não da correlação entre o ativo objeto na sua própria moeda e a cotação da moeda.

2.9. Abordagem de Co, Richard - CME:

Co, Richard publicou na Chicago Mercantile Exchange – CME o artigo “*Dollar-vs Yen-denominated NIKKEI 225 Futures*” (2004) em virtude do lançamento em fevereiro de 2004 do contrato futuro de NIKKEI225 denominado na cotação iene. A proposta do artigo é apresentar as diferenças entre os dois contratos de NIKKEI225 denominado em dólar norte americano e em iene, e apresentar algumas considerações entre as negociações entre eles assim como a forma de atribuir preço de mercado. Primeiramente são reproduzidas parte da tabela do artigo com as diferenças entre os contratos e posteriormente são mostradas as considerações e as equações de apreçamento dos contratos.

Tabela 7 – Principais diferenças entre os contratos futuros de NIKKEI225 negociados na CME. Fonte: Chicago Mercantile Exchange – CME.

	CME NIKKEI225 Index Futures	
Cotação	Dólar Norte Americano	Iene
Tamanho do Contrato	US\$ 5 x Índice	Yen 500 x Índice
Vencimentos	Trimestral	Trimestral e em séries
Utilização do sistema MOS com SGX	Não é elegível	Elegível

Como pode ser visto na Tabela acima, a principal diferença é a moeda em que os contratos são cotados fornecendo uma proporção de 100 ienes para um dólar norte americano se o câmbio entre as moedas ficaram constantes. Eventualmente alguma poderia haver alguma divergência no índice NIKKEI225 de cada contrato, porém neste caso abriria a possibilidade dos operadores arbitrarem os preços entre os dois contratos. Portanto fica claro a importância da forma de apreçar corretamente os contratos e que uma posição comprada em um dos contratos não pode ser neutralizada simplesmente vendendo o outro com contrato sem levar em conta a oscilação na cotação das moedas.

A forma de valorizar os contratos futuros está nas Equações 1.10.1. e 1.10.2. e através das mesmas é possível fazer a arbitragem entre os contratos. A Equação 1.10.3. representa a arbitragem entre os contratos e a Equação 1.10.4. é uma aproximação sugerida pelo autor de forma a simplificar a Equação 1.10.3.. Vale ressaltar algumas considerações realizadas no artigo: (1) as Equações foram aplicadas literalmente no histórico de cotações para apresentar a variação nos preços e no câmbio entre as moedas (2) o comportamento apresentado no histórico não significa haver uma repetição no futuro desse comportamento, (3) durante a negociação dos contratos na CME, a bolsa oficial do NIKKEI225 no Japão está fechado o que pode levar diferenças nas cotações relevantes. Note que as Equações 1.10.2. e 1.10.3. estão partindo da definição de “X” sendo quantidade de iene para 1 (um) dólar.

$$F_{\text{iene},t} = S'_t \exp((r_f - q)(T - t)) \quad (\text{Equação 1.10.1.})$$

$$F_{\text{dólar},t} = S'_t \exp\left(\left(r_f - q + \rho_{S'_t X_t} \sigma_{S'_t} \sigma_{X_t}\right)(T - t)\right) \quad (\text{Equação 1.10.2.})$$

$$F_{\text{dólar},t} = F_{\text{iene},t} \exp\left(\left(\rho_{S'_t X_t} \sigma_{S'_t} \sigma_{X_t}\right)(T - t)\right) \quad (\text{Equação 1.10.3.})$$

$$\frac{F_{\text{dólar},t} - F_{\text{iene},t}}{F_{\text{iene},t}} \approx \left(\left(\rho_{S'_t X_t} \sigma_{S'_t} \sigma_{X_t}\right)(T - t)\right) \quad (\text{Equação 1.10.4.})$$

3. Capítulo 2 – Modelagem:

Neste capítulo, as notações serão as mesmas adotadas no capítulo anterior seguindo o mesmo intuito de facilitar a comparação e deixar a metodologia escolhida o mais clara possível. Primeiramente são apresentadas algumas características dos títulos da dívida externa brasileira assim como os seus contratos negociados na Bolsa de Mercadorias Futuro – BM&F. Em segundo, são mostrados a comparação com as categorias de Quanto Derivativos assim como a motivação do tema. Seqüencialmente, é mostrada a metodologia de avaliação de preço e de risco de mercado.

3.1. Principais Características das Operações:

O mercado internacional tem disponível uma série de títulos da dívida externa brasileira, porém somente o C-Bond, EI Bond e o Global40 possuem contratos futuros na BM&F. Nesta tese, a metodologia será aplicada no C-Bond, porém caso seja necessário à mesma metodologia poderá ser aplicada nos outros contratos adaptando somente os parâmetros dos contratos tais como a amostra, o tamanho do contrato e o valor de face do título.^{18, 19}

O C-Bond (*Front Loaded Interest Reduction Bond with Capitalization*) é um título fruto da renegociação da dívida externa brasileira (Plano Brady de 1994) com vencimento em 15/04/2014. Como pode ser visto na Tabela 13 do Apêndice, este título possui capitalizações e amortizações e, portanto, o seu valor de face varia conforme as datas desses eventos. Adicionalmente este título é denominado em dólar norte americano, possui pagamentos de

¹⁸ Ver Apêndice Item 1 Títulos da Dívida Externa – Brasil para aprofundar no conhecimento sobre os títulos da dívida externa brasileira.

¹⁹ Ver Apêndice Item 4 Especificação dos Contratos Futuros – BM&F para conhecer integralmente os contratos de Global40 e C-Bond negociados na BM&F.

juros semestrais com taxa de juros de 8% ao ano e somente é negociado no mercado internacional.

O contrato futuro de C-Bond da BM&F é negociado no mercado local (Brasil), com objeto de negociação de percentual do valor de face do título, com ajustes diários (recebimento ou pagamento), com tamanho do contrato igual a 1000 como pode ser visto na Equação 2.1.1., que representa o valor do ajuste do contrato, e com denominação de quantidade de dólares norte americano transação PTAX800 do “SisBacen” para 1 (um) Real. Portanto pode ser visto algumas diferenças entre o contrato futuro e o ativo objeto C-Bond: (1) o valor de face ou principal é diferente em todo o momento da existência do título exceto entre a data de emissão (15/04/1994) e a data da primeira capitalização (15/10/1994), (2) o dólar norte americano pode ser diferente uma vez que no contrato futuro é utilizado a transação PTAX800 (média ponderada pelo volume financeiro da cotação da moeda) e no título é utilizado a cotação de negociação do Dólar versus Real do fechamento sem levar em conta a média ponderada pelo volume e (3) o preço de ajuste do contrato futuro (percentual do valor de face do título negociado) é o preço limpo, ou seja, não leva em conta amortizações, capitalizações ou pagamento de juros – fato que não condiz com a negociação do ativo objeto C-Bond no mercado internacional.²⁰

$$AD_t = (PA_t - PA_{t-1}) 1000 X_t n$$

n = quantidade de contratos

AD = valor do ajuste

PA = preço do ajuste

(Equação 2.1.1.)

3.2. Atribuição de Categoria Quanto:

O contrato da BM&F de títulos da dívida externa é um derivativo do ativo objeto C-Bond ou Global40 ou EI Bond ou Global09 que envolve duas moedas distintas (o Real e o Dólar Norte Americano) no qual o retorno é obtido em termo de valores das variáveis medidas na moeda Dólar Norte Americano já que o título é cotado nessa moeda, porém o

²⁰ Sisbacen: sistema do Banco Central do Brasil, o qual é possível entre outras funções consultar as cotações de diversas moedas.

ajuste é denominado na moeda Real como foi visto na Equação 2.1.1.. Uma vez atribuído à denominação Quanto aos contratos futuros de C-Bond, Global40, Global09 e EI Bond, deve-se também caracterizar a categoria de Quanto Derivativo e para tanto será utilizado a classificação determinada por WEI (1997).

Ao analisar esse derivativo, deve-se lembrar das duas primeiras categorias descritas na Tabela 6: a primeira possui a cotação da moeda variando até o vencimento e a segunda apresenta a cotação da moeda fixa ou predeterminada ao longo do prazo do contrato. Como o contrato da BM&F é ajustado diariamente até o vencimento pela cotação fechamento do dólar norte americano transação PTAX800, a primeira Categoria parece a mais adequada para estimar o preço e calcular o risco de mercado. Contudo o mercado brasileiro tem uma particularidade no mercado interbancário de câmbio que é a transação PTAX800 e o câmbio intermediário. A cotação do dólar fechamento Ptax, utilizada no contrato futuro de C-Bond, associada à concentração dos volumes do mercado interbancário de câmbio entre 12:00 e 13:00 pode levar a classificar esse contrato como na Categoria II. No entanto para haver essa possibilidades de classificação, são necessárias ter em mente dois pontos: (1) a estimativa do dólar intermediário deveria estar próximo ao dólar de fechamento Ptax e (2) a estimação do preço de mercado assim como o cálculo do risco de mercado vale somente para o dia atual “t” da negociação do contrato uma vez que a cotação do dólar Ptax estimada pelo intermediário irá ser utilizada para os ajustes a pagar ou a receber da BM&F. Em relação ao primeiro ponto da estimação do dólar Ptax, é apresentado na Figura abaixo o histograma com em um eixo a frequência acumulada em percentual e no outro a frequência acumulada em blocos. Nessa Figura pode-se verificar que cerca de 88,3% da amostra apresenta diferenças abaixo da terceira casa decimal. Adicionalmente a melhoria na estimação pode ser realizada à medida que os câmbios intermediários são divulgados pelo Banco Central do Brasil.²¹

²¹ Câmbio interbancário: Conforme o Comunicado do Banco Central do Brasil 10742, a partir de 19.02.03 as divulgações existentes do mercado interbancário de câmbio serão descritas como: (1) Entre 9:00 e 9:59 horas – Abertura, (2) 10:00 horas e a cada 30 minutos até as 16:00 horas – Intermediário, (3) 16:30 horas – Fechamento Interbancário e (4) a partir de 17:30 – Fechamento Ptax.

Figura 2 - Histograma das diferenças entre a cotação do dólar intermediário de 12:30 e o dólar de fechamento Ptax. Período: 19/11/2002 - 28/02/2005. Fonte: Banco Central do Brasil.

3.3. Modelagem de Estimação de Preço:

Tendo em vista a abordagem alternativa proposta em 2.2., será modelado o contrato futuro de C-Bond utilizando a classificação como Categoria II do WEI (1997). A abordagem utilizada a seguir será a de HULL (2002) e a de WEI (1997) e para tanto serão utilizados conceitos como propriedades do Movimento Browniano Geométrico Clássico e do Processo de Wiener, Equação Diferencial Parcial Geral, aplicação do Lema de Itô generalizado para mais de uma variável estocástica conforme o Apêndice 21A de HULL (2002), propriedades do processo estocástico no mundo risco neutro e conhecimento sobre cálculo estocástico e finanças.

Como apresentado anteriormente na revisão bibliográfica sobre Quanto Derivativos, na modelagem do preço de mercado existem duas variáveis (X_t e S_t). A fim de começar a

modelagem e obter as Equações 2.3.1. e 2.3.2., será assumido o movimento Browniano Geométrico Clássico para cada variável.

$$\frac{dS'_t}{S'_t} = \mu_{S'} dt + \sigma_{S'} dz \quad (\text{Equação 2.3.1.})$$

$$\frac{dX_t}{X_t} = \mu_X dt + \sigma_X dw \quad (\text{Equação 2.3.2.})$$

A partir dessas Equações e sabendo que o preço do contrato futuro de C-Bond está em função das variáveis: C-Bond (S'_t), taxa de câmbio dólar norte americano (X_t) e do tempo (t), será derivada a Equação Diferencial Parcial Geral, depois voltará para o processo de risco neutro nas variáveis X_t e S'_t e finalizará com o processo dessas variáveis assim obtendo o preço de mercado do contrato de C-Bond da BM&F. A fim de executar esse passo e ter a Equação 2.3.3., será aplicado o Lema de Itô Generalizado. Posteriormente aplicando novamente o mesmo Lema no retorno composto de $H = S'_t X_t$, tem-se a Equação 2.3.4..

$$df(S'_t, X_t, t) = \left(\frac{\partial f}{\partial t} + \frac{\partial f}{\partial S'_t} \mu_{S'} S'_t + \frac{\partial f}{\partial X_t} \mu_X X_t + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial S'^2_t} S'^2_t \sigma^2_{S'} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial X^2_t} X^2_t \sigma^2_X + \frac{\partial^2 f}{\partial S'_t \partial X_t} X_t S'_t \sigma_{S'X} \right) dt + \frac{\partial f}{\partial S'_t} S'_t \sigma_{S'} dz + \frac{\partial f}{\partial X_t} X_t \sigma_X dw \quad (\text{Equação 2.3.3.})$$

$$\frac{dH}{H} = (\mu_{S'} + \mu_X + \sigma_{S'X}) dt + \sigma_{S'} dz + \sigma_X dw \quad (\text{Equação 2.3.4.})$$

Partindo das duas últimas Equações, será montada a carteira π composta de um derivativo de C-Bond e π unidades de H , que representa o retorno do C-Bond na moeda Real. A representação da carteira é dada por: $\pi = f + \pi H$ e com essa carteira será derivado e obtido a Equação 2.3.5..

$$d\pi = df + \omega dH$$

$$d\pi = \Theta dt + \left(\frac{\partial f}{\partial S'_t} S'_t + \omega S'_t X_t \right) \sigma'_S dz + \left(\frac{\partial f}{\partial X_t} X_t + \omega S'_t X_t \right) \sigma_X dw \quad (\text{Equação 2.3.5.})$$

Sendo :

$$\begin{aligned} \Theta = & \frac{\partial f}{\partial t} + \frac{\partial f}{\partial S'_t} \mu'_S S'_t + \frac{\partial f}{\partial X_t} \mu_X X_t + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial S'^2_t} S'^2_t \sigma'^2_S \\ & + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial X^2_t} X^2_t \sigma^2_X + \frac{\partial^2 f}{\partial S'_t \partial X_t} X_t S'_t \sigma'_S \sigma_X \\ & + \omega S'_t X_t \mu'_S + \omega S'_t X_t \mu_X + \omega S'_t X_t \sigma'_S \sigma_X \end{aligned}$$

Para se eliminar “dz”, que representa o processo de Wiener do C-Bond (S') é necessário igualar a quantidade de “H” à Equação 2.3.6. Através da retirada de “dz” tem-se a Equação 2.3.7. e a partir dessa deve-se eliminar “dw”, que representa o processo de Wiener da cotação da taxa de câmbio dólar norte americano pelo Real (X).

$$\omega = -\frac{1}{X_t} \frac{\partial f}{\partial S'_t} \quad (\text{Equação 2.3.6.})$$

Ao substituir a Equação 2.3.6. – que representa a quantidade aplicada em C-Bond – na Equação 2.3.5., tem-se a passagem abaixo que culmina na Equação 2.3.7..

$$d\pi = \Theta dt + \left(\frac{\partial f}{\partial S'_t} S'_t - \frac{1}{X_t} \frac{\partial f}{\partial S'_t} S'_t X_t \right) \sigma'_S dz + \left(\frac{\partial f}{\partial X_t} X_t - \frac{1}{X_t} \frac{\partial f}{\partial S'_t} S'_t X_t \right) \sigma_X dw$$

$$d\pi = \Theta dt + \left(\frac{\partial f}{\partial X_t} X_t - \frac{\partial f}{\partial S'_t} S'_t \right) \sigma_X dw$$

$$\begin{aligned} \Theta = & \frac{\partial f}{\partial t} + \frac{\partial f}{\partial S'_t} \mu'_S S'_t - \frac{1}{X_t} \frac{\partial f}{\partial S'_t} S'_t X_t \mu'_S + \frac{\partial f}{\partial X_t} \mu_X X_t - \frac{1}{X_t} \frac{\partial f}{\partial S'_t} S'_t X_t \mu_X \\ & + \frac{\partial^2 f}{\partial S'_t \partial X_t} X_t S'_t \sigma'_S \sigma_X - \frac{1}{X_t} \frac{\partial f}{\partial S'_t} S'_t X_t \sigma'_S \sigma_X \\ & + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial S'^2_t} S'^2_t \sigma'^2_S + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial X^2_t} X^2_t \sigma^2_X \end{aligned}$$

$$d\pi = \left(\frac{\partial f}{\partial t} + \left(\frac{\partial f}{\partial X_t} X_t - \frac{\partial f}{\partial S_t'} S_t' \right) \mu_X - \frac{\partial f}{\partial S_t'} S_t' \sigma_{S'X} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial S_t'^2} S_t'^2 \sigma_S^2 + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial X_t^2} X_t^2 \sigma_X^2 + \frac{\partial^2 f}{\partial S_t' \partial X_t} X_t S_t' \sigma_{S'X} \right) dt + \left(\frac{\partial f}{\partial X_t} X_t - \frac{\partial f}{\partial S_t'} S_t' \right) \sigma_X dw \quad (\text{Equação 2.3.7.})$$

$$d\pi = \pi \mu_\pi dt + \pi \sigma_\pi dw \quad (\text{Equação 2.3.8.})$$

Assumindo que na Equação 2.3.7. “ $d\pi$ ” é derivado de uma única fonte de incerteza advinda do prêmio de risco associado a “ dw ” – representado na Equação 2.3.9. ou na Equação 2.3.10. caso seja um investimento com desembolso de caixa em Dólares por Real. Vale notar que a variável “ r_f ” aparece na Equação 2.3.10., representando a remuneração de um investidor que desembolsa caixa para compor a carteira.

$$\pi_X = \frac{\mu_\pi - r_d}{\sigma_\pi} \quad (\text{Equação 2.3.9.})$$

$$\pi_X = \frac{\mu_X + r_f - r_d}{\sigma_X} \quad (\text{Equação 2.3.10.})$$

A fim de eliminar “ dw ” da Equação 2.3.7., é necessário igualar as Equações 2.3.9. e 2.3.10 e assim ter a Equação 2.3.11. que representa isolar as variáveis r_d e σ_X .

$$\frac{\mu_\pi - r_d}{\sigma_\pi} = \frac{\mu_X + r_f - r_d}{\sigma_X}$$

$$r_d \sigma_X = \mu_\pi \sigma_X - \sigma_\pi (\mu_X + r_f - r_d) \quad (\text{Equação 2.3.11.})$$

Após esse passo deve-se isolar o σ_π e o μ_π igualando os respectivos termos da Equação 2.3.7. e 2.3.8. para posterior substituição na Equação 2.3.11.. Como resultado de igualar o

termo $\pi \mu_\pi$ da Equação 2.3.8. ao termo $\left(\frac{\partial f}{\partial X_t} X_t - \frac{\partial f}{\partial S_t'} S_t' \right) \sigma_X$ da Equação 2.3.7. tem-se a

Equação 2.3.12. assim como igualando-se os termos das mesmas Equações obtém-se a Equação 2.3.13..

$$\sigma_{\pi} = \left(\frac{\partial f}{\partial X_t} X_t - \frac{\partial f}{\partial S_t} S_t \right) \sigma_X \frac{1}{\pi} \quad (\text{Equação 2.3.12.})$$

$$\mu_{\pi} = \left(\frac{\partial f}{\partial t} + \left(\frac{\partial f}{\partial X_t} X_t - \frac{\partial f}{\partial S_t} S_t \right) \mu_X - \frac{\partial f}{\partial S_t} S_t' \sigma_{S'X} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial S_t'^2} S_t'^2 \sigma_{S'}^2 + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial X_t^2} X_t^2 \sigma_X^2 + \frac{\partial^2 f}{\partial S_t' \partial X_t} X_t S_t' \sigma_{S'X} \right) \frac{1}{\pi} \quad (\text{Equação 2.3.13.})$$

Retornando a Equação 2.3.11. e substituindo as variáveis μ_{π} e σ_{π} sequencialmente têm-se cinco passagens que resultaram na Equação 2.3.14. e que serão comentadas passo a passo.

$$r_d = \frac{1}{\sigma_X} (\sigma_X \mu_{\pi} + \sigma_{\pi} r_d - \sigma_{\pi} (\mu_X + r_f))$$

$$r_d = \frac{1}{\sigma_X} \left(\sigma_X \mu_{\pi} + \left(\frac{\partial f}{\partial X_t} X_t - \frac{\partial f}{\partial S_t} S_t \right) \sigma_X \frac{1}{\pi} r_d - \left(\frac{\partial f}{\partial X_t} X_t - \frac{\partial f}{\partial S_t} S_t \right) \sigma_X \frac{1}{\pi} (\mu_X + r_f) \right)$$

Neste ponto elimina-se a variável σ_X , substitui-se a variável μ_{π} e coloca-se em evidência $1/\pi$ para ir à terceira passagem.

$$r_d = \frac{1}{\pi} \left(\left(\frac{\partial f}{\partial t} + \left(\frac{\partial f}{\partial X_t} X_t - \frac{\partial f}{\partial S_t} S_t \right) \mu_X - \frac{\partial f}{\partial S_t} S_t' \sigma_{S'X} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial S_t'^2} S_t'^2 \sigma_{S'}^2 + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial X_t^2} X_t^2 \sigma_X^2 + \frac{\partial^2 f}{\partial S_t' \partial X_t} X_t S_t' \sigma_{S'X} \right) + \left(\frac{\partial f}{\partial X_t} X_t - \frac{\partial f}{\partial S_t} S_t \right) r_d - \left(\frac{\partial f}{\partial X_t} X_t - \frac{\partial f}{\partial S_t} S_t \right) (\mu_X + r_f) \right)$$

Neste ponto coloca-se em evidência $\left(\frac{\partial f}{\partial X_t} X_t \right)$ e $\left(\frac{\partial f}{\partial S_t} S_t \right)$ para ir à quarta passagem.

$$r_d = \frac{1}{\pi} \left(\begin{aligned} & \left(\frac{\partial f}{\partial t} + (\mu_X + r_d - \mu_X - r_f) \frac{\partial f}{\partial X_t} X_t - \frac{\partial f}{\partial S_t'} S_t' (\sigma_{S'X} + \mu_X + r_d - \mu_X - r_f) \right) \\ & + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial S_t'^2} S_t'^2 \sigma_{S'}^2 + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial X_t^2} X_t^2 \sigma_X^2 + \frac{\partial^2 f}{\partial S_t' \partial X_t} X_t S_t' \sigma_{S'X} \end{aligned} \right)$$

$$r_d = \frac{1}{\pi} \left(\begin{aligned} & \left(\frac{\partial f}{\partial t} + (r_d - r_f) \frac{\partial f}{\partial X_t} X_t - \frac{\partial f}{\partial S_t'} S_t' (\sigma_{S'X} + r_d - r_f) \right) \\ & + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial S_t'^2} S_t'^2 \sigma_{S'}^2 + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial X_t^2} X_t^2 \sigma_X^2 + \frac{\partial^2 f}{\partial S_t' \partial X_t} X_t S_t' \sigma_{S'X} \end{aligned} \right)$$

Neste ponto existe uma arrumação nos termos de forma que a resultar na Equação 2.3.14..

$$r_d = \frac{1}{\pi} \left(\begin{aligned} & \left(\frac{\partial f}{\partial t} + (r_d - r_f) \frac{\partial f}{\partial X_t} X_t - \frac{\partial f}{\partial S_t'} S_t' (\sigma_{S'X} - r_f) + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial S_t'^2} S_t'^2 \sigma_{S'}^2 \right) \\ & + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial X_t^2} X_t^2 \sigma_X^2 + \frac{\partial^2 f}{\partial S_t' \partial X_t} X_t S_t' \sigma_{S'X} - \frac{\partial f}{\partial S_t'} S_t' r_d \end{aligned} \right) \quad (\text{Equação 2.3.14.})$$

Utilizando a representação da carteira dada por $\pi = f + \varpi H$ e arrumando a Equação 2.3.14. através de duas passagens para a mesma ficar semelhante à representação da carteira, tem-se a Equação 2.3.15.. Na primeira passagem é separado o termo $-\frac{1}{\pi} \frac{\partial f}{\partial S_t'} S_t' r_d$ e na segunda passagem é multiplicado os termos do lado direito por π e arrumado a Equação.

$$r_d = \frac{1}{\pi} \left(\begin{aligned} & \left(\frac{\partial f}{\partial t} + (r_d - r_f) \frac{\partial f}{\partial X_t} X_t - \frac{\partial f}{\partial S_t'} S_t' (\sigma_{S'X} - r_f) \right) \\ & + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial S_t'^2} S_t'^2 \sigma_{S'}^2 + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial X_t^2} X_t^2 \sigma_X^2 + \frac{\partial^2 f}{\partial S_t' \partial X_t} X_t S_t' \sigma_{S'X} \end{aligned} \right) - \frac{1}{\pi} \frac{\partial f}{\partial S_t'} S_t' r_d$$

$$r_d \pi + \frac{\partial f}{\partial S_t'} S_t' r_d = \left(\begin{aligned} & \left(\frac{\partial f}{\partial t} + (r_d - r_f) \frac{\partial f}{\partial X_t} X_t - \frac{\partial f}{\partial S_t'} S_t' (\sigma_{S'X} - r_f) \right) \\ & + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial S_t'^2} S_t'^2 \sigma_{S'}^2 + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial X_t^2} X_t^2 \sigma_X^2 + \frac{\partial^2 f}{\partial S_t' \partial X_t} X_t S_t' \sigma_{S'X} \end{aligned} \right)$$

$$r_d \pi \left(1 + \frac{1}{\pi} \frac{\partial f}{\partial S'_t} S'_t \right) = \left(\begin{aligned} & \frac{\partial f}{\partial t} + (r_d - r_f) \frac{\partial f}{\partial X_t} X_t - \frac{\partial f}{\partial S'_t} S'_t (\sigma_{S'X} - r_f) \\ & + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial S'^2_t} S'^2_t \sigma_{S'}^2 + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial X_t^2} X_t^2 \sigma_X^2 + \frac{\partial^2 f}{\partial S'_t \partial X_t} X_t S'_t \sigma_{S'X} \end{aligned} \right) \quad (\text{Equação 2.3.15.})$$

A fim de chegarmos na Equação Diferencial Parcial Geral, tem-se que provar que o termo entre parênteses após $r_d \pi$ é igual a f , portanto para tal isola-se f da representação da carteira π resultando a Equação 2.3.16..

$$\pi \left(1 + \frac{1}{\pi} \frac{\partial f}{\partial S'_t} S'_t \right) = \pi - \varpi H \quad (\text{Equação 2.3.16.})$$

Novamente através da Equação 2.3.6. que representa a unidade ϖ de H e conhecendo que H representa o retorno do C-Bond na moeda Real, prova-se que $\pi \left(1 + \frac{1}{\pi} \frac{\partial f}{\partial S'_t} S'_t \right)$ é igual a f após três passagens. Com este resultado tem-se a Equação 2.3.17..

$$\begin{aligned} \pi - \left(- \frac{\partial f}{\partial S'_t} S'_t \right) &= \pi - \varpi H \\ \pi - \left(- \frac{\partial f}{\partial S'_t} S'_t \right) &= \pi - \left(- \frac{1}{X_t} \frac{\partial f}{\partial S'_t} S'_t X_t \right) \\ \pi + \frac{\partial f}{\partial S'_t} S'_t &= \pi + \frac{\partial f}{\partial S'_t} S'_t \\ r_d f &= \frac{\partial f}{\partial t} + \frac{\partial f}{\partial S'_t} S'_t (r_f - \sigma_{S'X}) + \frac{\partial f}{\partial X_t} X_t (r_d - r_f) \\ &+ \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial S'^2_t} S'^2_t \sigma_{S'}^2 + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial X_t^2} X_t^2 \sigma_X^2 + \frac{\partial^2 f}{\partial S'_t \partial X_t} X_t S'_t \sigma_{S'X} \end{aligned} \quad (\text{Equação 2.3.17.})$$

A Equação 2.3.17. deve satisfazer qualquer categoria de Quanto Derivativo que dependam do C-Bond (S') e da cotação de Dólares por Real (X), pois representa a Equação

Diferencial Parcial Geral. Tendo em vista a independência nos parâmetros da Equação 2.3.17., pode-se voltar para o processo das variáveis S' e X no mundo risco neutro. Através desse processo risco neutro para as duas variáveis e conhecendo que S'_t pague juros e amortizações, mas no contrato futuro de C-Bond não é considerado esses eventos, é formulado as Equações 2.3.19. e 2.3.21. partindo das Equações 2.3.18. e 2.3.20..

$$\frac{dS'_t}{S'_t} = \left(r_{S'_t} - q \right) dt + \sigma_{S'} dz \quad (\text{Equação 2.3.18.})$$

$$\frac{dS'_t}{S'_t} = \left(r_f - \sigma_{S'X} \right) dt + \sigma_{S'} dz \quad (\text{Equação 2.3.19.})$$

$$\frac{\partial X_t}{X_t} = r_X dt + \sigma_X dw \quad (\text{Equação 2.3.20.})$$

$$\frac{\partial X_t}{X_t} = (r_d - r_f) dt + \sigma_X dw \quad (\text{Equação 2.3.21.})$$

Cabe uma explicação nesta passagem entre as Equações 2.3.20. para 2.3.21.: isto acontece porque no mundo neutro risco para não haver oportunidade de arbitragem entre a taxa de juros local (r_d) e a aplicação em um ativo estrangeiro ($r_X + r_f$), r_X deve ser igual a ($r_d - r_f$). Da mesma forma na passagem entre as Equações 2.3.18. para 2.3.19. o argumento também é válido, pois a fim de não existir arbitragem na aplicação no C-Bond em termos de Reais ($S'_t X_t$) o retorno produzido nessa operação deve ser igual à taxa de juros local livre de risco. Logo a igualdade $r_{S'} = (r_f - \sigma_{S'X})$ deve ser satisfeita. Fazendo outra análise o retorno do C-Bond em termos de Reais ($S'_t X_t$) e aplicando o Lema de Itô igual foi realizado na Equação 2.3.4., têm-se a Equação 2.3.22..

$$\frac{\partial(S'_t X_t)}{S'_t X_t} = \left(r_{S'} + r_X + \sigma_{S'X} \right) dt + \sigma_{S'} dz + \sigma_X dw \quad (\text{Equação 2.3.22.})$$

Voltando ao argumento da oportunidade de arbitragem que resulta no retorno ser igual à taxa de juros local livre de risco e a igualdade de $r_X = (r_d - r_f)$, são formuladas novamente as

Equações 2.3.19. e 2.3.21. a partir de três passos descritos anteriormente denominados Equações 2.3.23.. Sendo assim prova-se de outra forma as Equações que servirão de base para o apuração do contrato de C-Bond da BM&F. Tomando por base as Equações 2.3.19. e 2.3.21., pode-se obter o preço de mercado do contrato futuro de C-Bond negociado na BM&F seja este classificado na categoria I ou II de WEI (1997) assim transcritos como F_I e F_{II} .

$$\begin{aligned} r_d &= r_{S'} + r_X + \sigma_{S'X} \\ -r_{S'} &= -r_d + r_d - r_f + \sigma_{S'X} \\ r_{S'} &= r_f - \sigma_{S'X} \end{aligned} \quad (\text{Equação 2.3.23.})$$

$$F_I = X_t S_t' e^{(r_f)(T-t)} \quad (\text{Equação 2.3.24.})$$

$$F_{II} = X_t S_t' e^{(\hat{r}_f - \sigma_{S'X})(T-t)} \quad (\text{Equação 2.3.25.})$$

3.4. Modelagem de Risco de Mercado:

Na modelagem do cálculo de risco de mercado haverá a mesma abordagem feita no apuração do contrato futuro de C-Bond e o modelo de risco de mercado escolhido será o VaR – Valor em Risco sugerido pela RiskMetricsTM (1996). Embora haja outras formas de medir o risco de mercado de uma operação como, por exemplo, análise de cenários de estresse ou VaR não paramétrico, o foco neste item será abordar somente o VaR paramétrico ou analítico. O VaR paramétrico ou analítico permite que o risco de mercado possa ser demonstrado por um único valor monetário, que represente a perda máxima esperada com um certo nível de confiança (Vide Figura 3), para um determinado horizonte de previsão (HP) e conforme os parâmetros da Equação 2.4.1. e algumas premissas. As principais premissas assumidas neste modelo de VaR são (1º) a decomposição de todos os instrumentos financeiros em fluxos de caixas chamada de fator de risco e alocação em subgrupos chamados de vértices, (2º) os retornos estão normalmente distribuídos ou que os seus preços estão log-normalmente distribuídos, (3º) o cálculo da volatilidade σ será o do modelo GARCH (1,1), (4º) a matriz de correlação utilizará o método de alisamento exponencial ou EWMA proposto pela

RiskMetricsTM (1996) com peso de 0,94, (5º) a terceira e a quarta premissa partirão do histórico de preços para obter a volatilidade e a matriz.^{22, 23, 24}

Figura 3: Demonstração da Distribuição Normal Padrão com algumas correspondências entre Probabilidade e números de Desvio Padrão. Fonte: Jorion (1997).

$$\text{VaR}_{t, \text{Fator de Risco}} = \text{MaM}_t \sigma_{\text{Fator de Risco}} \text{FS} \sqrt{\text{HP}}$$

Sendo :

MaM_t : é o Valor a Mercado calculado para o ativo,

FS : é o fator de segurança utilizado no cálculo, conforme descrito na figura3

(Equação 2.4.1.)

Assim pode-se calcular o VaR da operação como, por exemplo, se um ativo possui hoje um valor S e deseja-se saber qual o VaR para amanhã com os parâmetros de 95% de confiança e HP de 1 dia aplica-se um choque em seu preço para um valor S', valor esse que, de acordo com a distribuição de probabilidades dos retornos do ativo, deixe com apenas 5% as chances de obtenção de valores em R\$ acima do VaR. Portanto a diferença S - S' será o VaR desse ativo. Já no caso de uma carteira de n ativos ou de um ativo com n fatores de riscos primitivos, cujo, no caso da carteira, o risco de cada ativo foi previamente decomposto, calculado e alocado nos vértices correspondentes, representa-se o cálculo do VaR dessa carteira na forma de multiplicação de matrizes. O resultado é o VaR_t diversificado ou

²² Ver RiskMetricsTM (1996) e Jorion (1997) para conhecer mais sobre as medidas de risco.

²³ Ver Apêndice Item 5 Estimação de Volatilidade e das Matrizes de Correlação e de Covariância para aprofundar os conhecimentos sobre modelo de volatilidade e de correlação e covariância.

²⁴ Ver Apêndice Item 6 Fatores de Risco e Mapeamento em Vértices para aprofundar os conhecimentos sobre decomposição em fatores de risco e alocação ou mapeamento em vértices.

correlacionado porque o uso da matriz de correlação produz o efeito de diversificação entre os fatores de risco e a conseqüente redução do risco total. A Equação 2.4.2. representa essa formulação no cálculo do risco de mercado e é a partir da mesma que será aplicada a modelagem feita para valorizar a mercado o contrato futuro de C-Bond.

$$\text{VaR}_t = \sqrt{\text{VaR}_t^T \Omega \text{VaR}_t} \quad (\text{Equação 2.4.2.})$$

Sendo:

Ω = matriz de correlação de dimensão N X N entre os fatores de risco;

VaR_t^T = vetor transposto de dimensão 1 X N do VaR alocado nos vértices;

VaR_t = vetor de dimensão N X 1 do VaR alocado nos vértices.

O contrato futuro de C-Bond pode ser decomposto em três fatores de risco primitivo: o C-Bond, a taxa de juros estrangeira (Libor) e a cotação do dólar transação PTAX800 seguindo a modelagem de preço resultando na Equação 2.3.19., porém neste capítulo será proposta somente a abordagem alternativa utilizando o raciocínio do modelo resultante da Equação 2.3.20.. Uma vez utilizada essa abordagem, é necessário respeitar as condições do modelo: (1) a estimativa do dólar intermediário deve ser próxima ao dólar de fechamento Ptax e (2) a estimação do cálculo do risco de mercado vale somente para o dia atual “t” da negociação do contrato uma vez que a cotação do dólar Ptax estimada pelo intermediário irá ser utilizada para os ajustes a pagar ou a receber da BM&F, e (3) o preço de mercado não utiliza a cotação do dólar, que é pré-determinada, e em contrapartida é inserida na Equação a covariância entre o C-Bond e o dólar.

Primeiramente, com a definição dos fatores de risco C-Bond (S_t^i) e taxas de juros Libor (r_t), é necessário calcular a volatilidade conforme o modelo GARCH (1,1), calcular o montante a mercado em valor financeiro na moeda dólar e assim ter o VaR de cada fator de risco como pode ser verificado nas Equações 2.4.3. e 2.4.4..

$$\text{VaR}_{t,S'_t} = \text{MaM}_{t,F} \sigma_{S'} FS \sqrt{HP}$$

Sendo :

$$\text{MaM}_{t,F} = n_{\text{contratos}} 1000 \text{PU}_{t,\text{BM\&F}} \quad (\text{Equação 2.4.3.})$$

$n_{\text{contratos}}$ = Numero de Contratos

$\text{PU}_{t,\text{BM\&F}}$ = Último Preço de Ajuste divulgado pela BM & F

$$\text{VaR}_{t,r_f} = (-\text{MaM}_{t,F}) \sigma_{r_f} FS \sqrt{HP} \quad (\text{Equação 2.4.4.})$$

Notem que o cálculo do VaR está em dólar, o que leva a uma passagem intermediária com a conversão da quantidade de Dólares para Reais uma vez que o cálculo é para investidores locais (Brasil). Neste momento, com as duas últimas Equações, será abrangido na forma matricial com a Equação 2.4.5. o valor a mercado do terceiro fator de risco, que na Equação de apreçamento é definido como a covariância entre o C-Bond (S') e o Dólar (X).

$$\rho_{S'_{r_f}} = \frac{\sigma_{r_f} \sigma_{S'}}{\sigma_{r_f S'}}$$

$$\text{MaM}_{t,\sigma_{S'X}} = \begin{bmatrix} \text{VaR}_{t,S'} & \text{VaR}_{t,r_f} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & \rho_{S'_{r_f}} \\ \rho_{S'_{r_f}} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \text{VaR}_{t,S'} \\ \text{VaR}_{t,r_f} \end{bmatrix} \quad (\text{Equação 2.4.5.})$$

A equação 2.4.5., que representa o valor de mercado do terceiro fator de risco $\sigma_{S'X}$, é o VaR diversificado entre a taxa de juros Libor e o C-Bond. Esta abordagem está fundamentada na ausência da operação ter um risco diretamente a cotação do dólar e na Equação 2.3.18., que apresenta o ativo C-Bond em termos de Reais. Em complemento a equação 2.4.5. e ao risco de um erro na estimativa da cotação do dólar transação PTAX800, é considerada a volatilidade da moeda na Equação 2.4.6., que representa o VaR do terceiro fator de risco.

$$\text{VaR}_{t,\sigma_{S'X}} = \text{MaM}_{t,\sigma_{S'X}} \sigma_X FS \sqrt{HP} \quad (\text{Equação 2.4.6.})$$

A fim de apresentar o VaR_t diversificado do contrato futuro de C-Bond, foi abordada a Equação 2.4.7. em forma matricial. Nesta formulação coloca-se a letra “X” com o acento circunflexo representando a cotação do dólar predeterminada conforme foi comentado no Item 2.2..

$$\text{VaR}_t = \hat{X} \begin{bmatrix} \text{VaR}_{t,S'_t} & \text{VaR}_{t,r_f} & \text{VaR}_{t,\sigma_{S'X}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & \rho_{S',r_f} & \rho_{S',X} \\ \rho_{S',r_f} & 1 & \rho_{X,r_f} \\ \rho_{S',X} & \rho_{X,r_f} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \text{VaR}_{t,S'_t} \\ \text{VaR}_{t,r_f} \\ \text{VaR}_{t,\sigma_{S'X}} \end{bmatrix} \quad (\text{Equação 2.4.7.})$$

4. Capítulo 3 – Amostra, Testes e Resultados:

Neste capítulo serão realizadas as implementações da modelagem sugerida para estimação de preço e para risco de mercado a partir dos *softwares* Matlab e SAS (no caso específico do cálculo da estimativa de volatilidade GARCH (1,1)). O capítulo será dividido em dois itens: (1) amostra e (2) testes e resultados de forma a apresentar os resultados finais e fundamentar a conclusão.

4.1. Amostra:

A modelagem desenvolvida no Capítulo 2 foi aplicada no contrato futuro de C-Bond e para tanto foram levantados os dados de 02/01/1997 a 28/02/2005. Os dados são compostos da taxa Libor como a taxa de juros estrangeira, do C-Bond ambos obtidos na Bloomberg, da cotação do dólar fechamento e intermediária transação PTAX800 do Banco Central do Brasil, do preço de ajuste do C-Bond futuro e volume negociado por série de contrato futuro de C-Bond na Bolsa de Mercadorias Futuro – BM&F. Na estimação de preço de mercado irão se utilizar dois tipos de seleções de contratos futuros de C-Bond. A primeira seleção possui o critério de levar o contrato futuro aberto até o vencimento independente de haver outra série, ou seja, mais de um vencimento para o contrato de C-Bond da BM&F. Já no segundo tipo de seleção será considerada a liquidez das séries de contrato, portanto neste caso o contrato será trocado por outra série se houver maior volume financeiro de negócio em Reais no dia da avaliação. Cabe ressaltar na troca da série não será retornada para a série anterior caso a nova série fique dois ou mais dias consecutivos com volume superior à série anterior. A fim de ilustrar essa seleção cita-se um exemplo hipotético em que o contrato futuro de C-Bond, que vence em outubro de 2004, será selecionado de 01/06 a 03/06: um contrato de C-Bond, que vence em julho de 2004, apresentou volume de R\$ 1000 em 01/06/2004, R\$ 500 em 02/06/2004 e R\$ 10000 em 03/06/2004 e outro também de C-Bond, que vence em outubro de 2004, apresentou volume de R\$ 1500 em 01/06/2004, R\$ 2500 em 02/06/2004 e R\$ 9000 em 03/06/2004. No caso da modelagem de risco de mercado foi escolhido o segundo tipo de série de contratos futuros de C-Bond da BM&F que aborda o critério de liquidez.

4.2. Testes e Resultados:

Na aplicação das duas categorias de modelagem de preço foram comparadas as duas formas de valorizar o contrato futuro de C-Bond a mercado. Em ambas as formas de apreçamento, a taxa de juros Libor utilizada na modelagem foi interpolada pelo método “*Flat-Forward*” a fim de encontrar a taxa de juros correspondente ao vencimento do contrato de futuro de título da dívida externa brasileira negociado na BM&F. No caso do modelo de risco de mercado, será realizado o *Back Test* da medida de risco escolhida (VaR Paramétrico) contra os retornos obtidos das duas séries de contratos. Assim com o resultado obtido no *Back Test* será aplicado o Teste de Kupiec a fim de aprovar ou não o modelo de risco de mercado desenvolvido.²⁵

Primeiramente será apresentado um resumo dos resultados obtidos na aplicação dos modelos de preços de mercado conforme as duas categorias de classificação do derivativo. O resumo será representado nas Tabelas 8 e 9, sendo que na Tabela 8 será pelo último dia da amostra e pela seleção dos dias de pagamento de cupom e (ou) amortização do título da dívida externa brasileira C-Bond e que na Tabela 9 será de acordo os vencimentos dos contratos futuros. Em ambas as tabelas 8 e 9 existem duas categorias: a categoria 1 (equivalente ao apreçamento segundo o modelo da Equação 2.3.20.) e a categoria 2 (equivalente ao apreçamento segundo o modelo da Equação 2.3.21.).

²⁵ Teste de Kupiec: técnica utilizada para testar a medida de risco conforme o intervalo de confiança e o tamanho da amostra seguindo a mesma premissa da Distribuição Normal utilizada no modelo paramétrico de VaR. Ver Kupiec (1995) para conhecer mais sobre o assunto.

Tabela 8 – Resumo do Resultado Integral da Modelagem de Estimação de Preço de Mercado por vencimento de Cupom do C-Bond

Data Negociacao	Preço de Ajuste (BM&F)	Data de Vencimento	Categoria 1	Diferença entre Preço da Categoria 1 e o Ajuste		Categoria 2	Diferença entre Preço da Categoria 2 e o Ajuste	
15/04/1997	74.50	01/05/1997	74.90		0.41	74.90		0.41
15/10/1997	85.38	01/01/1998	86.93		1.55	86.93		1.55
15/04/1998	83.75	01/07/1998	85.40		1.65	85.40		1.65
15/10/1998	61.50	01/01/1999	66.78		5.28	66.78		5.28
15/04/1999	67.75	01/07/1999	69.60		1.85	69.61		1.86
15/10/1999	63.19	01/01/2000	63.62		0.43	63.58		0.39
14/04/2000	70.22	01/07/2000	71.32		1.10	71.26		1.04
13/10/2000	74.81	01/01/2001	76.75		1.93	76.72		1.91
12/04/2001	77.53	01/07/2001	79.35		1.82	79.33		1.80
15/10/2001	66.13	01/01/2002	68.23		2.11	68.20		2.08
15/04/2002	80.06	01/07/2002	81.67		1.61	81.60		1.54
15/10/2002	47.41	01/01/2003	49.30		1.90	49.26		1.85
15/04/2003	83.59	01/07/2003	85.72		2.12	85.42		1.83
15/10/2003	92.75	01/01/2004	94.34		1.59	93.97		1.22
15/04/2004	91.56	01/07/2004	93.35		1.79	93.26		1.69
15/10/2004	97.94	01/01/2005	99.67		1.74	99.62		1.69
28/02/2005	101.38	01/04/2005	102.44		1.06	102.42		1.04

Tabela 9 – Resumo do Resultado Integral da Modelagem de Estimação de Preço de Mercado pelo último dia útil do fechamento do mês anterior ao vencimento do contrato futuro

Data Negociacao	Preço de Ajuste (BM&F)	Data de Vencimento	Categoria 1	Diferença entre Preço da Categoria 1 e o Ajuste		Categoria 2	Diferença entre Preço da Categoria 2 e o Ajuste	
30/01/1997	76.68	01/02/1997	77.60		0.91	77.60		0.91
27/02/1997	79.81	01/03/1997	80.38		0.57	80.38		0.56
26/03/1997	76.36	01/04/1997	76.84		0.48	76.84		0.48
29/04/1997	75.64	01/05/1997	75.57		-0.06	75.57		-0.06
27/06/1997	80.94	01/07/1997	80.94		0.00	80.94		0.00
30/09/1997	84.44	01/01/1998	86.37		1.94	86.37		1.94
30/12/1997	78.28	01/01/1998	78.90		0.62	78.90		0.62
30/03/1998	84.53	01/04/1998	84.40		-0.13	84.40		-0.13
29/06/1998	73.00	01/07/1998	72.77		-0.23	72.77		-0.23
29/09/1998	63.38	01/10/1998	62.64		-0.73	62.64		-0.73
30/12/1998	58.98	01/01/1999	60.02		1.04	60.02		1.04
30/03/1999	63.63	01/04/1999	63.52		-0.11	63.52		-0.11
29/06/1999	65.69	01/07/1999	63.64		-2.04	63.64		-2.04
29/09/1999	63.31	01/10/1999	63.64		0.33	63.64		0.33
30/12/1999	74.93	01/01/2000	75.27		0.35	75.27		0.35
30/03/2000	74.63	01/04/2000	74.65		0.03	74.65		0.02
29/06/2000	73.75	01/07/2000	73.90		0.15	73.90		0.15
29/09/2000	76.56	01/10/2000	76.28		-0.28	76.28		-0.28
28/12/2000	77.50	01/01/2001	77.93		0.43	77.93		0.43
30/03/2001	76.47	01/04/2001	76.90		0.43	76.90		0.43
29/06/2001	74.00	01/07/2001	74.39		0.39	74.39		0.39
28/09/2001	67.48	01/10/2001	67.64		0.17	67.64		0.16
28/12/2001	75.56	01/04/2002	77.33		1.76	77.27		1.71
28/03/2002	81.88	01/04/2002	82.02		0.14	82.01		0.14
28/06/2002	63.10	01/07/2002	63.64		0.53	63.63		0.53
30/09/2002	47.44	01/01/2003	49.41		1.97	49.37		1.93
30/12/2002	66.63	01/01/2003	65.88		-0.74	65.88		-0.75
28/03/2003	79.28	01/04/2003	79.51		0.23	79.50		0.22
27/06/2003	87.28	01/07/2003	87.26		-0.02	87.25		-0.04
29/09/2003	91.75	01/10/2003	91.76		0.01	91.75		0.00
30/12/2003	98.22	01/01/2004	98.26		0.04	98.25		0.03
30/03/2004	97.47	01/04/2004	97.88		0.41	97.88		0.41
29/06/2004	91.34	01/07/2004	91.38		0.04	91.38		0.04
29/09/2004	98.44	01/10/2004	101.64		3.20	101.63		3.20
30/12/2004	102.50	01/01/2005	102.51		0.01	102.51		0.01
28/02/2005	101.38	01/04/2005	102.44		1.06	102.42		1.04

Nas Tabelas 10 e 11 são apresentadas algumas medidas estatísticas baseadas na coluna das diferenças entre o preço de ajuste da BM&F e o preço de mercado na categoria 1 e 2 conforme o modelo descrito no Capítulo 2. Adicionalmente nas Figuras 4, 5, 6 e 7 são mostrados os histogramas dessas diferenças assim como a evolução acumulada dessas diferenças e uma curva/ equação que melhor se adequa a distribuição dessas diferenças.

Tabela 10 – Medidas estatísticas sobre as diferenças entre os preços do primeiro tipo de série (critério de ajuste pelo vencimento do contrato)

Medidas Estatísticas	Diferença entre Preço da Categoria 1 e do Ajuste da BM&F	Diferença entre Preço da Categoria 2 e do Ajuste da BM&F
Ponto de Maximo	6.752164	6.752101
Ponto de Minimo	(5.808983)	(5.809036)
Média Aritmética	1.017309	0.975311
Intervalo	12.561147	12.561136
Mediana	1.041880	1.005571
Desvio padrão	0.967115	0.953811
Variância	0.935312	0.909756
Curtose	6.595040	6.957170
Assimetria	(0.961539)	(0.950669)

Tabela 11 – Medidas estatísticas sobre as diferenças entre os preços do segundo tipo de série (critério de ajuste por liquidez dos negócios)

Medidas Estatísticas	Diferença entre Preço da Categoria 1 e do Ajuste da BM&F	Diferença entre Preço da Categoria 2 e do Ajuste da BM&F
Ponto de Maximo	6.752164	6.752098
Ponto de Minimo	(5.808983)	(5.808965)
Média Aritmética	1.149547	1.103663
Intervalo	12.561147	12.561063
Mediana	1.160397	1.110567
Desvio Padrão	1.048569	1.036574
Variância	1.099497	1.074486
Curtose	5.234426	5.499706
Assimetria	(0.598980)	(0.559708)

Figura 4 - Histograma das Diferenças entre o Preço da Categoria 1 e do Ajuste da BM&F sobre o primeiro tipo de série (critério de ajuste pelo vencimento do contrato)

Figura 5 - Histograma das Diferenças entre o Preço da Categoria 2 e do Ajuste da BM&F sobre o primeiro tipo de série (critério de ajuste pelo vencimento do contrato)

Figura 6 - Histograma das Diferenças entre o Preço da Categoria 1 e do Ajuste da BM&F sobre o segundo tipo de série (critério de ajuste por liquidez dos negócios)

Figura 7 - Histograma das Diferenças entre o Preço da Categoria 2 e do Ajuste da BM&F sobre o segundo tipo de série (critério de ajuste por liquidez dos negócios)

A partir da modelagem de risco de mercado que culminam na Equação 2.4.7. são obtidos os resultados representados graficamente pela Figura 8. Nessa Figura pode ser visto a oscilação do risco de mercado medido pelo Valor em Risco (VaR – Modelo Paramétrico) ao longo de 02/01/1997 até 28/02/2005 em percentual do valor de mercado do contrato.

Figura 8 – Representação Gráfica do VaR em percentual do valor de mercado do contrato futuro de C-Bond

Os testes realizados no modelo de risco de mercado proposto no Capítulo 2 consistem em fazer o *Back Test* com base nos retornos contínuos do contrato futuro de C-Bond negociado na BM&F e no Valor em Risco (VaR) com intervalo de confiança de 95% e horizonte de tempo igual a 1 (hum) dia útil. O VaR e os retornos contínuos calculados foram realizados no segundo tipo de série (critério pela liquidez dos negócios). Em complemento ao *Back Test*, é realizado o Teste de Kupiec com intervalo de confiança igual a 95% no VaR. A Figura 9 e a Tabela 12 representam o resultado obtido através desse *Back Test*.

Tabela 12 – Resultados do *Back Test* do contrato futuro de C-Bond

Tamanho da Amostra	1992
Pontos Fora do Intervalo do Valor em Risco	99
% dos Pontos Fora do Intervalo do Valor em Risco da Amostra	4.97%

Figura 9 – Representação gráfica do *Back Test* do contrato futuro de C-Bond

5. Capítulo 4 – Conclusões:

O mercado de derivativos negociados nas bolsas mundiais torna-se cada vez mais importante com um volume de U\$ 8,113 bilhões (oito bilhões e cento e treze milhões) em 2003 e com um aumento de cerca de 30% em relação a 2002. Esse panorama continua na América Latina e é liderado pela Bolsa de Mercadoria Futuro – BM&F que cresceu em torno de 56,1% de 2003 para 2002. Especificamente no mercado de títulos da dívida externa brasileira, a BM&F registrou no mesmo período um crescimento de cerca de 209% com um volume em U\$ 3,123 milhões (três milhões e cento e vinte e três mil) nos contratos futuros. Os títulos da dívida externa brasileira – ativos objeto dos contratos futuros – obtiveram a maior valorização histórica com o valor de 65% e 45% de setembro de 2002 a março de 2004, respectivamente. Visto essa crescente importância do mercado de derivativos e as valorizações nos principais ativos-objetos dos contratos futuros – C-Bond e Global40 – negociados na BM&F, os investidores no Brasil a fim de aplicar nessas operações possuem algumas alternativas de investimento como, por exemplo: (1) aplicação direta no título da dívida externa brasileira através de envio de dinheiro ao exterior, (2) compra de cotas de fundos de investimento no exterior – FIEIX ou de fundo de aplicação em cotas de FIEIX e (3) contratos futuros de C-Bond, de Global40 ou Global09 negociados na Bolsa de Mercadoria Futuro – BM&F. No final da década de 80 e começo da década de 90, houve analogicamente uma alternativa de investimento semelhante no EUA à terceira alternativa de investimento: contratos futuros de NIKKEI225 denominado em dólar negociados na Chicago Mercantile Exchange – CME recebendo ajustes na moeda local em contraponto aos contratos futuros de NIKKEI225 negociados na bolsa de Osaka no Japão. Posteriormente em fevereiro de 2004, foi lançado outro contrato futuro de NIKKEI225 na CME, porém nesse caso denominado na moeda original do índice de ações: o iene. Os contratos futuros de títulos da dívida externa brasileira negociados na BM&F e os contratos futuros de NIKKEI225 negociados na CME são caracterizados por uma particularidade comum que envolve uma estrutura conhecida como Quanto Derivativos, a qual envolve um derivativo com duas moedas distintas. No entanto para a atribuição desses contratos a Quanto derivativos é necessário classificá-los em categorias, a abordagem de CO (2004) com um dos objetivos do artigo de apresentar as diferenças entre os dois contratos de NIKKEI225 denominado em dólar norte americano e em iene demonstra as diferenças dos contratos que foram essenciais para atribuição das categorias de Quanto Derivativo.

O contrato futuro escolhido para modelagem foi o C-Bond, porém essa mesma modelagem pode ser utilizada nos outros contratos de títulos da dívida externa brasileira (EI Bond, Global40 e Global09). Este contrato é negociado na BM&F – Bolsa de Mercadorias e Futuros no Brasil, e possui as seguintes características: o objeto de negociação é o percentual do valor de face do C-Bond, tem ajustes diários (recebimento ou pagamento realizados na moeda Real), o tamanho do contrato é igual a 1000 e tem denominação em quantidade de dólares norte americano transação PTAX800 do “SisBacen” para 1 (um) Real.

Os autores REINER (1992) e WEI (1997) abordaram as seis categorias dentro da estrutura de Quanto Derivativos, sendo que os outros autores aprofundaram em alguns conceitos de estimação de preço, cálculo de risco ou estrutura de *hedge* das duas primeiras categorias citadas adiante. De forma resumida, as seis categorias podem ser caracterizadas: 1º categoria – cotação da moeda fixa até o vencimento multiplicando a diferença entre o preço do ativo no vencimento e o preço de exercício; 2º categoria – cotação da moeda variando diariamente até o vencimento multiplicando a diferença entre o preço do ativo no vencimento e o preço de exercício; 3º categoria – o valor do ativo objeto em moeda estrangeira é convertido para a moeda local através da cotação combinada no início da operação e o preço de exercício em moeda estrangeira é convertido para a moeda local através da cotação corrente no vencimento; 4º categoria – acontece exatamente o inverso no que tange as conversões das moedas da categoria 3º, ou seja, o valor do ativo objeto é convertido pela cotação corrente no vencimento enquanto o preço de exercício é convertido pela cotação pré-combinada; 5º categoria – apresentada pelos autores somente para opções e deve ser utilizada por investidores com o objetivo de uma exposição no ativo objeto no mercado estrangeiro independente desse mercado cair ou subir de cotação, porém colocando um limite inferior no risco cambial; e 6º categoria – por último esta categoria é semelhante à primeira diferenciando somente na fixação de taxa de conversão da moeda, portanto neste caso o investidor sempre terá a proteção ao risco de conversão da moeda ou risco cambial. Durante essa revisão bibliográfica, ocorreu a possibilidade de atribuir as duas primeiras categorias de Quanto Derivativo ao contrato futuro de títulos da dívida externa brasileira. Essa primeira categoria foi atribuída ao contrato devido a esse ser ajustado diariamente até o vencimento pela cotação fechamento do dólar norte americano transação PTAX800. Já para a caracterização do

contrato de C-Bond a segunda categoria foi necessária à constatação de uma particularidade no mercado interbancário brasileiro de câmbio que é a transação PTAX800 e o câmbio intermediário associados à concentração dos volumes do mercado interbancário de câmbio entre 12:00 e 13:00. Essas particularidades possibilitaram a classificação como segunda categoria desde que haja duas condições: (1) a estimativa do dólar intermediário deveria estar próximo ao dólar de fechamento P_{tax} e (2) a estimação do preço de mercado assim como o cálculo do risco de mercado vale somente para o dia atual “ t ” da negociação do contrato uma vez que a cotação do dólar P_{tax} estimada pelo intermediário irá ser utilizada para os ajustes a pagar ou a receber da BM&F.

A fim de modelar o preço das duas categorias pertinentes, os autores HULL (2002), WEI (1997), PIROS (1994), JAMSHIDIAN (1994), DERMAN *et al* (1990) abordam o tema assumindo: as premissas da distribuição Gaussiana ou Normal sobre as variáveis e o movimento Browniano Geométrico Clássico obedecido pelas variáveis. A principal contribuição dos autores foi à demonstração dos valores dos contratos não serem influenciados diretamente pela variação da cotação da moeda e, sim, diretamente pela covariância entre as variáveis. Essa influência deve-se ao fato do contrato estar em função de um título (C-Bond, que está em dólar norte americano), porém é remunerado em outra moeda (Real). HULL (2002) em complemento coloca a questão do Paradoxo de Siegel e contribui para o desenvolvimento da modelagem escolhida de preço assim como WEI (1997). WEI (1997), também, estima o preço para opções européias e americanas. No caso de PIROS (1994), adicionalmente foi colocado outras questões: como efetuar a replicação da estrutura de Quanto Derivativo através de uma carteira de investimento e os custos e benefícios de escolher entre a estrutura Quanto ou não escolhê-la. DERMAN *et al* (1990) acrescenta outro prisma para buscar o preço desse derivativo: argumento de não arbitragem entre carteiras e, também, a questão da proteção ou *hedge* das opções européias. A modelagem escolhida de estimação de preço seguiu a abordagem de WEI (1997) e de HULL (2002) e foi realizada através do conhecimento em equação diferencial parcial, cálculo estocástico e da aplicação do Lema de Itô em diversas passagens das derivações. Em termos dessa estimação de preço, foi testada a aderência da estimação do preço de mercado contra os preços de mercado da fonte BM&F. Os resultados mostraram que houve uma pequena melhora na estimação do preço quando utilizada a atribuição ao invés da primeira categoria, porém ainda assim pouco significativo e conclusivo.

A modelagem de risco de mercado parte das mesmas premissas e contribuições, no entanto é realizado com base no modelo paramétrico VaR proposto pela RiskMetrics (1996). Nessa modelagem são utilizados os preços históricos para obtenção da volatilidade e da matriz de correlação. No caso da volatilidade, o modelo escolhido é o GARCH (1,1) de ENDERS (1995) e no caso da matriz de correlação, é utilizada a metodologia EWMA (Lambda = 0.94) proposta pela RiskMetrics (1996). Portanto em ambos os casos foram realizados um peso diferenciado aos retornos da amostra para obter a volatilidade e a matriz de correlação. Embora haja uma pequena gama de contratos de títulos da dívida externa brasileira na BM&F (C-Bond, Global40, EI Bond e o recém lançado: Global09) e o período da amostra de 02/01/1997 a 28/02/2005 abrange o período de dólar norte americano fixo pelo sistema de bandas do Banco Central do Brasil até 1999, os resultados obtidos em termos de risco de mercado foram adequados. Os testes realizados com base em KUPIEC (1995) foram aprovados obtendo um erro de 4,97% da amostra com 1992 dias úteis.

Como sugestão de pesquisa na área de modelagem de derivativos pode-se aplicar essa abordagem para opções classificadas como Quanto, testar essa abordagem em termos de operações estruturadas de proteção (*hedge*) e abordar esse tema em instituições financeiras com objetivo em moeda estrangeira e com resultados em Reais.

Referências:

ADLER, Michael; DUMAS, Bernard. “*International Portfolio Choice and Corporation Finance: A Synthesis*”. *The Journal of Finance*, Volume 38, Número 3. Junho de 1983.

BACEN, Banco Central do Brasil. **Relatórios Anuais**. 2001, 2002 e 2003. Disponível em <http://www.bacen.gov.br>.

BODURTHA, Jr. N. James; KIM, Dong Soon; e LEE, Charles M. C.. “*Closed-end Country Funds and U.S. Market Sentiment*”. *The Review of Financial Studies*, Volume 8, Número 3. Outono de 1995.

CAVERHILL, Andrew; SCHRAN, Ron. “*The CME Quanto Nikkei Future; Does it Reveal International Market Segmentation?*” Março de 2002. *Center for Japanese Economy and Business, Columbia University Graduate School of Business*.

CERQUEIRA, Aires Ceres. “**Dívida Externa Brasileira – Processo Negocial: 1983 – 1996**”. Banco Central do Brasil. 1997.

CO, Richard. “*Dollar- vs. Yen-denominated NIKKEI 225 Futures*”. Chicago Mercantile Exchange Inc. Março de 2004.

DERMAN, Emanuel; KARASINSKI, Piotr; e WECKER, Jeffrey. “*Understanding Guaranteed Exchange-Rate Contracts in Foreign Stock Investments*”. *International Equity Strategies*, Goldman, Sachs & Co.. 1990.

ENDERS, Walter. “*Applied Econometric Time Series*”. John Wiley & Sons. 1995.

HULL, C. John. “*Options, Futures and Other Derivatives*”. 21º Capítulo. 5ª Edição. 2002.

JAMSHIDIAN, F. “*Corralling Quantos*”. *Risk Magazine*. Março de 1994.

JORION, P. “*Value at Risk: The New Benchmark for Controlling Derivatives Risk.*”. Irwin Professional Publishing. 1997.

KING, A. Mervyn; WADHWANI, Sushil. “*Transmission of Volatility between Stock Markets.*”. *The Review of Financial Studies*, Volume 3, Número 1. Março de 1990.

KUPIEC, P.. “*Techniques for verifying the accuracy of risk measurement models.*”. *Journal of Derivatives*. 1995.

PIROS, D. Christopher. “*The Perfect Hedge: to Quanto or Not Quanto*”. *Risk Magazine*. Outubro de 1994.

REINER, Eric. “*Quanto Mechanics*”. *Risk Magazine*. Março de 1992.

RiskMetricsTM. “*Risk Metrics - Technical Document*”. Reuters e J.P. Morgan. 3º Edição 1995 e 4a Edição Dezembro de 1996.

VASCONCELLOS, de Sandoval Marco Antonio. **Livro de Economia Micro e Macro**. 3º Edição. 2002.

WEI, Z. Jason. “*Valuing Derivatives Linked to Foreign Assets*”. *Frontiers in Derivatives*, Edição de Atsuo Konishi e Ravi E. Dattatreya, Irwin Professional Publishing. 1997.

Apêndice:

Apêndice 1 – Títulos da dívida externa do Brasil.....	66
Apêndice 2 – Títulos da dívida externa – Estados Unidos da América – EUA.....	70
Apêndice 3 – Comparação entre títulos da dívida externa mundial.....	71
Apêndice 4 – Estimação de Volatilidade e das Matrizes de Correlação e de Covariância.....	76
Apêndice 5 – Fatores de Risco e Mapeamento em Vértices.....	78

1. Apêndice 1 – Títulos da dívida externa do Brasil:

1.1 C-Bond

O C-Bond (*Front Loaded Interest Reduction Bond with Capitalization*) é um título da dívida externa brasileira que foi emitido como parte da renegociação da dívida brasileira em 1994 (Plano Brady), tem vencimento em 2014, sem garantia de principal ou de juros e com uma opção do emissor recomprar o título ao par em qualquer data de pagamento seja de amortização ou de juros. O nome *Capitalization Bond* - Bônus de Capitalização, vem do fato de que partes dos juros nos primeiros seis anos são capitalizadas.

Os cupons deste título seguem o seguinte cronograma: 4%a.a. para os anos 1 e 2, 4.5% a.a. para os anos 3 e 4, 5% a.a. para os anos 5 e 6, e 8% a.a. para os anos 7 a 20. A diferença entre os 8% a.a. e o cupom pago durante os primeiros 6 anos serão adicionada ao principal ao final do 6º ano ("capitalização"). Além disso, o título será amortizado em 21 pagamentos semestrais iguais, com início em 15/04/2004, resultando no fluxo de caixa ilustrado na Tabela 13.

Tabela 13 - Fluxo de caixa do C-Bond. Fonte: Banco Central do Brasil.

Datas	Capitalização	Amortização	Cupom	Principal
15/04/1994	0,00%	0,000%	0,00 %	100,000 %
15/10/1994	2,00%	0,000%	2,00 %	102,000 %
15/04/1995	2,00%	0,000%	2,00 %	104,040 %
15/10/1995	2,00%	0,000%	2,00 %	106,121 %
15/04/1996	2,00%	0,000%	2,00 %	108,243 %
15/10/1996	1,75%	0,000%	2,25 %	110,137 %
15/04/1997	1,75%	0,000%	2,25 %	112,065 %
15/10/1997	1,75%	0,000%	2,25 %	114,026 %
15/04/1998	1,75%	0,000%	2,25 %	116,021 %
15/10/1998	1,50%	0,000%	2,50 %	117,762 %
15/04/1999	1,50%	0,000%	2,50 %	119,528 %
15/10/1999	1,50%	0,000%	2,50 %	121,321 %
15/04/2000	1,50%	0,000%	2,50 %	123,141 %
15/10/2000	0,00%	0,000%	4,00 %	123,141 %
15/04/2001	0,00%	0,000%	4,00 %	123,141 %
15/10/2001	0,00%	0,000%	4,00 %	123,141 %
15/04/2002	0,00%	0,000%	4,00 %	123,141 %
15/10/2002	0,00%	0,000%	4,00 %	123,141 %
15/04/2003	0,00%	0,000%	4,00 %	123,141 %
15/10/2003	0,00%	0,000%	4,00 %	123,141 %
15/04/2004	0,00%	5,864%	4,00 %	117,277 %
15/10/2004	0,00%	5,864%	4,00 %	111,413 %
15/04/2005	0,00%	5,864%	4,00 %	105,549 %
15/10/2005	0,00%	5,864%	4,00 %	99,686 %
15/04/2006	0,00%	5,864%	4,00 %	93,822 %
15/10/2006	0,00%	5,864%	4,00 %	87,958 %
15/04/2007	0,00%	5,864%	4,00 %	82,094 %
15/10/2007	0,00%	5,864%	4,00 %	76,230 %
15/04/2008	0,00%	5,864%	4,00 %	70,366 %
15/10/2008	0,00%	5,864%	4,00 %	64,502 %
15/04/2009	0,00%	5,864%	4,00 %	58,639 %
15/10/2009	0,00%	5,864%	4,00 %	52,775 %
15/04/2010	0,00%	5,864%	4,00 %	46,911 %
15/10/2010	0,00%	5,864%	4,00 %	41,047 %
15/04/2011	0,00%	5,864%	4,00 %	35,183 %
15/10/2011	0,00%	5,864%	4,00 %	29,319 %
15/04/2012	0,00%	5,864%	4,00 %	23,455 %
15/10/2012	0,00%	5,864%	4,00 %	17,592 %
15/04/2013	0,00%	5,864%	4,00 %	11,728 %
15/10/2013	0,00%	5,864%	4,00 %	5,864 %
15/04/2014	0,00%	5,864%	4,00 %	0,000 %

1.2 Global

Os títulos nomeados como Global são bônus de dívida soberana emitida brasileira em dólar e negociados globalmente principalmente no mercado norte-americano e europeu. Esses

títulos pagam, via de regra, taxas de juros fixas e possuem os últimos dígitos do ano de vencimento no final do nome do ativo. Alguns títulos foram emitidos em operações voluntárias de troca, isto é, foram subscritos como parte da renegociação da dívida brasileira em 1994 (Plano Brady).

Tabela 14 – Descrição dos títulos da dívida externa brasileira: Global 05, Global 06 e Global 07N. Fonte: Banco Central do Brasil.

Informações	GLOBAL 05	GLOBAL 06	GLOBAL 07N
Data de Emissão	17 de maio de 2001	11 de janeiro de 2001	06 de maio de 2003
Data de Vencimento	15 de julho de 2005	11 de janeiro de 2006	16 de janeiro de 2007
Valor de Face	USD 1.000.000.000,00	USD 1.500.000.000,00	USD 1.000.000.000,00
Saldo Devedor Atual	USD 1.000.000.000,00	USD 1.500.000.000,00	USD 1.000.000.000,00
Amortização	em uma única parcela na data do vencimento	em uma única parcela na data do vencimento	em uma única parcela na data do vencimento
Pagamento de Juros	pagamentos semestrais em 15 de janeiro e 15 de julho	pagamentos semestrais em 11 de janeiro e 11 de julho	pagamentos semestrais em 16 de julho e 16 de janeiro
Taxa de Juros	fixa de 9,625% ao ano	fixa de 10,25% ao ano	fixa de 10% ao ano
Convenção para o Cálculo de Juros	mês comercial / ano com 360 dias	mês comercial / ano com 360 dias	mês comercial / ano com 360 dias
Observações	-	-	contém CAC

Tabela 15 - Descrição dos títulos da dívida externa brasileira: Global 07, Global 08 e Global 08N. Fonte: Banco Central do Brasil.

Informações	GLOBAL 07	GLOBAL 08	GLOBAL 08N
Data de Emissão	26 de julho de 2000	07 de abril de 1998	12 de março de 2002
Data de Vencimento	26 de julho de 2007	07 de abril de 2008	12 de março de 2008
Valor de Face	USD 1.500.000.000,00	USD 1.250.000.000,00	USD 1.250.000.000,00
Saldo Devedor Atual	USD 1.500.000.000,00	USD 1.250.000.000,00	USD 1.250.000.000,00
Amortização	em uma única parcela na data do vencimento	em uma única parcela na data do vencimento	em uma única parcela na data do vencimento
Pagamento de Juros	pagamentos semestrais em 26 de julho e 26 de janeiro	pagamentos semestrais em 07 de abril e 07 de outubro	pagamentos semestrais em 12 de março e 12 de setembro
Taxa de Juros	fixa de 11,25% ao ano	fixa de 9,375% ao ano	fixa de 11,50% ao ano
Convenção para o Cálculo de Juros	mês comercial / ano com 360 dias	mês comercial / ano com 360 dias	mês comercial / ano com 360 dias

Tabela 16 - Descrição dos títulos da dívida externa brasileira: Global 09, Global 09 Flutuante e Global 10. Fonte: Banco Central do Brasil.

Informações	GLOBAL 09	GLOBAL 09 Flutuante	GLOBAL 10
Data de Emissão	25 de outubro de 1999	28 de junho de 2004	16 de abril de 2002
Data de Vencimento	15 de outubro de 2009	29 de junho de 2009	15 de abril de 2010
Valor de Face	USD 2.000.000.000,00	USD 750.000.000,00	USD 1.000.000.000,00
Saldo Devedor Atual	USD 2.000.000.000,00	USD 750.000.000,00	USD 1.000.000.000,00
Amortização	em uma única parcela na data do vencimento	em uma única parcela na data do vencimento	em uma única parcela na data do vencimento
Pagamento de Juros	pagamentos semestrais em 15 de outubro e 15 de abril	pagamentos trimestrais em 29 de setembro, 29 de dezembro, 29 de março e 29 de junho	pagamentos semestrais em 15 de outubro e 15 de abril
Taxa de Juros	fixa de 14,50% ao ano	flutuante - Libor de 3 meses + 575 pontos base (5,75%)	fixa de 12,00% ao ano
Convenção para o Cálculo de Juros	mês comercial / ano com 360 dias	dias corridos / ano com 360 dias (Actual/360)	mês comercial / ano com 360 dias
Observações	-	contém CAC	-

Tabela 17- Descrição dos títulos da dívida externa brasileira: Global 10N, Global 11 e Global 12. Fonte: Banco Central do Brasil.

Informações	GLOBAL 10N	GLOBAL 11	GLOBAL 12
Data de Emissão	22 de outubro de 2003	07 de agosto de 2003	11 de janeiro de 2002
Data de Vencimento	22 de outubro de 2010	07 de agosto de 2011	11 de janeiro de 2012
Valor de Face	USD 1.500.000.000,00	USD 1.250.000.000,00	USD 1.250.000.000,00
Saldo Devedor Atual	USD 1.500.000.000,00	USD 1.250.000.000,00	USD 1.250.000.000,00
Amortização	em uma única parcela na data do vencimento	em uma única parcela na data do vencimento	em uma única parcela na data do vencimento
Pagamento de Juros	pagamentos semestrais em 22 de abril e 22 de outubro	pagamentos semestrais em 07 de agosto e 07 de fevereiro	pagamentos semestrais em 11 de janeiro e 11 de julho
Taxa de Juros	fixa de 9,25% ao ano	fixa de 10,00% ao ano	fixa de 11,00% ao ano
Convenção para o Cálculo de Juros	mês comercial / ano com 360 dias	mês comercial / ano com 360 dias	mês comercial / ano com 360 dias
Observações	contém CAC	contém CAC	-

Tabela 18- Descrição dos títulos da dívida externa brasileira: Global 13, Global 14 e Global 19. Fonte: Banco Central do Brasil.

Informações	GLOBAL 13	GLOBAL 14	GLOBAL 19
Data de Emissão	17 de junho de 2003	14 de julho de 2004	14 de outubro de 2004
Data de Vencimento	17 de junho de 2013	14 de julho de 2014	14 de outubro de 2019
Valor de Face	USD 1.250.000.000,00	USD 1.250.000.000,00	USD 1.000.000.000,00
Saldo Devedor Atual	USD 1.250.000.000,00	USD 1.250.000.000,00	USD 1.000.000.000,00
Amortização	em uma única parcela na data do vencimento	em uma única parcela na data do vencimento	em uma única parcela na data do vencimento
Pagamento de Juros	pagamentos semestrais em 17 de dezembro e 17 de junho	pagamentos semestrais em 14 de janeiro e 14 de julho	pagamentos semestrais em 14 de abril e 14 de outubro
Taxa de Juros	fixa de 10,25% ao ano	fixa de 10,50% ao ano	fixa de 8,875% ao ano
Convenção para o Cálculo de Juros	mês comercial / ano com 360 dias	mês comercial / ano com 360 dias	mês comercial / ano com 360 dias
Observações	contém CAC	contém CAC	contém CAC

Tabela 19- Descrição dos títulos da dívida externa brasileira: Global 20, Global 24 e Global 24b. Fonte: Banco Central do Brasil.

Informações	GLOBAL 20	GLOBAL 24	GLOBAL 24b
Data de Emissão	26 de janeiro de 2000	22 de março de 2001	07 de agosto de 2003
Data de Vencimento	15 de janeiro de 2020	15 de abril de 2024	15 de abril de 2024
Valor de Face	USD 1.000.000.000,00	USD 2.150.000.000,00	USD 824.702.000,00
Saldo Devedor Atual	USD 1.000.000.000,00	USD 2.150.000.000,00	USD 824.702.000,00
Amortização	em uma única parcela na data do vencimento	em uma única parcela na data do vencimento	em uma única parcela na data do vencimento
Pagamento de Juros	pagamentos semestrais em 15 de julho e 15 de janeiro	pagamentos semestrais em 15 de abril e 15 de outubro	pagamentos semestrais em 15 de abril e 15 de outubro
Taxa de Juros	fixa de 12,75% ao ano	fixa de 8,875% ao ano	fixa de 8,875% ao ano
Convenção para o Cálculo de Juros	mês comercial / ano com 360 dias	mês comercial / ano com 360 dias	mês comercial / ano com 360 dias
Observações	-	-	contém CAC

Tabela 20 Descrição dos títulos da dívida externa brasileira: Global 27, Global 30 e Global 34. Fonte: Banco Central do Brasil.

Informações	GLOBAL 27	GLOBAL 30	GLOBAL 34
Data de Emissão	09 de junho de 1997	06 de março de 2000	20 de janeiro de 2004
Data de Vencimento	15 de maio de 2027	06 de março de 2030	20 de janeiro de 2034
Valor de Face	USD 3.500.000.000,00	USD 1.600.000.000,00	USD 1.500.000.000,00
Saldo Devedor Atual	USD 3.500.000.000,00	USD 1.600.000.000,00	USD 1.500.000.000,00
Amortização	em uma única parcela na data do vencimento	em uma única parcela na data do vencimento	em uma única parcela na data do vencimento
Pagamento de Juros	pagamentos semestrais em 15 de maio e 15 de novembro	pagamentos semestrais em 06 de março e 06 de setembro	pagamentos semestrais em 20 de janeiro e 20 de julho
Taxa de Juros	fixa de 10,125% ao ano	fixa de 12,25% ao ano	fixa de 8,25% ao ano
Convenção para o Cálculo de Juros	mês comercial / ano com 360 dias	mês comercial / ano com 360 dias	mês comercial / ano com 360 dias
Observações	-	-	contém CAC

Tabela 21- Descrição do título da dívida externa brasileira Global 40. Fonte: Banco Central do Brasil.

Informações	GLOBAL 40
Data de Emissão	17 de agosto de 2000
Data de Vencimento	17 de agosto de 2040
Valor de Face	USD 5.157.311.000,00
Saldo Devedor Atual	USD 5.157.311.000,00
Amortização	em uma única parcela na data do vencimento
Pagamento de Juros	pagamentos semestrais em 17 de fevereiro e 17 de agosto
Taxa de Juros	fixa de 11,00% ao ano
Convenção para o Cálculo de Juros	mês comercial / ano com 360 dias
Observações	opção de recompra, ao par, em qualquer data após 17/08/2015

1.3 Outros Bradies

Os Bônus Bradies foram emitidos em troca da dívida externa brasileira em 1994 com o Plano Brady.

Tabela 22– Descrição dos títulos da dívida externa: EI Bond e FLIRB.

Fonte: Banco Central do Brasil.

Informações	EI BOND	FLIRB
data de emissão	15 de abril de 1994	15 de abril de 1994
vencimento	15 de abril de 2006	15 de abril de 2009
valor de face atual	USD 3.083.652.000,00	USD 607.073.000,00
saldo devedor atual	USD 740.076.480,00 (*) processo de amortização iniciado em 15 de abril de 1997. Próximo pagamento em 15 de abril de 2005.	USD 420.281.307,68 (*) processo de amortização iniciado em 15 de abril de 2003. Próximo pagamento em 15 de abril de 2005.
amortização	19 pagamentos semestrais iniciando-se em 15 de abril de 1997 e finalizando-se em 15 de abril de 2006, realizados nas seguintes proporções em relação ao valor de face: amortizações 1 a 7 (1%), amortização 8 (5%) e amortizações 9 a 19 (8%)	13 pagamentos semestrais iguais a 1/13 do valor de face, iniciando-se em 15 de abril de 2003 e finalizando-se em 15 de abril de 2009
pagamento de juros	pagamentos semestrais em 15 de abril e 15 de outubro	pagamentos semestrais em 15 de abril e 15 de outubro
taxa de juros	variável igual a libor semestral + 13/16%	variável igual a libor semestral + 13/16%
convenção para o cálculo de juros	dias exatos/ ano com 360 dias	dias exatos/ ano com 360 dias
observações	opção de recompra, ao par, em qualquer data de pagamento	opção de recompra, ao par, em qualquer data de pagamento

Tabela 23- Descrição dos títulos da dívida externa: New Money Bond 1994 e DCB. Fonte: Banco Central do Brasil.

Informações	NEW MONEY BOND 1994	DCB
data de emissão	15 de abril de 1994	15 de abril de 1994
vencimento	15 de abril de 2009	15 de abril de 2012
valor de face atual	USD 1.770.754.000,00	USD 3.754.619.000,00
saldo devedor atual	USD 937.512.000 (*) processo de amortização iniciado em 15 de abril de 2001. Próximo pagamento em 15 de abril de 2005.	USD 3.312.899.117,64 (*) processo de amortização iniciado em 15 de abril de 2004. Próximo pagamento em 15 de abril de 2005.
amortização	17 pagamentos semestrais iguais a 1/17 do valor de face, iniciando-se em 15 de abril de 2001 e finalizando-se em 15 de abril de 2009	17 pagamentos semestrais iguais a 1/17 do valor de face, iniciando-se em 15 de abril de 2004 e finalizando-se em 15 de abril de 2012
pagamento de juros	pagamentos semestrais em 15 de abril e 15 de outubro	pagamentos semestrais em 15 de abril e 15 de outubro
taxa de juros	variável igual a libor semestral + 7/8%	variável igual a libor semestral + 7/8%
convenção para o cálculo de juros	dias exatos/ ano com 360 dias	dias exatos/ ano com 360 dias
observações	opção de recompra, ao par, em qualquer data de pagamento	opção de recompra, ao par, em qualquer data de pagamento

Tabela 24- Descrição dos títulos da dívida externa: BIB/ Exit Bond, Par Bond e Discount Bond. Fonte: Banco Central do Brasil.

Informações	BIB / EXIT BOND	PAR BOND	DISCOUNT BOND
data de emissão	31 de agosto de 1989	15 de abril de 1994	15 de abril de 1994
vencimento	15 de setembro de 2013	15 de abril de 2024	15 de abril de 2024
valor de face atual	USD 464.529.887,40	USD 1.534.137.000,00	USD 1.312.252.000,00
saldo devedor atual	USD 278.721.265,89 (*) processo de amortização iniciado em 15 de março de 1999. Próximo pagamento em 15 de março de 2005.	USD 1.534.137.000,00	USD 1.312.252.000,00
amortização	30 pagamentos semestrais iguais a 1/30 do valor de face, iniciando-se em 15 de março de 1999 e finalizando-se em 15 de setembro de 2013	em uma única parcela à data do vencimento (*)	em uma única parcela à data do vencimento (*)
pagamento de juros	pagamentos semestrais em 15 de março e 15 de setembro	pagamentos semestrais em 15 de abril e 15 de outubro	pagamentos semestrais em 15 de abril e 15 de outubro
taxa de juros	fixa de 6% ao ano	fixa de 6% ao ano	variável igual a libor semestral + 13/16%
convenção para o cálculo de juros	dias exatos / ano com 360 dias	mês comercial / ano com 360 dias	dias exatos / ano com 360 dias
observações		Opção de recompra, ao par, em qualquer data de pagamento. Principal garantido por "zero coupon bonds" do tesouro americano. 12 meses de juros são garantidos por depósitos no BIS.	Opção de recompra, ao par, em qualquer data de pagamento. Principal garantido por "zero coupon bonds" do tesouro americano. 12 meses de juros são garantidos por depósitos no BIS.

1.4 Bônus Europeus

Os Bônus Europeus são títulos da dívida externa brasileira denominados na moeda Euro ou em outras moedas do continente europeu. Esses títulos, em geral, são negociados na Europa e pagam taxas de juros fixas.

Tabela 25- Descrição dos títulos da dívida externa: EUR – 05, EUR – 06 e DM – 07. Fonte: Banco Central do Brasil.

Informações	EUR-05	EUR-06	DM-07
data de emissão	05 de julho de 2000	17 de novembro de 1999	26 de fevereiro de 1997
vencimento	05 de julho de 2005	17 de novembro de 2006	26 de fevereiro de 2007
valor de face	EUR 1.250.000.000,00	EUR 700.000.000,00	DM 1.000.000.000,00
saldo devedor atual	EUR 1.250.000.000,00	EUR 700.000.000,00	DM 1.000.000.000,00
amortização	em uma única parcela na data do vencimento	em uma única parcela na data do vencimento	em uma única parcela na data do vencimento
pagamento de juros	pagamentos anuais em 05 de julho	pagamentos anuais em 17 de novembro	pagamentos anuais em 26 de fevereiro
taxa de juros	fixa de 9,00 % ao ano	fixa de 12,00 % ao ano	fixa de 8,00 % ao ano
convenção para o cálculo de juros	dias corridos / dias corridos	dias corridos / dias corridos	dias corridos / dias corridos
observações	-	não tem opção de call	-

Tabela 26- Descrição dos títulos da dívida externa: GBP - 07, EUR – 07 e DM – 08. Fonte: Banco Central do Brasil.

Informações	GBP - 07	EUR - 07	DM - 08
data de emissão	30 de julho de 1997	05 de outubro de 2000	23 de abril de 1998
vencimento	30 de julho de 2007	05 de outubro de 2007	23 de abril de 2008
valor de face	GBP 150.000.000,00	EUR 750.000.000,00	DM 750.000.000,00
saldo devedor atual	GBP 150.000.000,00	EUR 750.000.000,00	DM 750.000.000,00
amortização	em uma única parcela na data do vencimento	em uma única parcela na data do vencimento	em uma única parcela na data do vencimento
pagamento de juros	pagamentos anuais em 30 de julho	pagamentos anuais em 05 de outubro	pagamentos anuais em 23 de abril
taxa de juros	fixa de 10,00 % ao ano	fixa de 9,50 % ao ano	fixa de 7,00 % ao ano
convenção para o cálculo de juros	dias corridos / dias corridos	dias corridos / dias corridos	dias corridos / dias corridos

Tabela 27- Descrição dos títulos da dívida externa: EUR - 09, EUR – 10 e EUR – 11. Fonte: Banco Central do Brasil.

Informações	EUR - 09	EUR - 10	EUR - 11
data de emissão	02 de abril de 2002	04 de fevereiro de 2000	24 de janeiro de 2001
vencimento	02 de abril de 2009	04 de fevereiro de 2010	24 de janeiro de 2011
valor de face	EUR 500.000.000,00	EUR 750.000.000,00	EUR 1.000.000.000,00
saldo devedor atual	EUR 500.000.000,00	EUR 750.000.000,00	EUR 1.000.000.000,00
amortização	em uma única parcela na data do vencimento	em uma única parcela na data do vencimento	em uma única parcela na data do vencimento
pagamento de juros	pagamentos anuais em 02 de abril	pagamentos anuais em 04 de fevereiro	pagamentos anuais em 24 de janeiro
taxa de juros	fixa de 11,50 % ao ano	fixa de 11,00 % ao ano	fixa de 9,50 % ao ano
convenção para o cálculo de juros	dias corridos / dias corridos	dias corridos / dias corridos	dias corridos / dias corridos

Tabela 28- Descrição dos títulos da dívida externa: EUR - 12 e EUR – 17. Fonte: Banco Central do Brasil.

Informações	EUR - 12	EUR - 17
data de emissão	24 de setembro de 2004	26 de junho de 1997
vencimento	24 de setembro de 2012	26 de junho de 2017
valor de face	EUR 1.000.000.000,00	EUR 387.324.000,00
saldo devedor atual	EUR 1.000.000.000,00	EUR 387.324.000,00
amortização	em uma única parcela na data do vencimento	em uma única parcela na data do vencimento
pagamento de juros	pagamentos anuais em 24 de setembro	pagamentos anuais em 26 de junho
taxa de juros	fixa de 8,50 % ao ano	fixa de 11,00 % ao ano
convenção para o cálculo de juros	dias corridos / dias corridos	dias corridos / dias corridos

1.5 Bônus Japoneses

Os Bônus Japoneses são títulos da dívida externa brasileira denominados na moeda Iene e pagam taxas de juros fixas. Estes títulos foram emitidos no mercado doméstico japonês e os agentes de mercado costumam denominar o título como bônus "Samurai".

Tabela 29- Descrição dos títulos da dívida externa: Samurai 06 e Samurai 07. Fonte: Banco Central do Brasil.

Informações	SAMURAI 06	SAMURAI 07
data de emissão	22 de dezembro de 2000	10 de abril de 2001
vencimento	22 de março de 2006	10 de abril de 2007
valor de face	JPY 60.000.000.000,00	JPY 80.000.000.000,00
saldo devedor atual	JPY 60.000.000.000,00	JPY 80.000.000.000,00
amortização	em uma única parcela na data do vencimento	em uma única parcela na data do vencimento
pagamento de juros	pagamentos semestrais em 22 de março e 22 de setembro	pagamentos semestrais em 10 de abril e 10 de outubro
taxa de juros	fixa de 4,75 % ao ano	fixa de 4,75 % ao ano
convenção para o cálculo de juros	dias corridos /ano com 365 dias	dias corridos /ano com 365 dias
observações	-	-

2. Apêndice 2 – Títulos da dívida externa – Estados Unidos da América – EUA:

2.1 *Treasury Note*

A *Treasury Note* é um título da dívida externa norte americana, é chamada pelos agentes econômicos como *T-Notes* e possuem uma taxa de juros fixa paga a cada seis meses até a maturidade. A *Treasury Note* é emitida nos termos de 2, 3, 5, e 10 anos e pode ser comprada diretamente da no mercado primário ou através de um banco ou de um corretor no mercado secundário.

2.2 *Treasury Bill*

A *Treasury Bill* é um título da dívida externa norte americana, é chamada pelos agentes econômicos como *T-Bills* e possui uma maturidade de até um ano. As *T-Bills* são emitidas com um processo de leilão que pode oferecer ao agente econômico um desconto em relação ao preço ao par da *T-Bill*. Isto significa que esses títulos não pagam pagamentos de taxa de juros fixas como a maioria de títulos norte americanos.

3. Apêndice 3 – Comparação entre títulos da dívida externa mundial:

Neste item serão apresentados alguns gráficos demonstrando os retornos obtidos através de títulos da dívida externa brasileira, comparações entre as taxas de mercado oferecidas pelos títulos da dívida externa mundial e comentários sobre o fluxo de investimento mundial para compras de títulos da dívida externa brasileira. Este último item terá como fonte os relatórios anuais do Banco Central assim como o livro de Cerqueira, Aires Ceres sobre “Dívida Externa Brasileira – Processo Negocial: 1983 – 1996”. Nos últimos três itens será possível ver as principais razões de compra de títulos da dívida externa brasileira e o ambiente em que se encontrava a economia mundial e local nos anos de 2001, 2002 e 2003.

3.1 Gráficos Comparativos:

No gráfico abaixo, podem-se verificar quatro fases em que os títulos oscilam no longo prazo na mesma direção. A primeira fase, de 02/jan/ 2001 até outubro de 2001, marcada por um retorno médio nominal negativo de 18,5%. A segunda, de outubro de 2001 até abril de 2002, registrando um retorno médio nominal positivo de 18%. Na sequência na terceira fase, de abril de 2002 até setembro de 2002, foram registrados novamente a desvalorização nos preços com um retorno médio de 47,9%. Por último, os preços se recuperam e é registrada a maior cotação dos títulos da dívida externa brasileira. Nesta última fase, de setembro de 2002 até março de 2004, foi registrado um retorno médio positivo de 53%, sendo que no caso do Global40 e do C-Bond foi registrada a valorização de 65% e 55%, respectivamente.

Figura 10 - Gráfico Comparativo da rentabilidade acumulada a partir de base 100 em 02/01/2001 dos principais títulos da dívida externa brasileira. Fonte: Bloomberg e Reuters.

No gráfico abaixo é mostrada a taxa de juros internacionais comparadas com as taxas de juros oferecidas por dois dos principais títulos da dívida externa brasileira: C-Bond e Global40. Nessa Figura abaixo, nota-se que a taxa de juros oferecida pelos títulos brasileiros é constantemente maior que a do mercado internacional.

Figura 11 – Evolução da taxa de juros internacionais e das taxas de juros do C-Bond e do Global40 de 03/07/2002 até 01/02/2005. Fonte: Bloomberg e Reuters.

3.2 Ano 2001:

No início deste ano à perspectiva era de um círculo virtuoso advindo principalmente trajetória da economia brasileira com a superação das dificuldades causadas pelos choques externos em anos anteriores e pela mudança com sucesso obtida através do regime cambial flutuante. Entretanto ao longo do ano com a crise da Argentina e o atentado de 11 de setembro no EUA, as incertezas aumentaram. Adicionalmente nesse ambiente externo de incerteza e elevação de aversão ao risco, a recessão econômica nos EUA, a redução do crescimento na área do Euro, a estagnação na economia japonesa e o desfecho da crise da Argentina com mudança do regime cambial vieram agravaram cada vez mais o cenário externo mundial.

Nos títulos da dívida externa brasileira, houve as trocas de Bradies por Global no total de US\$ 2,2 bilhões em 2001, a amortização integral do bônus *Interest Due and Unpaid* (IDU) paga pelo governo federal, a reabertura de papéis lançados em 2000 (GLOBAL07 com US\$ 500 milhões e Euro05 com US\$ 441 milhões) concentrada no primeiro semestre e o

lançamento do Bônus Samurai⁰³ no montante de US\$ 1,7 bilhão. O prazo médio da dívida registrada manteve-se praticamente inalterado com prazo de 6,5 anos. O ano de 2001 viveu a instabilidade no mercado internacional e assim os títulos da dívida externa foram marcados por alta volatilidade e pela tendência de baixa. O C-Bond desvalorizou 1,5% durante o ano e Embi Brasil ao longo de 2001 apresentou um diferencial de 668 e 1251 b.p. em relação aos títulos do tesouro norte americano (Fonte: JP Morgan).

3.3 Ano 2002:

O ano de 2002 apresentou em termos da economia interna o crescimento de 1,5% prejudicado principalmente pelo cenário interno da crise de confiança advinda do processo eleitoral. No cenário externo a recuperação norte americana mostrou-se menos acentuada e as crises de fraudes contábeis nas grandes corporações norte americanas e européias juntamente com a perspectiva do conflito armado com o Iraque trouxeram instabilidade no mercado financeiro, quedas nos preços das ações, elevada aversão ao risco e alta nos preços do petróleo.

Dentro deste cenário, os fluxos globais de investimentos para a América Latina ficaram instáveis e registraram queda de US\$ 47,8 bilhões em 2001 para US\$ 25,2 bilhões em 2002. O risco Brasil elevou-se assim como o risco dos títulos da dívida externa brasileira como, por exemplo, o C-Bond que em abril estava com o spread em taxas de ponto base de 600 a 800 atingiu níveis de 1900 e 2100 em junho e agosto.

Em relação a captações externas brasileiras, o governo federal conseguiu algumas emissões no primeiro quadrimestre com prazo de seis a dez anos como, por exemplo, o Euro09 e o Global12, porém neste ano não houve operações de troca de Bradies com Global. A dívida externa brasileira foi reduzida em cerca de US\$ 900 milhões com os pagamentos de Bradies em abril e em outubro de 2002. Os títulos da dívida externa brasileira novamente mantiveram a tendência de baixa com alta volatilidade como, por exemplo, o C-bond atingindo a sua menor cotação em setembro de 2002 a 49,12%.

3.4 Ano 2003:

Há a distinção com grande clareza as duas fases vividas no ano de 2003 segundo BACEN (2003): a primeira fase marcada por um quadro de incertezas e perspectivas negativas e a segunda com uma reversão dessa expectativa e a reversão desse quadro de incertezas. Este quadro de incerteza foi caracterizado pela crise geopolítica com a guerra do Iraque, pela elevada aversão a risco dos investidores, pela mudança comportamental com a SARS e pelo impacto negativo no nível de atividade econômica. A reversão aconteceu em meados do ano com a aceleração do nível de atividade econômica registrada principalmente no EUA e no Japão.

Neste ano foram registradas as recomposições de reservas internacionais, a melhora na vulnerabilidade externa brasileira evidenciada pela queda do risco país ao longo do segundo semestre (o risco-brasil, divulgado pelo JP Morgan, estava 1379 b.p. no início de 2003 e 463 b.p. no final de 2003) e como também foi citado no relatório anual do Bacen “um expressivo aumento da liquidez internacional e da elevação significativa dos fluxos de capitais em direção aos mercados emergentes em decorrência das baixas taxas de juros nos Estados Unidos e na União Européia”. Associado a esses fatos, o Brasil registrou alguns lançamentos de títulos da dívida externa como o Global07N (US\$ 1 bilhão), Global13 (US\$ 1,25 bilhões), Global11 (US\$ 1,25 bilhões), Global10N (US\$ 1,5 bilhões), Global24B (US\$ 825 milhões). Estas captações externas evidenciam ainda mais os argumentos de fluxos de capitais ao Brasil.

Além desses comentários acerca da captação e do financiamento externo obtido pelo Brasil, o relatório também destaca o C-Bond como o título de maior liquidez e um exemplo de reversão de expectativa de investidores internacionais com a alta de 66,5% para 98,3% do valor de face.

Outro fato marcante no cenário internacional é a política de juros internacionais que manteve os ativos com taxas baixas como pode ser visto na Figura 5. No caso das políticas monetárias, o BOJ – Banco Central do Japão manteve inalterada a sua política de juros ao longo do ano e o BCE – Banco Central Europeu reduziu os juros em duas ocasiões ao longo do ano. No mercado global de títulos da dívida externa, as operações mantiveram a tendência norte americana de inflexão positiva até junho seguida de estabilidade posterior. Na América Latina, o Brasil recebeu fluxos de capitais estrangeiros com a melhora no ambiente externo em meados do ano associado à melhora interna assim como a superação da crise de confiança de 2002.

4. Apêndice 4 - Estimação de Volatilidade e das Matrizes de Correlação e de Covariância:

4.1 Estimação de Volatilidade

Segundo Jorion (1997), a estimativa de volatilidade acabou tendendo à aplicação de modelos que atribuem maior peso às informações mais recentes. Desta forma, optou-se por utilizar o cálculo de volatilidade pela metodologia de GARCH (1,1) conforme ENDERS (1995), pelos motivos citados a seguir:

- O Garch (1,1) possui maior ponderação para as observações de retornos mais recentes,
- Responde prontamente e eficientemente na ocorrência de choques nas séries de retorno, de uma maneira que o VaR não seja muito subestimado,
- Após choques, a volatilidade reduz rapidamente o efeito do mesmo, retornando rapidamente para seu patamar normal para que o VaR não seja superestimado.

As volatilidades dos fatores de risco são estimadas pelo modelo GARCH (1,1), de acordo com a Equação A.5.1. abaixo:

$$\sigma_t^2 = \alpha_{0,t-1} + \alpha_{1,t-1}\varepsilon_{t-1}^2 + \beta_{1,t-1}\sigma_{t-1}^2 \quad (\text{Equação A.5.1.})$$

Sendo:

σ_t^2 : é a variância estimada de um ativo i para a data t;

$\alpha_{0,t-1}$: é o intercepto calculado com dados até t-1;

$\alpha_{1,t-1}$: é o coeficiente que incorpora o erro de previsão em t-1 para a previsão em t;

$\beta_{1,t-1}$: é o coeficiente que captura a influência da variância estimada em t-1.

4.2 Estimação das Matrizes de Correlação e Covariância:

No caso específico da estimação da matriz de correlação, utiliza-se a metodologia de alisamento exponencial sugerida pela RiskMetricsTM (1996). Esta opção foi escolhida em virtude da estimação de um modelo GARCH Multivariado ser muito custosa do ponto de vista computacional e não garantir que a matriz de correlação seja positiva semidefinida conforme citado por Jorion (1997).

As expressões a seguir representam as estimativas da covariância e do coeficiente de correlação para os ativos A e B. Para alisamento exponencial com média de retornos igual a zero, as fórmulas da covariância e correlação escrevem-se na forma recursiva a seguir:

$$\hat{\sigma}_{AB,t+1,t} = \lambda \hat{\sigma}_{AB,t,t-1} + (1 - \lambda)(r_{A,t} \cdot r_{B,t}) \quad (\text{Equação A.5.2.})$$

$$\hat{\rho}_{AB,t} = \frac{\hat{\sigma}_{AB,t}}{\hat{\sigma}_{A,t} \times \hat{\sigma}_{B,t}} \quad (\text{Equação A.5.3.})$$

Sendo:

$\sigma_{AB,t-1}$: é a desvio-padrão calculado para a data $t-1$;

λ : é o fator de decaimento, que segundo Jorion(1997) e RiskMetricsTM (1996), é um valor arbitrado, que tem como objetivo ponderar o peso dado a ultima observação(inovação) e última previsão;

$(r_{A,t} \cdot r_{B,t})$: é a multiplicação do retorno ativo A em t, com o retorno ativo B em t igualmente;

$\sigma_{A,t}$: é o desvio-padrão estimada de um ativo A para a data t;

$\sigma_{B,t}$: é o desvio-padrão estimada de um ativo B para a data t;

$\sigma_{AB,t-1}$: é a desvio-padrão calculado para a data $t-1$.

5. Apêndice 5 - Fatores de Risco e Mapeamento em Vértices:

A modelagem proposta por RiskMetricsTM (1996) tem como premissa a decomposição de todos os instrumentos financeiros em fluxos de caixas chamada de fator de risco primitivo. Sendo assim, o termo Fatores de Risco é utilizado para descrever as fontes geradoras de risco para uma carteira. Pode-se citar como exemplo de fator de risco a taxa de juros pré, a taxa de juros em US\$ (cupom cambial), ações, Dólar Ptax, a taxa de juros Libor e o C-Bond. A fim de exemplificar o conceito de Fator de Risco, coloca-se um exemplo para o instrumento financeiro futuro de dólar, o qual pode-se decompor em três fatores de riscos primários: risco de taxa de juros pré, taxa de juros em US\$ (cupom cambial) e cotação da moeda dólar. Esses três fatores de risco citados podem ocorrer em direções diferentes como, por exemplo: (1) se a taxa de juros pré, equivalente à data de vencimento do futuro sobe, o futuro de dólar também irá subir; (2) se a taxa de juros em US\$ subir, o futuro de dólar cairá e, por último, (3) se a cotação do dólar subir, o mesmo subirá. Vale ressaltar que os sinais desta análise diferem se estiver observando preços e não taxas, e que o exemplo parte do pressuposto de um dos fatores de risco estarem se movendo e os outros ficarem estáveis.²⁶

A alocação em vértices ou o mapeamento de vértices de risco representa um sub grupo do fator de risco como, por exemplo, a contrato futuro de DI possui como fator de risco a taxa de juros Pré e por sua vez a taxa de juros Pré tem os vértices de risco Pré de 21 dias úteis, o Pré de 63 dias úteis, o Pré de 252 dias úteis e etc. A escolha dos vértices a serem utilizados é baseada na convenção em utilizar vértices por dias úteis e na liquidez de cada mercado. Para explicitar melhor o conceito considere uma curva de taxa de juros qualquer com prazos diários t entre $[1 \text{ a } T]$. Uma carteira de NTN-Fs indexadas a taxa de juros Pré possui vários vencimentos dispersos ao longo da curva de taxa de juros. O cálculo de volatilidades e correlações para estas taxas de juros torna-se custoso quando a quantidade de prazos aumenta. Adicionalmente, à medida que os títulos caminham para sua data de vencimento, novos fatores de risco deverão ser considerados ao longo da vida do título. Logo, em virtude da

²⁶ Os mesmos conceitos de decomposição de risco também são realizados pela BM&F quando a bolsa calcula as margens de garantia exigidas para contratos futuros, opções, termos ou Swaps.

enorme variedade de prazos de títulos e cupons existentes nas operações das instituições financeiras, torna-se mais adequado o monitoramento de taxas e conjuntos de correlações para cada data. A fim de resolver este problema, RiskMetricsTM (1996) e Jorion (1997) sugerem uma metodologia para a criação de vértices fixos de taxas de juro, para os quais são estimados os parâmetros necessários ao cálculo do VaR – Valor em Risco.

Figura 12 - Mapeamento em vértices. Fonte: Jorion (1997).

O mapeamento em vértices sugerido por RiskMetricsTM (1996) é realizado conforme as Equações A.5.1. e A.5.2.. A fim de manusear as duas Equações, inicialmente deve-se calcular o número de dias úteis até o vencimento da operação e o número de dias úteis para os dois vértices que ocorrem antes e depois do vencimento dessa operação. Genericamente, se “*du*” representa o número de dias úteis entre a data atual e o vencimento da operação, *data_{INF}* é o número de dias úteis do vértice inferior e *data_{SUP}* é o número de dias úteis do vértice superior, pode-se calcular a fração do valor de mercado do título que é alocada no vértice inferior e o restante, fração $1-\alpha$, ao vértice superior. O mapeamento nos vértices consiste então em encontrar as frações α e $1-\alpha$ que deverão ser alocadas aos vértices. É importante frisar que segundo RiskMetricsTM (1996), o mapeamento é definido a partir de quatro condições básicas: (1) o valor presente do fluxo de caixa deve ser preservado, logo a soma do valor presente dos fluxos mapeados deve ser idêntico ao fluxo original da operação, (2) a volatilidade deve ser preservada, (3) o sinal deve ser preservado, ou seja, os fluxos de caixa mapeados devem ter o mesmo sinal do fluxo original da operação, e (4) a validade da alocação de vértices é restrita a operações com fatores de risco relacionados a algum risco de curva de taxa de juros.

$$\alpha_{INF} = \frac{data_{SUP} - du}{data_{SUP} - data_{INF}} \quad (\text{Equação A.6.1.})$$

$$\alpha_{SUP} = 1 - \alpha_{INF} \quad (\text{Equação A.6.2.})$$

Anexo

Especificação dos Contratos Futuros – BM&F.....87

1. Especificação dos Contratos Futuros – BM&F:

1.1 Contrato Futuro de Front-Loaded Interest Reduction with Capitalization Bond

Objeto de negociação

O título da dívida externa brasileira, denominado Front-Loaded Interest Reduction with Capitalization Bond (C-Bond), emitido em 15 de abril de 1994, para vencimento em 15 de abril de 2014.

Cotação

Preço unitário - PU, definido para esse efeito como o valor em dólares dos Estados Unidos para cada cem dólares dos Estados Unidos (US\$ 100,00) de valor de face do título objeto de negociação. O PU deverá ser expresso com uma parte inteira e uma parte fracionária, sendo que:

- a) Cada ponto da parte inteira representa US\$ 1,00 para cada US\$ 100,00 de valor de face;
- b) Cada 0,01 ponto da parte fracionária representa a trigésima segunda parte de US\$ 1,00 para cada US\$ 100,00 de valor de face.

Variação mínima de apregoação

0,01, ou seja, 1/32 ou 0,03125 ponto de PU, equivalente a US\$ 31,25.

Oscilação máxima diária

5% sobre o valor do terceiro vencimento em aberto, calculados sobre o preço de ajuste do pregão anterior. Os dois primeiros vencimentos abertos à negociação não estão sujeitos a limites de oscilação. A Bolsa poderá, a qualquer momento, alterar os limites de oscilação, bem como sua aplicação aos diversos vencimentos, inclusive para aqueles que habitualmente não têm limites.

Unidade de negociação

US\$ 100.000,00 de valor de face.

Meses de vencimento

Janeiro, abril, julho e outubro.

Número de vencimentos em aberto

No máximo seis.

Último dia de negociação

Dia útil anterior à data de vencimento do contrato. Se esse dia for feriado na praça de Nova Iorque, o último dia de negociação será o dia útil anterior. Nesse dia, os negócios só poderão ser realizados até as 10:45, horário da praça de Nova Iorque.

Data de vencimento e data de liquidação

Primeiro dia útil do mês de vencimento do contrato.

Day trade

São admitidas operações de compra e venda para liquidação diária (*day trade*), desde que realizadas no mesmo pregão, pelo mesmo cliente (ou operador especial), intermediadas pela mesma corretora de mercadorias e registradas pelo mesmo membro de compensação. Os resultados auferidos nessas operações são movimentados financeiramente no dia útil seguinte ao de sua realização.

Ajuste diário

As posições em aberto ao final de cada pregão serão ajustadas com base no preço de ajuste do dia, estabelecido conforme regras da Bolsa, com movimentação financeira em D+1.

O ajuste diário será calculado de acordo com as seguintes fórmulas:

- a) Ajuste das operações realizadas no dia:

$$AD_t = (PA_t - PO) \times 1000 \times TC_t \times n$$

- b) Ajuste das posições em aberto no dia anterior:

$$AD_t = (PA_t - PA_{t-1}) \times 1000 \times TC_t \times n$$

Onde

AD_t = valor do ajuste diário relativo ao dia "t";

PA_t = preço (PU) de ajuste do dia "t", com a parte fracionária convertida para o sistema decimal;

PO = preço (PU) da operação, com a parte fracionária convertida para o sistema decimal;

PA_{t-1} = preço (PU) de ajuste do dia anterior, com a parte fracionária convertida para o sistema decimal;

TC_t = taxa de câmbio de reais por dólar dos Estados Unidos, para entrega pronta, contratada nos termos da Resolução 1690/90, do Conselho Monetário Nacional - CMN, definida como a taxa média de venda apurada pelo Banco Central do Brasil - Bacen, segundo critérios por ele definidos, e divulgada através do Sisbacen, transação PTAX800, cotação de fechamento, verificada no dia a que se refere o ajuste diário, e que será utilizada com até quatro casas decimais;

n = número de contratos.

O valor do ajuste diário, se positivo, será creditado ao comprador e debitado ao vendedor. Caso o valor seja negativo, será debitado ao comprador e creditado ao vendedor.

Na hipótese do Banco Central do Brasil deixar de divulgar a taxa de câmbio acima mencionada, a BM&F poderá arbitrar uma taxa de câmbio para cálculo do ajuste diário.

Condições de liquidação no vencimento

Na data de liquidação, as posições em aberto, após o último dia de negociação, serão liquidadas financeiramente pela Bolsa, mediante o registro de operação de natureza inversa (compra ou venda) à da posição, na mesma quantidade contratos, pelo preço referencial de C-Bond relativo ao último dia de negociação, apurado de acordo com o Anexo I deste contrato. Os valores resultantes dessa liquidação serão convertidos para reais pela taxa de câmbio descrita no item 11, relativa ao último dia de negociação, e movimentados financeiramente na data de liquidação.

- **Condições especiais**

Na hipótese do preço referencial de C-Bond relativo ao último dia de negociação não poder ser apurado, a BM&F poderá:

- a) Arbitrar um preço para a liquidação do contrato;
- b) Liquidar as posições em aberto pelo último preço de ajuste.

Em ambos os casos, a BM&F poderá ainda corrigir o valor de liquidação por um custo de oportunidade, por ela arbitrado, desde a data de vencimento até o dia da efetiva liquidação financeira. Ainda, se a BM&F julgar, a seu critério, que a apuração de preços referenciais para C-Bond, de acordo com o critério descrito no Anexo I deste contrato, não pode ser realizada de forma acurada ou na hipótese de qualquer motivo de força maior que comprometa o livre funcionamento do mercado, a BM&F encerrará a negociação deste contrato, liquidando as posições em aberto pelo último preço de ajuste ou por um preço por ela arbitrado, caso entenda não ser o último preço de ajuste representativo para esse efeito.

Na hipótese do Banco Central do Brasil não divulgar a taxa de câmbio relativa ao último dia de negociação, a BM&F poderá:

- a) Arbitrar uma taxa de câmbio para a conversão para reais dos valores resultantes da liquidação dos contratos;
- b) Prorrogar a liquidação até a divulgação oficial da referida taxa.

Caso o Banco Central do Brasil venha a suspender a divulgação diária da taxa de câmbio definida no item 11, a BM&F poderá encerrar a negociação deste contrato e liquidar as posições em aberto pelo último preço de ajuste, mediante a conversão dos valores

resultantes dessa liquidação para reais pela última taxa de câmbio disponível ou por uma taxa de câmbio por ela arbitrada, a seu critério.

Hedgers

Instituições financeiras e investidores institucionais.

Margem de garantia

Valor fixo por contrato, devida em D+1, com redução de 20% para *hedgers*. A margem de garantia é alterável a qualquer momento, a critério da Bolsa.

Ativos aceitos como margem

Dinheiro, ouro e, a critério da Bolsa, títulos públicos e privados, cartas de fiança, apólices de seguro, ações, cotas de fundos fechados de investimentos em ações e títulos da dívida externa brasileira.

Custos operacionais

- **Taxa operacional básica**

Operação normal: 0,2%; *day trade*: 0,1%.

A taxa operacional básica por contrato negociado, sujeita a valor mínimo estabelecido pela Bolsa, incide sobre a seguinte base de cálculo:

$$BC = PA_{t-1} \times 1000 \times TC_{t-1},$$

Onde:

BC = base de cálculo;

PA_{t-1} = preço (PU) de ajuste do dia anterior, com a parte fracionária convertida para o sistema decimal;

TC_{t-1} = taxa de câmbio de reais por dólar dos Estados Unidos, conforme definida no item 11, relativa ao dia anterior ao da operação.

Para os contratos liquidados financeiramente na data de liquidação, o valor da taxa operacional será idêntico ao do último dia de negociação.

- **Taxas da Bolsa (emolumentos e Fundos)**

2% da taxa operacional básica.

Os custos operacionais são devidos no dia útil seguinte ao de realização da operação no pregão. Os sócios efetivos pagarão no máximo 75% da taxa operacional básica e das taxas da Bolsa. Os investidores institucionais pagarão 75% das taxas da Bolsa.

Normas complementares

Fazem parte integrante deste contrato os Anexos I e II, a legislação em vigor e as normas e os procedimentos da BM&F, definidos em seus Estatutos Sociais, Regulamento de

Operações e ofícios circulares, bem como no Protocolo de Intenções firmado entre as bolsas de valores, de mercadorias e de mercados de liquidação futura, de 25 de maio de 1988, observadas, adicionalmente, as regras específicas do Banco Central do Brasil.

**Metodologia de Apuração do Preço Médio de Referência para o Título da Dívida
Externa Brasileira Denominado Capitalization Bond
(Preço Referencial de C-Bond)**

A apuração de preço referencial de C-Bond se fará segundo os seguintes critérios:

1. O preço referencial de C-Bond será apurado pela BM&F com base nas cotações fornecidas pelas instituições constantes do Anexo II, denominadas para esse efeito *market makers* no mercado a vista de C-Bond;
2. A BM&F realizará semestralmente uma avaliação da *performance* dos *market makers*, podendo incluir novos participantes e excluir qualquer um dos existentes;
3. Excepcionalmente, caso a BM&F julgue necessário, poderá ocorrer a substituição de participantes, antes do período de seis meses;
4. Os *market makers* constantes do Anexo II informarão diariamente à BM&F os preços relativos a ofertas firmes para compra e para venda de C-Bond verificados às 11:00, horário de Nova Iorque;
5. A BM&F apurará o preço médio individual de cada *market maker*, utilizando-se das cotações de compra e de venda coletadas conforme item 4;
6. O maior e o menor preços médios individuais, apurados conforme o item 5, serão excluídos. A partir de 1º.11.96, serão excluídos os dois maiores e os dois menores preços médios individuais;
7. O preço referencial de C-Bond para um dia específico será a média aritmética simples dos preços médios individuais restantes após a aplicação do critério definido no item 6;
8. Este anexo faz parte integrante das especificações do contrato futuro de C-Bond.

**Relação dos *Market Makers* Responsáveis pelo Fornecimento de Preços para o Título da
Dívida Externa Brasileira Denominado Capitalization Bond**

1. Este anexo integra as especificações do contrato futuro de C-Bond e relaciona as instituições - *market makers* no mercado a vista de C-Bond - junto às quais a BM&F coleta preços para a apuração do preço referencial de C-Bond, de acordo com a metodologia constante do Anexo I.

2. *Market makers:*

1. Banque Indosuez, London Branch
2. Bear, Sterns & Company
3. Chase Securities Incorporated
4. Citibank NA
5. Garantia Banking Limited
6. ING Bank, Curaçao Branch
7. J.P. Morgan Securities Incorporated
8. Merrill Lynch & Company
9. Morgan Grenfell & Company Limited
10. Salomon Brothers Incorporated

1.2 Contrato Futuro de Federative Republic of Brazil – 11% US Dollar Denominated Global Bond Due 2040

Definições

Preço unitário (PU): valor, em dólares dos Estados Unidos da América, para cada cem dólares dos Estados Unidos da América (US\$100,00) de valor de face do título-objeto de negociação. O PU deverá ser expresso com uma parte inteira e uma parte decimal, com três casas decimais.

Global 2040: título da dívida externa brasileira, denominado Federative Republic of Brazil – 11% US Dollar Denominated Global Bond Due 2040.

PTAX: taxa de câmbio de reais por dólar dos Estados Unidos da América, negociada no segmento de taxas livremente pactuadas, para entrega pronta, contratada nos termos da Resolução 1690/1990, do Conselho Monetário Nacional (CMN), apurada pelo Banco Central do Brasil (Bacen), por intermédio do Sisbacen, transação PTAX800, cotação de venda de fechamento, para liquidação em dois dias, a ser utilizada com, no máximo, seis casas decimais, e divulgada pelo Bacen com a denominação de “fechamento PTAX”, conforme Comunicado 10742, de 17 de fevereiro de 2003.

Preço de ajuste (PA): preço de fechamento, expresso como o valor em dólares do Estados Unidos da América composto da parte inteira e da parte decimal com até quatro casas decimais, apurado e/ou arbitrado diariamente pela BM&F, a seu critério, para cada um dos

vencimentos autorizados, para efeito de atualização do valor das posições em aberto e apuração do valor de ajustes diários e de liquidação das operações *day trade*.

Objeto de negociação

Federative Republic of Brazil – 11% US Dollar Denominated Global Bond Due 2040 (Global 2040).

Cotação

Expressa em preço unitário, conforme definido no item 1.

Variação mínima de apregoação

0,001 ponto de PU.

Oscilação máxima diária

Conforme estabelecida pela BM&F.

Unidade de negociação (tamanho do contrato)

US\$50.000,00 de valor de face.

Meses de vencimento

Janeiro, abril, julho e outubro.

Número de vencimentos em aberto

Conforme autorização da BM&F.

Último dia de negociação

Dia útil anterior à data de vencimento do contrato. Se esse dia for feriado na praça de Nova Iorque, o último dia de negociação será o dia útil anterior. Nesse dia, os negócios só poderão ser realizados até as 10:45, horário da praça de Nova Iorque.

Data de vencimento e de liquidação

Primeiro dia útil do mês de vencimento do contrato.

Day trade

São admitidas operações *day trade* (compra e venda, no mesmo dia de pregão, da mesma quantidade de contratos para o mesmo vencimento), que se liquidarão automaticamente, desde que realizadas em nome do mesmo cliente, por intermédio da mesma Corretora associada e sob a responsabilidade do mesmo Membro de Compensação, ou realizadas pelo mesmo Operador Especial, sob a responsabilidade do mesmo Membro de Compensação. A liquidação financeira dessas operações será realizada no dia útil subsequente, sendo os valores apurados de acordo com o item 12(a).

Ajuste diário

As posições em aberto ao final de cada pregão serão ajustadas com base no preço de ajuste do dia, estabelecido conforme regras da Bolsa, com liquidação financeira (pagamento

dos débitos e recebimento dos ganhos) no dia útil subsequente (D+1). O ajuste diário será calculado até a data de vencimento, inclusive, de acordo com as seguintes fórmulas:

Bolsa de Mercadorias & Futuros

a) ajuste das operações realizadas no dia

$$AD_t = (PA_t - PO) \times 500 \times TC_t \times n$$

b) ajuste das posições em aberto no dia anterior

$$AD_t = (PA_t - PA_{t-1}) \times 500 \times TC_t \times n$$

Onde:

AD_t = valor do ajuste diário, em reais, referente à data “t”;

PA_t = preço de ajuste do contrato na data “t” para o vencimento respectivo;

PO = preço da operação em PU;

TC_t = cotação PTAX, referente ao dia “t”;

n = número de contratos;

PA_{t-1} = preço de ajuste do dia anterior para o vencimento respectivo.

O valor do ajuste diário (AD_t), se positivo, será creditado ao comprador e debitado ao vendedor. Caso o valor seja negativo, será debitado ao comprador e creditado ao vendedor.

Condições de liquidação no vencimento

Na data de vencimento, as posições em aberto, após o último ajuste, serão liquidadas financeiramente pela Bolsa, mediante o registro de operações de natureza inversa (compra ou venda) à da posição, na mesma quantidade de contratos, pela Taxa Referencial BM&F – Preço de Título da Dívida Soberana, referente ao Global 2040, apurada conforme o Anexo I, item 1, do Ofício Circular 058/2002-DG, de 19 de abril de 2002, e relativa ao último dia de negociação.

Os valores resultantes dessa liquidação serão convertidos para reais pela taxa de câmbio, cotação PTAX, relativa ao último dia de negociação, e movimentados financeiramente na própria data de vencimento.

• Condições especiais

Na hipótese de a Taxa Referencial BM&F – Preço de Título da Dívida Soberana, referente ao Global 2040 e relativa ao último dia de negociação, não poder ser apurada, a BM&F poderá, a seu critério:

a) arbitrar um preço para a liquidação do contrato ou;

b) liquidar as posições em aberto pelo último preço de ajuste.

Em ambos os casos, a BM&F poderá ainda corrigir o valor de liquidação por um custo de oportunidade, por ela arbitrada, desde a data de vencimento até o dia da efetiva liquidação financeira.

Ainda, se a Bolsa julgar, a seu critério, que a apuração da Taxa Referencial BM&F – Preço de Título da Dívida Soberana, referente ao Global 2040, não pode ser realizada de forma acurada ou na eventualidade de motivo de força maior que comprometa o livre funcionamento do mercado, encerrará a negociação deste contrato, liquidando as posições em aberto pelo último preço de ajuste ou por um preço por ela arbitrado, caso entenda não ser representativo o último preço de ajuste para esse efeito.

Se, por qualquer motivo, o Bacen não divulgar a taxa de câmbio PTAX, correspondente ao dia anterior à data de vencimento, a BM&F poderá, a seu critério:

- a) prorrogar a liquidação do contrato, até sua divulgação oficial ou;
- b) liquidar o contrato por um valor arbitrado.

Em ambos os casos acima, a BM&F poderá corrigir o valor de liquidação por um custo de oportunidade, por ela arbitrada, desde o dia subsequente à data de vencimento até o dia da efetiva liquidação financeira.

Margem de garantia

Será exigida margem de garantia de todos os comitentes com posição em aberto, cujo valor será atualizado diariamente pela Bolsa, de acordo com os critérios de apuração de margem para contratos futuros.

Ativos aceitos como margem

Dinheiro, ouro, cotas do Fundo dos Intermediários Financeiros (FIF) e, mediante autorização prévia da Bolsa, títulos públicos federais, títulos privados, cartas de fiança, ações e cotas de fundos fechados de investimentos em ações.

Custos operacionais

• Taxa operacional básica

Operação normal: 0,2%; *day trade*: 0,1%.

A taxa operacional básica por contrato negociado, sujeita a valor mínimo estabelecido pela Bolsa, incide sobre a seguinte base de cálculo:

$$BC = PA_{t-1} \times 500 \times TC_{t-1}$$

Onde:

BC = base de cálculo;

PA_{t-1} = preço de ajuste do dia anterior para o vencimento respectivo;

TC_{t-1} = taxa de câmbio, conforme definida no item 12, referente ao dia anterior ao da operação.

Bolsa de Mercadorias & Futuros

• **Taxa de liquidação no vencimento**

Valor da taxa operacional básica do último dia de negociação.

• **Taxas da Bolsa (emolumentos e fundos)**

Valor estabelecido pela Bolsa.

• **Taxa de registro**

Percentual do valor do emolumento, conforme estabelecido pela Bolsa.

• **Taxa de permanência**

Valor diário incidente sobre as posições mantidas em aberto, conforme estabelecido pela Bolsa.

Os custos operacionais são devidos no dia útil seguinte ao de realização da operação.

Os Sócios Efetivos pagarão no máximo 75% da taxa operacional básica e da taxa de liquidação no vencimento e 75% dos demais custos operacionais (taxas de registro, de permanência e da Bolsa).

Os investidores institucionais pagarão 75% das taxas da Bolsa.

Hedgers

São considerados *hedgers*, para efeito deste contrato, as instituições financeiras e os investidores institucionais.

Normas complementares

Fazem parte integrante deste contrato, no que couber, a legislação em vigor, as normas e os procedimentos da BM&F, definidos em seus Estatutos Sociais, Regulamento de Operações e Ofícios Circulares, observadas, adicionalmente, as regras específicas das autoridades governamentais que possam afetar os termos nele contidos.

Na hipótese de situações não previstas neste contrato, de medidas governamentais ou de qualquer outro fato, que impactem a formação, a maneira de apuração ou a divulgação de suas variáveis, ou que impliquem, inclusive, sua descontinuidade, a BM&F tomará as medidas que julgar necessária, a seu critério, visando a liquidação do contrato ou sua continuidade em bases equivalentes.

1.3 Especificações do Contrato Futuro de Eligible Interest Bond

Objeto de negociação

O título da dívida externa brasileira denominado Eligible Interest Bond (EI), emitido em 15 de abril de 1994, para vencimento em 15 de abril de 2006.

Cotação

Preço unitário-PU, definido para esse efeito como o valor em dólares dos Estados Unidos para cada cem dólares dos Estados Unidos (US\$100,00) de valor de face do título objeto de negociação. O PU deverá ser expresso com uma parte inteira e uma parte fracionária, sendo que:

- a) cada ponto da parte inteira representa US\$1,00 para cada US\$100,00 de valor de face;
- b) cada 0,01 ponto da parte fracionária representa a trigésima segunda parte de US\$1,00 para cada US\$100,00 de valor de face.

Variação mínima de apregoação

0,01, ou seja, 1/32 ou 0,03125 ponto de PU, equivalente a US\$15,625

Oscilação máxima diária

5% sobre o valor do terceiro vencimento em aberto, calculados sobre o preço de ajuste do pregão anterior. Os dois primeiros vencimentos abertos à negociação não estão sujeitos a limites de oscilação. A Bolsa poderá, a qualquer momento, alterar os limites de oscilação, bem como sua aplicação aos diversos vencimentos, inclusive para aqueles que habitualmente não têm limites.

Unidade de negociação

US\$50.000,00 de valor de face.

Meses de vencimento

Todos os meses.

Número de vencimentos em aberto

No máximo 24 meses, conforme autorização da BM&F.

Último dia de negociação

Dia útil anterior à data de vencimento do contrato. Se esse dia for feriado na praça de Nova Iorque, o último dia de negociação será o dia útil anterior. Nesse dia, os negócios só poderão ser realizados até as 10:30, horário da praça de Nova Iorque.

Data de vencimento e data de liquidação

Primeiro dia útil do mês de vencimento do contrato.

Day trade

São admitidas operações de compra e venda para liquidação diária (*day trade*), desde que realizadas no mesmo pregão, pelo mesmo cliente (ou operador especial), intermediadas pela mesma corretora de mercadorias e registradas pelo mesmo membro de compensação. Os resultados auferidos nessas operações são movimentados financeiramente no dia útil seguinte ao de sua realização.

Ajuste diário

As posições em aberto ao final de cada pregão serão ajustadas com base no preço de ajuste do dia, estabelecido conforme regras da Bolsa, com movimentação financeira em D+1. O ajuste diário será calculado de acordo com as seguintes fórmulas:

a) ajuste das operações realizadas no dia: $AD_t = (PA_t - PO) \times 500 \times TC_t \times n$

b) ajuste das posições em aberto no dia anterior: $AD_t = (PA_t - PA_{t-1}) \times 500 \times TC_t \times n$

Onde:

AD_t = valor do ajuste diário relativo ao dia "t";

PA_t = preço (PU) de ajuste do dia "t", com a parte fracionária convertida para o sistema decimal;

PO = preço (PU) da operação, com a parte fracionária convertida para o sistema decimal;

PA_{t-1} = preço (PU) de ajuste do dia anterior, com a parte fracionária convertida para o sistema decimal;

TC_t = taxa de câmbio de reais por dólar dos Estados Unidos, para entrega pronta, contratada nos termos da Resolução 1690/90, do Conselho Monetário Nacional - CMN, definida como a taxa média de venda apurada pelo Banco Central do Brasil - Bacen, segundo critérios por ele definidos, e divulgada através do Sisbacen, transação PTAX800, cotação de fechamento, verificada no dia a que se refere o ajuste diário, e que será utilizada com até quatro casas decimais;

n = número de contratos.

O valor do ajuste diário, se positivo, será creditado ao comprador e debitado ao vendedor. Caso o valor seja negativo, será debitado ao comprador e creditado ao vendedor. Na hipótese do Banco Central do Brasil deixar de divulgar a taxa de câmbio acima mencionada, a BM&F poderá arbitrar uma taxa de câmbio para cálculo do ajuste diário.

Condições de liquidação no vencimento

Na data de liquidação, as posições em aberto, após o último dia de negociação, serão liquidadas financeiramente pela Bolsa, mediante o registro de operação de natureza inversa

(compra ou venda) à da posição, na mesma quantidade contratos, pelo preço referencial de EI relativo ao último dia de negociação, apurado de acordo com o Anexo I deste contrato. Os valores resultantes dessa liquidação serão convertidos para reais pela taxa de câmbio descrita no item 11, relativa ao último dia de negociação, e movimentados financeiramente na data de liquidação.

- **Condições especiais**

Na hipótese do preço referencial de EI relativo ao último dia de negociação não poder ser apurado, a BM&F poderá:

- a) arbitrar um preço para a liquidação do contrato;
- b) liquidar as posições em aberto pelo último preço de ajuste.

Em ambos os casos, a BM&F poderá ainda corrigir o valor de liquidação por um custo de oportunidade, por ela arbitrado, desde a data de vencimento até o dia da efetiva liquidação financeira. Ainda, se a BM&F julgar, a seu critério, que a apuração de preços referenciais para EI, de acordo com o critério descrito no Anexo I deste contrato, não pode ser realizada de forma acurada ou na hipótese de qualquer motivo de força maior que comprometa o livre funcionamento do mercado, a BM&F encerrará a negociação deste contrato, liquidando as posições em aberto pelo último preço de ajuste ou por um preço por ela arbitrado, caso entenda não ser o último preço de ajuste representativo para esse efeito.

Caso o Banco Central do Brasil venha a suspender a divulgação diária da taxa de câmbio definida no item 11, a BM&F poderá encerrar a negociação deste contrato e liquidar as posições em aberto pelo último preço de ajuste, mediante a conversão dos valores resultantes dessa liquidação para reais pela última taxa de câmbio disponível ou por uma taxa de câmbio por ela arbitrada, a seu critério.

Hedgers

Instituições financeiras e investidores institucionais.

Margem de garantia

Valor fixo por contrato, devida em D+1, com redução de 20% para *hedgers*. A margem de garantia é alterável a qualquer momento, a critério da Bolsa.

Ativos aceitos como margem

Dinheiro, ouro, cotas do FIF e, a critério da Bolsa, títulos públicos e privados, cartas de fiança, apólices de seguro, ações, cotas de fundos fechados de investimentos em ações e títulos da dívida externa brasileira.

Custos operacionais

- **Taxa operacional básica**

Operação normal: 0,2%; *day trade*: 0,1%. A taxa operacional básica por contrato negociado, sujeita a valor mínimo estabelecido pela Bolsa, incide sobre a seguinte base de cálculo:

$$BC = PA_{t-1} \times 500 \times TC_{t-1}, \text{ onde:}$$

BC = base de cálculo;

PA_{t-1} = preço (PU) de ajuste do dia anterior, relativo ao primeiro vencimento em aberto, com a parte fracionária convertida para o sistema decimal;

TC_{t-1} = taxa de câmbio de reais por dólar dos Estados Unidos, conforme definida no item 11, relativa ao dia anterior ao da operação.

Para os contratos liquidados financeiramente na data de liquidação, o valor da taxa operacional será idêntico ao do último dia de negociação.

- **Taxas da Bolsa (emolumentos e fundos)**

2,4% da taxa operacional básica.

Os custos operacionais são devidos no dia útil seguinte ao de realização da operação no pregão. Os sócios efetivos pagarão no máximo 75% da taxa operacional básica e das taxas da Bolsa. Os investidores institucionais pagarão 75% das taxas da Bolsa.

Normas complementares

Fazem parte integrante deste contrato os Anexos I e II, a legislação em vigor e as normas e os procedimentos da BM&F, definidos em seus Estatutos Sociais, Regulamento de Operações e ofícios circulares, bem como no Protocolo de Intenções firmado entre as bolsas de valores, de mercadorias e de mercados de liquidação futura, de 25 de maio de 1988, observadas, adicionalmente, as regras específicas do Banco Central do Brasil.

Metodologia de Apuração do Preço Médio de Referência para o Título da Dívida Externa Brasileira Denominado Eligible Interest Bond (Preço Referencial de EI)

A apuração de preço referencial de EI se fará segundo os seguintes critérios:

1. O preço referencial de EI será apurado pela BM&F com base nas cotações fornecidas pelas instituições constantes do Anexo II, denominadas para esse efeito *market makers* no mercado a vista de EI;
2. A BM&F realizará semestralmente uma avaliação da *performance* dos *market makers*, podendo incluir novos participantes e excluir qualquer um dos existentes;

3. Excepcionalmente, caso a BM&F julgue necessário, poderá ocorrer a substituição de participantes, antes do período de seis meses;
4. Os *market makers* constantes do Anexo II informarão diariamente à BM&F os preços relativos a ofertas firmes para compra e para venda de EI verificados às 11:00, horário de Nova Iorque;
5. A BM&F apurará o preço médio individual de cada *market maker*, utilizando-se das cotações de compra e de venda coletadas conforme item 4;
6. O maior e o menor preços médios individuais, apurados conforme o item 5, serão excluídos;
7. O preço referencial de EI para um dia específico será a média aritmética simples dos preços médios individuais restantes após a aplicação do critério definido no item 6;
8. Este anexo faz parte integrante das especificações do contrato futuro de EI.

Relação dos *Market Makers* Responsáveis pelo Fornecimento de Preços para o Título da Dívida Externa Brasileira Denominado Eligible Interest Bond

1. Este anexo integra as especificações do contrato futuro de EI e relaciona as instituições – *market makers* no mercado a vista de EI – junto às quais a BM&F coleta preços para a apuração do preço referencial de EI, de acordo com a metodologia constante do Anexo I.
2. *Market makers*:
 - a. Banque Indosuez, London Branch
 - b. Bear, Sterns & Company
 - c. Chase Securities Incorporated
 - d. Citibank NA
 - e. Garantia Banking Limited
 - f. ING Bank, Curaçao Branch
 - g. J.P. Morgan Securities Incorporated
 - h. Merrill Lynch & Company
 - i. Morgan Grenfell & Company Limited
 - j. Salomon Brothers Incorporated.

1.4 Especificações do Contrato Futuro de *Federative Republic of Brazil – 14.50% US Dollar Denominated Global Bond Due 2009*

Definições

Contrato (especificações): termos e regras sob os quais as operações serão realizadas e liquidadas.

Preço unitário (PU): valor, em dólares dos Estados Unidos da América, para cada cem dólares dos Estados Unidos da América (US\$100,00) de valor de face do título-objeto de negociação. O PU deverá ser expresso com uma parte inteira e uma parte decimal, com até três casas decimais.

Global 2009: título da dívida externa brasileira denominado *Federative Republic of Brazil – 14.50% US Dollar Denominated Global Bond Due 2009*.

PTAX: taxa de câmbio de reais por dólar dos Estados Unidos da América, cotação de venda, negociada no mercado de câmbio, para entrega pronta, contratada nos termos da Resolução 3.265/2005, do Conselho Monetário Nacional (CMN), apurada e divulgada pelo Banco Central do Brasil (Bacen), por intermédio do Sisbacen, transação PTAX800, opção “5”, cotação de fechamento, para liquidação em dois dias, a ser utilizada com, no máximo, seis casas decimais, também divulgada pelo Bacen com a denominação de Fechamento PTAX, conforme Comunicado 10.742 do Bacen, de 17 de fevereiro de 2003.

Preço de ajuste (PA): preço de fechamento, expresso como o valor em dólares dos Estados Unidos da América composto pela parte inteira e pela parte decimal com até quatro casas decimais, apurado e/ou arbitrado diariamente pela BM&F, a seu critério, para cada um dos vencimentos autorizados, para efeito de atualização do valor das posições em aberto e de apuração do valor de ajustes diários e de liquidação das operações *day trade*.

Objeto de negociação

Federative Republic of Brazil – 14.50% US Dollar Denominated Global Bond Due 2009.

Cotação

Preço unitário, conforme definido no item 1.

Variação mínima de apregoação

0,001 ponto de PU.

Oscilação máxima diária

Conforme estabelecida pela BM&F.

Para o primeiro vencimento em aberto, não haverá limite de oscilação nos três últimos dias de negociação. A BM&F poderá alterar o limite de oscilação de preços de qualquer vencimento a qualquer tempo, mesmo no decurso do pregão, mediante comunicação ao mercado com 30 minutos de antecedência.

Unidade de negociação (tamanho do contrato)

US\$50.000,00 de valor de face.

Meses de vencimento

Janeiro, abril, julho e outubro.

Número de vencimentos em aberto

Conforme autorização da BM&F.

Data de vencimento e data de liquidação

Primeiro dia útil (dia de pregão) do mês de vencimento.

Último dia de negociação

Dia útil anterior (dia de pregão) à data de vencimento. Se esse dia for feriado na praça de Nova Iorque, o último dia de negociação será o dia útil anterior. Nesse dia, os negócios só poderão ser realizados até as 10:45, horário da praça de Nova Iorque.

Day trade

São admitidas operações *day trade* (compra e venda, no mesmo dia de pregão, da mesma quantidade de contratos para o mesmo vencimento), que se liquidarão automaticamente, desde que realizadas em nome do mesmo cliente, por intermédio da mesma Corretora associada e sob a responsabilidade do mesmo Membro de Compensação, ou realizadas pelo mesmo Operador Especial, sob a responsabilidade do mesmo Membro de Compensação. A liquidação financeira dessas operações será realizada no dia útil subsequente, sendo os valores apurados de acordo com o item 12(a). Bolsa de Mercadorias & Futuros.

Ajuste diário

As posições em aberto ao final de cada pregão serão ajustadas com base no preço de ajuste do dia, estabelecido conforme regras da Bolsa, com liquidação financeira no dia útil subsequente.

O ajuste diário será calculado até a data de vencimento, inclusive, de acordo com as seguintes fórmulas:

a) ajuste das operações realizadas no dia

$$ADt = (PA_t - PO) \times 500 \times TCt \times n$$

b) ajuste das posições em aberto no dia anterior

$$ADt = (PA_t - PA_{t-1}) \times 500 \times TCt \times n$$

onde:

ADt = valor do ajuste diário em reais referente à data “t”;

PA_t = preço de ajuste do contrato na data “t” para o vencimento respectivo;

PO = preço da operação em PU;

TCt = PTAX referente à data “t”;

PA_{t-1} = preço de ajuste do dia anterior para o vencimento respectivo;

n = número de contratos.

O valor do ajuste diário (ADt), calculado conforme demonstrado acima, se positivo, será creditado ao comprador e debitado ao vendedor. Caso o cálculo acima apresente negativo, será debitado ao comprador e creditado ao vendedor.

Condições de liquidação no vencimento

Na data de vencimento, as posições em aberto, após o último ajuste, serão liquidadas financeiramente pela Bolsa, mediante o registro de operações de natureza inversa (compra ou venda) à da posição, na mesma quantidade de contratos, pela Taxa Referencial BM&F – Preço de Título da Dívida Soberana, referente ao Global 2009, apurada conforme o Anexo I do Ofício Circular 058/2002-DG, de 19 de abril de 2002, e relativa ao último dia de negociação.

Os valores resultantes dessa liquidação serão convertidos para reais pela PTAX, definida no item 1, relativa ao último dia de negociação e movimentados financeiramente na própria data de vencimento.

Condições especiais

Na hipótese de a Taxa Referencial BM&F – Preço de Título da Dívida Soberana, referente ao Global 2009 e ao último dia de negociação, não poder ser apurada, a BM&F poderá, a seu critério:

- a) arbitrar um preço para a liquidação do contrato; ou
- b) liquidar as posições em aberto pelo último preço de ajuste.

Em ambos os casos, a BM&F poderá ainda corrigir o valor de liquidação por um custo de oportunidade, por ela arbitrado, desde a data de vencimento até o dia da efetiva liquidação financeira.

Ainda, se a Bolsa julgar, a seu critério, que a apuração da Taxa Referencial BM&F – Preço de Título da Dívida Soberana, relativo ao Global 2009, não pode ser realizada de forma acurada ou na eventualidade de motivo de força maior que comprometa o livre funcionamento do mercado, encerrará a negociação deste contrato, liquidando as posições em aberto pelo último preço de ajuste ou por um preço por ela arbitrado, caso entenda não ser representativo o último preço de ajuste disponível para esse efeito.

Se, por qualquer motivo, o Bacen não divulgar a PTAX, definida no item 1, correspondente ao dia anterior à data de vencimento, a BM&F poderá, a seu critério:

- a) prorrogar a liquidação do contrato, até sua divulgação oficial; ou
- b) liquidar o contrato por um valor arbitrado.

Em ambos os casos, a BM&F poderá corrigir o valor de liquidação por um custo de oportunidade, por ela arbitrado, desde o dia subsequente à data de vencimento até o dia da efetiva liquidação financeira.

Margem de garantia

Será exigida margem de garantia de todos os comitentes com posição em aberto, cujo valor será atualizado diariamente pela Bolsa, de acordo com os critérios de apuração de margem para contratos futuros.

Ativos aceitos como margem

Dinheiro, ouro e, mediante autorização prévia da Bolsa, títulos públicos federais, títulos privados, cartas de fiança, ações e cotas de fundos fechados de investimentos em ações.

Custos operacionais

- Taxas da Bolsa

Taxas de emolumentos, de registro e de permanência, apuradas conforme cálculo estabelecido pela BM&F.

Os custos operacionais são devidos no dia útil seguinte ao de realização da operação, exceto a taxa de permanência, que será devida na data determinada pela Bolsa.

Os Sócios Efetivos e os investidores institucionais pagarão no máximo 75% dos custos operacionais.

Hedgers

Instituições financeiras e investidores institucionais.

Normas complementares

Fazem parte integrante deste contrato, no que couber, a legislação em vigor, as normas e os procedimentos da BM&F, definidos em seus Estatutos Sociais, Regulamento de Operações e Ofícios Circulares, observadas, adicionalmente, as regras específicas das autoridades governamentais que possam afetar os termos nele contidos.

Na hipótese de situações não previstas neste contrato, bem como de medidas governamentais ou de qualquer outro fato, que impactem a formação, a maneira de apuração ou a divulgação de sua variável, ou que impliquem, inclusive, sua descontinuidade, a BM&F tomará as medidas que julgar necessárias, a seu critério, visando a liquidação do contrato ou sua continuidade em bases equivalentes.