



# Manual de Marcação a Mercado

Propriedade de Deutsche Bank S.A – Banco Alemão  
Proibida a reprodução total ou parcial sem prévia autorização

<b>Documento</b>	<b>Versão</b>	<b>Data da Última Atualização</b>	<b>Início de Vigência</b>
DCOMAM.doc	06	30/03/2009	31/03/2009

Princípios Gerais para a Marcação a Mercado.....	4
1. Visão do Processo.....	5
1.1 Coleta e Aplicação de preços.....	5
1.2 Tratamento dos preços coletados.....	5
1.3 Validação dos dados/preços tratados.....	5
1.4 Aplicação dos preços às carteiras.....	5
1.5 Validação da aplicação dos preços às carteiras.....	5
1.6 Fontes Primárias.....	5
1.7 Supervisão dinâmica da metodologia, Estrutura Organizacional e Aspectos Metodológicos... 6	6
1.8. Metodos de interpolação de taxas de juros.....	6
1.8.1. Interpolação linear.....	6
1.9. Fundos com cota de abertura.....	6
1.10. Ativos em Default.....	7
2. Títulos Públicos.....	8
2.1 Federais Pós-Fixados – LFT (Indexado a SELIC).....	8
2.1.1 Características.....	8
2.1.2 Metodologia.....	8
2.1.3 Fontes.....	8
2.2 Federais Pré-fixados – LTN.....	9
2.2.1 Características.....	9
2.2.2 Metodologia.....	9
2.2.3 Fontes.....	9
2.3 Federais Cambiais – NTN-D.....	10
2.3.1 Características.....	10
2.3.2 Metodologia.....	10
2.3.3 Fontes.....	11
2.4 Federais indexados ao IGPM – NTN-C.....	12
2.4.1 Características.....	12
2.4.2 Metodologia.....	12
2.4.3 Fontes.....	13
2.5 Federais indexados ao IPCA – NTN-B.....	14
2.5.1 Características.....	14
2.5.2 Metodologia.....	14
2.5.3 Fontes.....	15
2.6 Federais pré fixados – NTN-F.....	16
2.6.1 Características.....	16
2.6.2 Metodologia.....	16
2.6.3 Fontes.....	17
2.7 TDA – Títulos da Dívida Agrária.....	18
2.7.1 Metodologia.....	18
2.7.2 Fontes.....	19
2.8 Título da Dívida Externa.....	20
2.8.1 Metodologia.....	20
3. Títulos Privados.....	21
3.1 CDB's e RDB's Pós Fixados.....	21
3.1.1 CDB's e RDB's indexados ao CDI.....	21
3.1.2 CDB's e RDB's Pré Fixados.....	22
3.1.3 Debêntures Não-Convertíveis.....	23
4. Cotas de Fundos.....	24
5.1 Fonte.....	25

<b>6. Swaps</b> .....	<b>26</b>
6.1 Ponta Cambial .....	26
6.1.1 Metodologia .....	26
6.1.2 Fontes .....	26
6.2 Ponta Pré .....	27
6.2.1 Metodologia .....	27
6.2.2 Fontes .....	27
6.3 Ponta IGPM .....	28
6.3.1 Metodologia .....	28
6.3.2 Fontes .....	28
6.4 Ponta TR .....	29
6.4.1 Metodologia .....	29
6.4.2 Fontes .....	29
6.5 Ponta CDI .....	30
6.5.1 Metodologia .....	30
6.5.2 Fontes .....	30
6.6 Ponta Selic .....	31
6.6.1 Metodologia .....	31
6.6.2 Fontes .....	31
<b>7. Futuros</b> .....	<b>32</b>
7.1 Metodologia .....	32
7.2 Fontes .....	32
<b>8. Opções</b> .....	<b>33</b>
8.1 Opção de Ação .....	33
8.1.1 Metodologia .....	33
8.1.2 Fontes .....	34
8.2 Opção de Índice .....	35
8.2.1 Metodologia .....	35
8.2.2 Fontes .....	36
8.3 Opção de Dólar .....	37
8.3.1 Metodologia .....	37
8.3.2 Fontes .....	38
8.4 Opção de IDI .....	39
8.4.1 Metodologia .....	39
8.4.2 Fontes .....	39
<b>9. Ativos no Exterior</b> .....	<b>41</b>
9.1 Metodologia .....	41
9.2 Fontes .....	41
<b>10. Anexo I</b> .....	<b>42</b>
10.1. Modelo para cálculo da Volatilidade .....	42
10.2 Determinação do fator ótimo de decaimento .....	44
10.2.1 Para um ativo em particular .....	44
10.2.2 Para o Portfólio .....	45

## Princípios Gerais para a Marcação a Mercado

Este manual descreve os critérios utilizados para a precificação dos ativos sob a custódia do Deutsche Bank S.A. – Banco Alemão. As técnicas e parâmetros adotados seguem normas legais e regulamentares estabelecidas e procedimentos comumente aceitos.

É utilizado o preço de mercado, fornecido por fonte auditável e transparente, sempre que este representar realisticamente o valor negocial de um determinado ativo. Nos casos em que inexistir um nível mínimo de representatividade, por falta de liquidez ou por algum evento incomum de mercado, será aplicada uma metodologia que consiste na obtenção do que denominamos “preço indicativo de consenso” (PIC).

O PIC é dado pela mediana de preços indicativos fornecidos, de forma auditável, por um conjunto de corretoras com forte participação no mercado de interesse. A utilização da mediana ao invés da média, se justifica por aquela ser menos vulnerável a outliers, causados eventualmente por input incorreto de dados ou qualquer outra falha operacional no processo de obtenção de valores.

Finalmente, em ativos para os quais inexisterem dados de qualidade/quantidade mínima para a formação do PIC, em especial as opções de baixíssima liquidez, são utilizados modelos estatísticos, tais como GARCH (Generalized Auto-Regressive Conditionally Heterokedastic) que, associados a modelos de precificação, fornecem um preço teórico com base em parâmetros estimados a partir de séries históricas.

Os melhores esforços são feitos, dessa forma, para que as cotas dos fundos custodiados pelo Deutsche Bank S.A. – Banco Alemão, reflitam da forma mais precisa possível o valor de seus ativos. Os métodos e procedimentos descritos a seguir são objeto de análise periódica por parte dos auditores globais do Deutsche Bank S.A.

"A precificação de ativos descrita neste manual segue a metodologia de Marcação a Mercado (MaM) que consiste em registrar todos os ativos, para efeito de valorização e cálculo de quotas dos fundos de investimento, pelos preços transacionados no mercado em casos de ativos líquidos ou, quando este preço não é observado, pela melhor estimativa de preço que o ativo teria em uma eventual transação feita no mercado. Caso os critérios de Marcação a Mercado apresentados neste manual mostrem-se ineficazes para a justa precificação de ativos, ou até mesmo não haja metodologia de precificação de certos ativos, a arbitragem para definição da precificação será de exclusiva responsabilidade do Administrador/Gestor da referida carteira.

Salientamos que o uso da metodologia apresentada não é impositiva ao Administrador/Gestor que utilizam a prestação de serviços de controladoria do Deutsche Bank. Portanto, e desde que expressamente definido no regulamento do fundo a possibilidade de precificação de ativos por parte do Administrador/Gestor, o Deutsche Bank estará isento de qualquer responsabilidade quanto à metodologia de precificação de ativos adotada."

## **1. Visão do Processo**

O processo de precificação de ativos da área de Custódia-Deutsche Bank é realizado através de importação de arquivos (download) e input manual com aplicação do princípio de quatro-olhos conforme definição da política de qualidade do Deutsche Bank.

### **1.1 Coleta e Aplicação de preços**

Os preços e índices públicos são coletados em sua maioria, através de download de arquivos disponíveis na internet e após esta importação atualiza-se os sistemas necessários.

### **1.2 Tratamento dos preços coletados**

Em alguns ativos é desnecessário o tratamento de preços, como por exemplo, os preços de ações. Quando necessário realizamos as interpolações e extrapolações via planilha eletrônica.

### **1.3 Validação dos dados/preços tratados**

Os dados e preços tratados são validados pelo princípio de quatro olhos, ou seja, um funcionário realiza o input e outro confere. E toda a variação dos ativos será verificada com o processamento da carteira que também terá aplicação do feito/conferido.

Todos os procedimentos possuem plano de contingência, realizados em local preparado "site de contingência", garantindo assim a segurança e a pontualidade das informações.

Atualmente a validação dos inputs manuais, são realizadas através de consulta a corretoras, brokers e sites de órgãos oficiais e/ou reguladores ativos nos segmentos, eleitos como fornecedores de dados, como por exemplo BACEN, BOVESPA e ANDIMA entre outros.

### **1.4 Aplicação dos preços às carteiras**

Aplica-se os preços dos ativos, para processamento das carteiras e fundos de investimento, via importação de arquivos, com mínimo de inserção manual, eliminando assim os riscos operacionais.

### **1.5 Validação da aplicação dos preços às carteiras**

A validação da aplicação dos preços as carteiras é realizada através da conferência das carteiras, realizada pelo núcleo de processamento, a esta verificação, dá-se o nome de "Blindagem" das carteiras dos clientes.

### **1.6 Fontes Primárias**

A fonte primária utilizada na coleta de preços de mercado, são:

- Título Públicos Federais: ANDIMA (Associação Nacional das Instituições do Mercado Financeiro);

- Ações, Opções sobre ações e Termo de ações: BOVESPA (Bolsa de Valores de São Paulo);
- Contratos Futuros e Swaps: BM&F (Bolsa de Mercadorias e Futuros).

## 1.7 Supervisão dinâmica da metodologia, Estrutura Organizacional e Aspectos Metodológicos

A área de Custódia Deutsche Bank, está organizada em núcleos de atividades, sendo o Núcleo de Implantação o responsável pela elaboração e aplicação dos processos envolvidos na precificação de ativos com total autonomia sobre as práticas de MaM. Porém, todas as alterações, inclusões e utilizações de, eventuais, fontes alternativas são sujeitas a análise da gestão da carteira, bem como, o enquadramento necessário à política de risco e compliance do Deutsche Bank.

Toda a alteração de metodologia que se fizer necessário, será realizada após exaustivas discussões e análises de impactos. Sendo a decisão sempre tomada em conjunto, para que haja transparência aos envolvidos, quanto a busca por melhores esforços na conduta dos trabalhos referentes a marcação a mercado, sem impactos nos procedimentos operacionais.

A Custódia Deutsche Bank, possui metodologia própria e estrutura independente das demais áreas da Instituição, aplicando o conceito de Chinese Wall. Por meio da área de Compliance visa a mitigar os riscos de não atendimento a normas e regulamentações legais.

Mesmo após a implantação de um modelo de apreçamento, existe o monitoramento para certificarmos a aderência aos dados oriundos do mercado. Podendo sempre que possível, consistir a dinâmica do mercado e os esforços realizados na administração dos fundos e carteiras.

## 1.8. Metodos de interpolação de taxas de juros

Devido ao número limitado de ativos e derivativos, não é possível determinar taxas de juros para todos os prazos necessários. A determinação das taxas para os prazos intermediários deve ser realizada através do método de interpolação. A interpolação utilizada nesse manual será a interpolação linear, descrita abaixo:

### 1.8.1. Interpolação linear

A interpolação linear considera que taxas efetivas entre os prazos conhecidos varia linearmente. Considerando os prazos  $t_1$  e  $t_2$  com taxas efetivas  $r_1$  e  $r_2$ , para o prazo  $t_x$  teremos a taxa  $r_x$  determinada conforme segue:

$$r_x = r_1 + \left( \frac{r_2 - r_1}{t_2 - t_1} \right) \times (t_x - t_1) \quad (1)$$

## 1.9. Fundos com cota de abertura

Para os fundos com cota de abertura, o valor da cota é calculado diariamente, exceto em dias não úteis, com base em avaliação patrimonial que considere as taxas e preços de mercado dos ativos financeiros integrantes da carteira obtido no fechamento do dia útil imediatamente anterior. No tocante aos ativos de renda fixa, o cálculo será atualizado pela aplicação destas mesmas taxas e preços de mercado por um dia útil.

### **1.10. Ativos em Default**

Caso na data do vencimento do título não ocorra a liquidação financeira de um ativo, a gerência da área de custódia do Deutsche, juntamente com o administrador da carteira, mediante análise dos motivos da inadimplência, analisará os procedimentos a serem tomados (caso estes procedimentos não estejam descritos no regulamento do fundo em questão).



## 2. Títulos Públicos

### 2.1 Federais Pós-Fixados – LFT (Indexado a SELIC)

#### 2.1.1 Características

**LFT:** Letras Financeiras do Tesouro.

**Prazo:** Definido pelo Ministério da Fazenda.

**Modalidade:** Nominativa e negociável.

**Forma de Colocação:** Oferta pública ou direta, em favor do interessado.

**Valor Nominal:** Múltiplo de R\$ 1.000,00.

**Rendimento:** Taxa Selic calculada sobre o valor nominal.

**Resgate:** Valor nominal acrescido do respectivo rendimento.

**Referência Legal:** Artigo 2º do Decreto nº 2.701, de 30/07/1998.

#### 2.1.2 Metodologia

Os títulos pós-fixados indexados à taxa SELIC são apreçados segundo a metodologia descrita a seguir:

VN: Valor Nominal (VN = R\$ 1.000,00);

DV: Dias úteis entre a data de cálculo e o vencimento do papel;

PU\_PAR: PU par para o respectivo vencimento do papel na data de cálculo. O PU PAR é definido com o VN corrigido pela taxa SELIC acumulada.

Taxa: Taxa anual de ágio/deságio para a data de vencimento do papel (MaM). Haverá um deságio no papel caso essa taxa seja positiva, e um ágio, caso contrário;

VNC: Valor nominal corrigido (PU de mercado);

$$VNC = \frac{PU\_PAR}{(1 + Taxa)^{\left(\frac{DV}{252}\right)}} \quad (2)$$

#### 2.1.3 Fontes

Taxa – São adotadas as taxas de ágio ou deságio (expectativa) divulgadas pelo mercado Secundário da Andima (dados coletados no site da Andima – [www.andima.com.br](http://www.andima.com.br)).

PU\_PAR – Preço unitário par divulgado na Andima de acordo com a Resolução nº238 do Banco Central do Brasil (dados coletados no site da Andima – [www.andima.com.br](http://www.andima.com.br)).

## 2.2 Federais Pré-fixados – LTN

### 2.2.1 Características

**LTN:** Letras do Tesouro Nacional

**Prazo:** Definido pelo Ministério da Fazenda.

**Modalidade:** Nominativa e negociável.

**Forma de Colocação:** Oferta Pública ou direta, em favor do interessado.

**Valor Nominal:** Múltiplo de R\$ 1.000,00.

**Rendimento:** Deságio sobre o valor nominal.

**Resgate:** Valor nominal.

**Referência Legal:** Artigo 1º do Decreto nº 2.701, de 30/07/1998.

### 2.2.2 Metodologia

A metodologia de cálculo é apresentada a seguir:

N: Número de dias úteis (d.u.) entre data de cálculo e o vencimento;

i\_MaM: taxa de mercado para o vencimento na data de cálculo; (MaM)

VR: valor de resgate;

VP\_MaM: valor presente de mercado da LTN.

$$VP\_MaM = \left( \frac{VR}{\left(1 + i\_MaM\right)^{\left(\frac{n}{252}\right)}} \right) \quad (3)$$

### 2.2.3 Fontes

Os títulos são precificados pela curva de taxa de juros divulgada pelo Mercado Secundário da Andima (dados coletados no site da Andima – [www.andima.com.br](http://www.andima.com.br)). As taxas referentes a datas onde não há informações disponíveis são obtidas interpolando-se linearmente as taxas dos vencimentos adjacentes.

## 2.3 Federais Cambiais – NTN-D

### 2.3.1 Características

**NTN – D:** Notas do Tesouro Nacional Série D

**Prazo:** Definido pelo Ministério da Fazenda.

**Modalidade:** Nominativa e negociável.

**Forma de Colocação:** Oferta Pública ou direta, em favor do interessado.

**Valor Nominal:** Múltiplo de R\$ 1.000,00.

**Atualização do Valor Nominal:** Variação da cotação de venda do dólar dos Estados Unidos no mercado de câmbio de taxas livres, sendo consideradas as taxas médias do dia útil imediatamente anterior às datas da emissão e do vencimento do título.

**Taxa de Juros:** Taxa anual, definida na emissão. Geralmente 6% ou 12% a.a.

**Pagamento dos Juros:** Semestralmente, com ajuste no primeiro período de fluência.

**Negociação do Cupom de Juros:** Os juros referentes aos títulos emitidos em oferta pública a partir de 1º de outubro de 1997 e com prazo igual ou superior a cinco anos poderão ser negociados separadamente do principal, permanecendo com suas características de emissão.

**Resgate:** Em parcela única, na data do vencimento.

**Referência Legal:** Artigo 1º do Decreto nº 2.701, de 30/07/1998 e artigo 3º da Portaria MF/M nº 126, de 19/04/2000.

### 2.3.2 Metodologia

Os títulos cambiais são avaliados segundo a metodologia apresentada a seguir:

a. Cálculo do fluxo de caixa

a.1 Principal corrigido

$$P_{cor} = 1000 * \frac{PTAX_C}{PTAX_E}, \quad (4)$$

a.2 Cupom

$$C_t = P_{COR} * taxa\_cupom, \quad (5)$$

a.3 Principal no vencimento

$$P_T = P_{COR}, \quad (6)$$

onde:

PTAX<sub>E</sub>: ptax de D-1 da data de emissão;

PTAX<sub>C</sub>: ptax de D-1 da data de cálculo;

taxa\_cupom: percentual de juros a ser pago regularmente nas datas pré-estabelecidas;

C<sub>t</sub>: montante pago nas datas em que há cupom.

b. Cálculo do Valor Presente (MaM)

$$VP_{MaM} = \left( \sum_{t=t_1}^T \frac{C_t}{(1+i_{MaM})^{\left(\frac{DC_t}{360}\right)}} \right) + \left( \frac{P_T}{(1+i_{MaM})^{\left(\frac{DC_T}{360}\right)}} \right) \quad (7)$$

onde:

$i_{MaM}$ : taxa efetiva de desconto (TIR) para o vencimento do papel, calculada a partir do cupom sujo de dólar onde:

$$i_{MaM} = \left( 1 + \frac{CS}{2} \right)^2 - 1; \quad (8)$$

CS: cupom sujo de dólar (MaM);

$DC_t$ : número de dias corridos entre a data de cálculo e a data  $t$ ;

$t$ : representa as datas de pagamento de cupons a serem pagos a partir da data de cálculo sendo  $t = t_1, t_2, \dots, T$ ;

$T$ : data de vencimento do papel.

### 2.3.3 Fontes

Os títulos são precificados pela curva de cupom cambial sujo divulgada pelo Mercado Secundário da Andima (dados coletados no site da Andima – [www.andima.com.br](http://www.andima.com.br)). As taxas referentes a datas onde não há informações disponíveis são obtidas interpolando-se linearmente as taxas dos vencimentos adjacentes.

## 2.4 Federais indexados ao IGPM – NTN-C

### 2.4.1 Características

**NTN-C:** Notas do Tesouro Nacional Série C

**Prazo:** Definido pelo Ministério da Fazenda.

**Modalidade:** Nominativa e negociável.

**Forma de Colocação:** Oferta Pública ou direta, em favor do interessado.

**Valor Nominal:** Múltiplo de R\$ 1.000,00.

**Atualização do Valor Nominal:** Variação do IGPM desde a data-base do título.

**Taxa de Juros:** 6% a.a., calculada sobre o valor nominal atualizado.

**Pagamento dos Juros:** Semestralmente, com ajuste no primeiro período de fluência, quando couber.

**Resgate:** Em parcela única, na data do vencimento.

**Referência Legal:** Artigo 6º do Decreto nº 2.701, de 30/07/1998 e Portaria STN nº490, de 29/11/1999.

### 2.4.2 Metodologia

Os títulos indexados ao IGPM são avaliados segundo a metodologia de cálculo apresentada a seguir:

a. Cálculo do fluxo de caixa

a.1 Fator IGPM

$$C\_IGPM = C\_IGPM_A * (1 + PROJ\_IGPM)^{\frac{nt}{12}}, \quad (9)$$

a.2 Principal corrigido

$$P_{COR} = 1000 * C\_IGPM, \quad (10)$$

a.3 Cupom

$$C_t = P_{COR} * taxa\_cupom, \quad (11)$$

a.4 Principal no vencimento

$$P_T = P_{COR}, \quad (12)$$

onde

C\_IGPM: fator acumulado de correção do IGPM entre a data de emissão e a data de cálculo.

C\_IGPM<sub>A</sub>: fator acumulado de correção do IGPM entre a data de emissão e o último aniversário do indexador.

PROJ\_IGPM: projeção do IGPM para o mês corrente; (MaM)

nt: número de dias úteis totais entre o último e o próximo aniversário do indexador IGPM;

nu: número de dias úteis entre a data do último aniversário do indexador IGPM e a data de cálculo;

taxa\_cupom: percentual do cupom de juros a ser pago regularmente nas datas pré-estabelecidas;

$C_t$ : montante pago nas datas em que há cupom onde t representa as datas de pagamento de cupom.

b. Cálculo do Valor Presente (MaM)

$$VP_{MaM} = \left( \sum_{t=t_1}^T \frac{C_t}{(1+i_{MaM})^{\left(\frac{DU_t}{252}\right)}} \right) + \left( \frac{P_T}{(1+i_{MaM})^{\left(\frac{DU_T}{252}\right)}} \right), (13)$$

onde

$i_{MaM}$ : cupom IGPM – TIR (MaM);

$DU_t$ : número de dias úteis entre a data de cálculo e a data t;

t: representa as datas de pagamento de cupons a serem pagos a partir da data cálculo sendo  $t = t_1, t_2, \dots, T$ ;

T: data de vencimento.

### 2.4.3 Fontes

Utilizamos a curva de cupom dos títulos públicos federais indexados a IGPM (NTN-C do mercado secundário (expectativa), divulgada diariamente pela Andima ([www.andima.com.br](http://www.andima.com.br)). As taxas referentes a datas onde não há informações disponíveis são obtidas interpolando-se linearmente as taxas dos vencimentos adjacentes.

Para a projeção do IGPM utilizamos a taxa divulgada no Mercado Secundário da Andima (média apurada para a amostra).

## 2.5 Federais indexados ao IPCA – NTN-B

### 2.5.1 Características

**NTN-B:** Notas do Tesouro Nacional Série B

**Prazo:** Definido pelo Ministério da Fazenda.

**Modalidade:** Nominativa e negociável.

**Forma de Colocação:** Oferta Pública ou direta, em favor do interessado.

**Valor Nominal:** Múltiplo de R\$ 1.000,00.

**Atualização do Valor Nominal:** Variação do IPCA desde a data-base do título.

**Taxa de Juros:** 6% a.a., calculada sobre o valor nominal atualizado.

**Pagamento dos Juros:** Semestralmente, com ajuste no primeiro período de fluência, quando couber.

**Resgate:** Em parcela única, na data do vencimento.

**Referência Legal:** Artigo 8º do Decreto nº 3.859, de 04/07/2001 e Portaria STN nº111, de 11/03/2002 .

### 2.5.2 Metodologia

Os títulos indexados ao IPCA são avaliados segundo a metodologia de cálculo apresentada a seguir:

a. Cálculo do fluxo de caixa

a.1 Fator IPCA

$$C\_IPCA = C\_IPCA_A * (1 + PROJ\_IPCA)^{\frac{nt}{12}}, \quad (14)$$

a.2 Principal corrigido

$$P_{COR} = 1000 * C\_IPCA, \quad (15)$$

a.3 Cupom

$$C_t = P_{COR} * taxa\_cupom, \quad (16)$$

a.4 Principal no vencimento

$$P_T = P_{COR}, \quad (17)$$

onde

C\_IPCA: fator acumulado de correção do IPCA entre a data de emissão e a data de cálculo.

C\_IPCA<sub>A</sub>: fator acumulado de correção do IPCA entre a data de emissão e o último aniversário do indexador.

PROJ\_IPCA: projeção do IPCA para o mês corrente; (MaM)

nt: número de dias úteis totais entre o último e o próximo aniversário do indexador IPCA;

nu: número de dias úteis entre a data do último aniversário do indexador IPCA e a data de cálculo;

taxa\_cupom: percentual do cupom de juros a ser pago regularmente nas datas pré-estabelecidas;

$C_t$ : montante pago nas datas em que há cupom onde t representa as datas de pagamento de cupom.

#### b. Cálculo do Valor Presente (MaM)

$$VP_{MaM} = \left( \sum_{t=t_1}^T \frac{C_t}{(1+i_{MaM})^{\left(\frac{DU_t}{252}\right)}} \right) + \left( \frac{P_T}{(1+i_{MaM})^{\left(\frac{DU_T}{252}\right)}} \right), (18)$$

onde

$i_{MaM}$ : cupom IPCA – TIR (MaM);

$DU_t$ : número de dias úteis entre a data de cálculo e a data t;

t: representa as datas de pagamento de cupons a serem pagos a partir da data cálculo sendo  $t = t_1, t_2, \dots, T$ ;

T: data de vencimento.

### 2.5.3 Fontes

Utilizamos a curva de cupom dos títulos públicos federais indexados a IPCA (NTN-B do mercado secundário (expectativa), divulgada diariamente pela Andima ([www.andima.com.br](http://www.andima.com.br)). As taxas referentes a datas onde não há informações disponíveis são obtidas interpolando-se linearmente as taxas dos vencimentos adjacentes.

Para a projeção do IPCA utilizamos a taxa divulgada no Mercado Secundário da Andima (média apurada para a amostra).

## 2.6 Federais pré fixados – NTN-F

### 2.6.1 Características

**NTN-F:** Notas do Tesouro Nacional Série F

**Prazo:** Definido pelo Ministério da Fazenda.

**Modalidade:** Nominativa e negociável.

**Forma de Colocação:** Oferta Pública ou direta, em favor do interessado.

**Valor Nominal:** Múltiplo de R\$ 1.000,00.

**Rendimento:** Deságio sobre o valor nominal.

**Taxa de Juros:** 10% a.a., calculada sobre o valor nominal atualizado.

**Pagamento dos Juros:** Semestralmente, com ajuste no primeiro período de fluência, quando couber.

**Resgate:** Valor nominal, na data do vencimento.

**Referência Legal:** Artigo 11º do Decreto nº 3.859, de 04/07/2001.

### 2.6.2 Metodologia

A metodologia de cálculo é apresentada a seguir:

#### a.1- Cálculo Juros

$$Juros = \left\{ \left[ \left( \frac{i}{100} + 1 \right)^{\left( \frac{6}{12} \right)} \right] - 1 \right\} * 100, \text{ onde:} \quad (19)$$

Juros: Taxa de juros do cupom no semestre.

i: Taxa de juros (%a.a.) definido no edital do leilão.

a.2- Cálculo da cotação a partir da taxa efetiva anual: a cotação da operação é o somatório dos pagamentos de juros e do principal, descontados (trazido a valor presente) pela TIR.

$$Cotação = \sum_{i=1}^n \frac{\left[ \left( \frac{i}{100} + 1 \right)^{\left( \frac{6}{12} \right)} \right] - 1}{\left[ \left( \frac{TIR}{100} + 1 \right)^{\left( \frac{du_i}{252} \right)} \right]} + \frac{1}{\left[ \left( \frac{TIR}{100} + 1 \right)^{\left( \frac{du_n}{252} \right)} \right]} \quad (20)$$

onde,

Cotação: Cotação do título, em relação ao VNA.

i = Taxa de juros (%a.a.) definido no edital de leilão.

n = Número de fluxos de pagamento do título.

TIR = Taxa interna de retorno, corresponde a taxa efetiva anual.

du<sub>i</sub> = Dias úteis entre a data de liquidação (inclusive) e a data do pagto. de juros i (exclusive).

$du_n$  = Dias úteis entre a data de liquidação (inclusive) e a data do pagto. de vencimento (exclusive).

a.3- Cálculo do PU a partir da Cotação:

$$PU = Cotação * VNA \quad (21)$$

PU = Preço unitário.

Cotação = Cotação do título, em relação ao VNA.

VNA = Valor nominal atualizado.

### 2.6.3 Fontes

Utilizamos a curva de cupom dos títulos públicos federais pré-fixados (NTN-F do mercado secundário (expectativa), divulgada diariamente pela Andima ([www.andima.com.br](http://www.andima.com.br)). As taxas referentes a datas onde não há informações disponíveis são obtidas interpolando-se linearmente as taxas dos vencimentos adjacentes.



## 2.7 TDA – Títulos da Dívida Agrária

Os títulos da Dívida Agrária, TDAs, foram criados para viabilizar o pagamento de indenizações devidas aqueles que sofrerem a ação desapropriatória da União Federal, por interesse social, no caso de imóveis rurais, para fins de reforma agrária, nos termos do Estatuto da Terra – Lei nº 4.504, de 30 de novembro de 1964.

Os TDAs encontram-se divididos em dois grupos: os TDAs INCRA, emitidos até 24/06/1992, e os TDAEs, que passaram a ser emitidos sob forma escritural a partir de 25/06/1992, através da Secretaria de Tesouro Nacional, mediante solicitação expressa do Incra.

Atualmente, todos os TDAs INCRA têm seus pagamentos efetuados no dia primeiro do mês subsequente ao de registro. Os TDAEs têm como data-base sempre o dia primeiro do mês. O valor nominal das TDAs é corrigido pela TR e há pagamento de juros de 6% a.a.. O prazo de emissão pode ser de 5, 10, 15 e 20 anos. Os títulos são resgatáveis a partir do segundo ano.

### 2.7.1 Metodologia

Os títulos da Dívida Agrária são precificados conforme a metodologia apresentada a seguir:

#### a. Cálculo do fluxo de caixa

##### a.1 Fator da TR

$$C_{\_TIR} = (1 + TR)^{\left(\frac{DC}{DCM}\right)}, \quad (22)$$

##### a.2 Valor nominal corrigido

$$VNC = VN * C_{\_TR}, \quad (23)$$

##### a.3 Cupom

$$C_t = VNC * taxa\_cupom, \quad (24)$$

##### a.4 Principal no vencimento

$$VNC_T = VNC \quad (25)$$

onde

VN: Valor nominal do mês anterior;

TR: Taxa Referencial divulgada do primeiro dia do mês;

C<sub>\_TR</sub>: fator de correção pela TR do primeiro dia do mês;

taxa<sub>\_cupom</sub>: percentual do cupom de juros a ser pago regularmente nas datas pré-estabelecidas;

C<sub>t</sub>: montante pago nas datas em que há cupom onde t representa as datas de pagamento de cupom;

DC: dias corridos do início do mês da data de cálculo até a data de cálculo;

DCM: dias corridos totais do mês da data de cálculo;b. Cálculo do Valor Presente (MaM)

$$VP_{MaM} = \left( \sum_{t=t_1}^T \frac{C_t}{(1+i_{MaM})^{\left(\frac{DU_t}{252}\right)}} \right) + \left( \frac{VNC_T}{(1+i_{MaM})^{\left(\frac{DU_T}{252}\right)}} \right) \quad (26)$$

onde

$i_{MaM}$ : taxa de mercado para a TDA (MaM);

$DU_t$ : número de dias úteis entre a data de cálculo e a data  $t$ ;

$t$ : representa as datas de pagamento de cupons a serem pagos a partir da data cálculo sendo  $t = t_1, t_2, \dots, T$ ;

$T$ : data de vencimento.

### 2.7.2 Fontes

Utilizamos o Preço Indicativo de Consenso (PIC), referente à mediana das taxas de mercado fornecidas brokers com forte atuação neste mercado, considerando-se tipo da TDA e prazo para o vencimento.

O valor nominal da TDA do mês anterior à data de cálculo é divulgada mensalmente pela CETIP no primeiro dia do mês.

A taxa da TR que vigorará no mês é coletada no site do Banco Central ([www.bcb.gov.br](http://www.bcb.gov.br)).

## 2.8 Título da Dívida Externa

Os títulos da dívida externa são precificados conforme metodologia descrita abaixo:

### 2.8.1 Metodologia

Utilizamos a última oferta de compra disponível na Reuters tendo como horário de fechamento às 18:00hs (hora de Brasília).



### 3. Títulos Privados

#### 3.1 CDB's e RDB's Pós Fixados

##### 3.1.1 CDB's e RDB's indexados ao CDI

###### 3.1.1.1 Metodologia

Os CDB's e RDB's indexados ao CDI são avaliados conforme metodologia descrita a seguir. Sempre que um novo título for adquirido seu respectivo spread de crédito contratado na operação valerá para todos os títulos de mesmas características já existentes em qualquer carteira sob a custódia do Deutsche Bank S.A – Banco Alemão.

n: número de dia úteis (d.u.) entre data da marcação e o vencimento;

dt: número de dia úteis (d.u.) entre data da aplicação e o vencimento;

fator<sub>i</sub>: Fator de correção diária do CDI do i-ésimo dia

i<sub>lri</sub>: taxa pré de mercado (livre de risco) para o vencimento do papel na data de cálculo;

s<sub>rcdi</sub>: spread devido ao risco de crédito ligado ao emissor;

$$VR_{proj} = V_{aplicado} \cdot \prod_{i=1}^{dt} (1 + fator_i) \quad (27)$$

$$VP_{MaM} = \left( \frac{VR_{proj}}{(1 + i_{lri})^{\frac{n}{252}} \cdot (1 + s_{rcdi})^{\frac{n}{252}}} \right) \quad (28)$$

### 3.1.2 CDB's e RDB's Pré Fixados

#### 3.1.2.1 Metodologia

Os CDB's e RDB's pré-fixados são avaliados conforme metodologia descrita a seguir. Sempre que um novo título for adquirido seu respectivo spread de crédito contratado na operação valerá para todos os títulos de mesmas características já existentes em qualquer carteira sob a custódia do Deutsche Bank S.A – Banco Alemão.

n: número de dia úteis (d.u.) entre data da marcação e o vencimento;

dt: número de dia úteis (d.u.) entre data da aplicação e o vencimento;

TIR: Taxa paga pelo CDB;

$i_{lri}$ : taxa pré de mercado (livre de risco) para o vencimento do papel na data de cálculo;

$s_{rcdi}$ : spread devido ao risco de crédito ligado ao emissor;

VR: valor de resgate;

$$VR = V_{aplicado} \cdot (1 + TIR)^{\frac{dt}{252}} \quad (29)$$

$$VP_{MaM} = \left( \frac{VR}{(1 + i_{lri})^{\frac{n}{252}} \cdot (1 + s_{rcdi})^{\frac{n}{252}}} \right) \quad (28)$$

Utilizamos a curva de taxa de juros pré-fixada divulgada pela BM&F. As taxas referentes as datas onde não há informações disponíveis são obtidas interpolando-se linearmente as taxas dos vértices adjacentes.

### 3.1.3 Debêntures Não-Convertíveis

#### 3.1.3.1 Metodologia

As Debêntures não-convertíveis são avaliadas conforme metodologia descrita a seguir. O spread de crédito utilizado é considerado constante ao longo do tempo a partir da data da realização da operação e é calculado como a diferença entre a taxa pré-fixada de mercado do dia da operação e a taxa acordada. No entanto, quando um novo título for adquirido seu respectivo spread de crédito contratado na operação valerá para todos os títulos de mesmas características já existentes em qualquer carteira sob a controladoria do Deutsche Bank:

$n$ : número de dia úteis (d.u.) entre data da marcação e o vencimento;

$dt$ : número de dia úteis (d.u.) entre data da aplicação e o vencimento;

$fator_i$ : Fator de correção diária do  $i$ -ésimo dia

$i_{lri}$ : taxa pré de mercado (livre de risco) para o vencimento do papel na data de cálculo;

$s_{rcdi}$ : spread devido ao risco de crédito ligado ao emissor;

$$VR_{proj} = V_{aplicado} \cdot \prod_{i=1}^{dt} (1 + fator_i) \quad (31)$$

$$VP_{MaM} = \left( \frac{VR_{proj}}{(1 + i_{lri})^{\frac{n}{252}} \cdot (1 + s_{rcdi})^{\frac{n}{252}}} \right) \quad (32)$$

#### 3.1.3.2 Fontes

Utilizamos a curva de taxa de juros pré-fixada divulgada pela BM&F. As taxas referentes a datas onde não há informações disponíveis são interpolando-se linearmente as taxas dos vértices adjacentes.

#### **4. Cotas de Fundos**

Para o caso de Fundos de Investimento em Cotas (FIC) que compram cotas de fundos de investimentos (FI) são utilizadas as últimas cotas divulgadas.



## 5. Ações

São utilizadas as cotações referentes ao preço de fechamento do dia negociadas na BOVESPA. Não havendo negociação no dia, é mantido o preço de fechamento do dia útil anterior.

### 5.1 Fonte

As cotações das ações são obtidas da própria BOVESPA através de download de arquivo disponibilizado pela mesma.



## 6. Swaps

### 6.1 Ponta Cambial

#### 6.1.1 Metodologia

A metodologia de cálculo é apresentada a seguir:

- a. Principal no vencimento

$$P_v = P(1+tx)\left(\frac{DC_v}{360}\right), \quad (33)$$

Onde,

P: principal na data de partida;  
tx: taxa efetiva da operação;  
DC<sub>v</sub>: dias corridos entre a partida e o vencimento.

- b. Cálculo do Valor Presente (MaM)

$$VP_{MaM} = \frac{PTAX_C}{PTAX_E} * \left( \frac{P_v}{\left(1+i_{MaM_T}\right)\left(\frac{DC_t}{360}\right)} \right), \quad (34)$$

Onde,

PTAX<sub>E</sub>: ptax de D+0 da data de partida;  
PTAX<sub>C</sub>: ptax de D+0 da data de cálculo;  
i<sub>MaM<sub>t</sub></sub>: cupom sujo interpolado para data T; (MaM)  
DC<sub>t</sub>: número de dias corridos entra a data de cálculo e o vencimento T.

#### 6.1.2 Fontes

Utilizamos a curva de cupom cambial sujo divulgada pela BM&F. As taxas referentes a datas onde não há informações disponíveis são obtidas interpolando-se linearmente as taxas dos vértices adjacentes.

## 6.2 Ponta Pré

### 6.2.1 Metodologia

A metodologia de cálculo é apresentada a seguir:

n: número de dia úteis (d.u.) entre data de cálculo e vencimento;

N: número de dias úteis (d.u.) entre data de partida e vencimento;

i\_MaM: taxa pré de mercado para o vencimento do papel na data de cálculo; (MaM)

tx: taxa da operação;

VE: valor de partida;

VR: valor de resgate;

VP\_MaM: valor presente de mercado do swap.

$$VR = VE * (1 + tx)^{\left(\frac{N}{252}\right)}, \quad (35)$$

$$VP\_MaM = \left( \frac{VR}{\left(1 + i\_MaM\right)^{\left(\frac{n}{252}\right)}} \right), \quad (36)$$

### 6.2.2 Fontes

Utilizamos a curva de taxa de juros pré-fixada divulgada pela BM&F. As taxas referentes a datas onde não há informações disponíveis são obtidas interpolando-se linearmente as taxas dos vértices adjacentes.

## 6.3 Ponta IGPM

### 6.3.1 Metodologia

Os swaps de IGPM são avaliados segundo a metodologia apresentada a seguir:

n: número de dia úteis (d.u.) entre data de cálculo e vencimento;

N: número de dias úteis (d.u.) entre data de partida e vencimento;

i\_MaM: taxa pré de mercado para o vencimento do papel na data de cálculo; (MaM)

tx: taxa da operação;

VE: valor de partida;

VR: valor de resgate;

VP\_MaM: valor presente de mercado do swap.

C\_IGPM: fator de correção do IGPM entre a data de partida e a data de cálculo.

$$VR = VE * (1 + tx)^{\left(\frac{N}{252}\right)}, \quad (37)$$

$$VP\_MaM = C\_IGPM * \left( \frac{VR}{(1 + i\_MaM)^{\left(\frac{n}{252}\right)}} \right). \quad (38)$$

Onde,

$$C\_IGPM = C\_IGPM_A * (1 + PROJ\_IGPM)^{\left(\frac{nu}{nt}\right)} \quad (39)$$

C\_IGPM: fator acumulado de correção do IGPM entre a data de partida e a data de cálculo.

C\_IGPM<sub>A</sub>: fator acumulado de correção do IGPM entre a data de partida e o último aniversário do indexador.

PROJ\_IGPM: projeção para o IGPM para o mês corrente; (MaM)

nt: número de dias úteis totais entre o último e o próximo aniversário do indexador IGPM;

nu: número de dias úteis entre a data de cálculo e o próximo aniversário do indexador IGPM;

### 6.3.2 Fontes

Utilizamos a curva de cupom de IGPM divulgados diariamente pela BM&F. As taxas referentes a datas onde não há informações disponíveis são obtidas interpolando-se linearmente as taxas dos vértices adjacentes.

## 6.4 Ponta TR

### 6.4.1 Metodologia

Os swaps de TR são avaliados segundo a metodologia apresentada a seguir:

n: número de dia úteis (d.u.) entre data de cálculo e vencimento;

N: número de dias úteis (d.u.) entre data de partida e vencimento;

$i_{MaM}$ : taxa pré de mercado para o vencimento do papel na data de cálculo; (MaM)

tx: taxa da operação;

VE: valor de partida;

VR: valor de resgate;

VP\_MaM: valor presente de mercado do swap.

$C_{TR}$ : fator de correção de TR entre a data de partida e a data de cálculo.

$$VR = VE * (1 + tx)^{\left(\frac{N}{252}\right)}, \quad (40)$$

$$VP_{MaM} = C_{TR} * \left( \frac{VR}{\left(1 + i_{MaM}\right)^{\left(\frac{n}{252}\right)}} \right) \quad (41)$$

### 6.4.2 Fontes

Utilizamos a curva de cupom de TR divulgada diariamente pela BM&F. As taxas referentes a datas onde não há informações disponíveis são obtidas interpolando-se linearmente as taxas dos vértices adjacentes.

## 6.5 Ponta CDI

### 6.5.1 Metodologia

Os swaps CDI são avaliados pelo valor do CDI divulgado pelo CETIP entre a data de partida e a data de avaliação. A metodologia de cálculo é apresentada a seguir:

VE: valor de partida;

VP\_MaM: valor presente de mercado do swap CDI;

CDI<sub>t</sub>: taxa do CDI para a data t;

PC: percentual contratado no início da operação;

FATOR<sub>contratado</sub>: fator de correção (taxa contratada do CDI) entre a data de partida e a data de cálculo;

t<sub>e</sub>: data de partida;

t<sub>n-1</sub>: dia anterior à data de cálculo.

$$FATOR_{contratado} = \prod_{t=t_e}^{t_{n-1}} \left( \left( 1 + \frac{CDI_t}{100} \right)^{\left( \frac{1}{252} \right)} * PC \right), \quad (42)$$

$$VP\_MaM = VE * FATOR_{contratado} \quad (43)$$

### 6.5.2 Fontes

O valor do CDI é divulgado diariamente pelo CETIP no site [www.cetip.com.br](http://www.cetip.com.br).

## 6.6 Ponta Selic

### 6.6.1 Metodologia

Os swaps Selic são avaliados pelo valor da Selic divulgado pelo Banco Central entre a data de partida e a data de cálculo. A metodologia de cálculo é apresentada a seguir:

VE: valor de partida;

VP\_MaM: valor presente de mercado do swap Selic;

FATOR<sub>Selic</sub>: fator de correção da Selic entre a partida e a data de cálculo;

$$VP\_MaM = VE * FATOR_{Selic} \quad (44)$$

### 6.6.2 Fontes

O valor da Selic é divulgado diariamente pelo BACEN no site [www.bacen.gov.br](http://www.bacen.gov.br).



## 7. Futuros

### 7.1 Metodologia

São utilizadas as cotações referentes aos preços de ajuste do dia.

### 7.2 Fontes

Os ajustes são coletados no site da BM&F ([www.bmf.com.br](http://www.bmf.com.br))



## 8. Opções

### 8.1 Opção de Ação

#### 8.1.1 Metodologia

São utilizadas as cotações referentes ao preço de fechamento do dia no pregão da BOVESPA para as opções líquidas (acima de 5 operações por pregão).

Quando a amostra de preços da opção não for representativa (opções ilíquidas), este passa a ser determinado pelo modelo de Black & Scholes, apresentado a seguir:

Call

$$C = SN(d_1) - Ke^{-rt} N(d_2), \quad (45)$$

Put

$$P = Ke^{-rt} N(-d_2) - SN(-d_1), \quad (46)$$

Onde: C: preço de uma opção de compra;

P: preço de uma opção de venda;

S: preço à vista do ativo objeto;

K: preço de exercício;

rd: taxa pré interpolada a partir das taxas dos vértices adjacentes;

r: taxa em tempo contínuo definida como sendo igual a  $\ln(1 + rd)$ ;

$\sigma$ : volatilidade do ativo objeto;

t: tempo em anos entre a data de cálculo e o vencimento;

N(): função de distribuição acumulada da normal padrão.

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right) * t}{\sigma \sqrt{t}}, \quad (47)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{t}, \quad (48)$$

$$N(x) = \int_0^x \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z^2}{2}} dz, \quad (49)$$

### 8.1.2 Fontes

**Opções Líquidas:** são utilizadas as cotações referentes ao preço de fechamento do dia no pregão da BOVESPA obtidas da própria BOVESPA através de download de arquivo disponibilizado pela mesma.

**Opções ilíquidas:** são descritas abaixo as fontes dos parâmetros utilizados no modelo de Black & Scholes:

- **Preço à vista do ativo objeto (S):** preço de fechamento do dia do ativo-objeto negociado na BOVESPA;
- **Volatilidade ( $\sigma$ ):** volatilidades fornecidas pela BOVESPA em seu arquivo de cotações diárias. Quando os dados em questão não forem de qualidade/quantidade mínima para o cálculo, utilizamos um modelo teórico para estimação da volatilidade. O modelo utilizado será o EWMA (Exponential Weighted Moving Average) descrito no Anexo I.
- **Taxa pré (rd):** taxa pré fixada interpolada linearmente para a data de vencimento da opção a partir da curva de taxas pré da BM&F.



## 8.2 Opção de Índice

### 8.2.1 Metodologia

São utilizadas as cotações referentes ao preço de fechamento do dia no pregão da BOVESPA para as opções líquidas (acima de 5 operações por pregão).

Quando a amostra de preços da opção não for representativa (opções ilíquidas), o preço passa a ser determinado pelo modelo Black & Scholes, apresentado a seguir:

Call

$$C = SN(d_1) - Ke^{-rt} N(d_2), \quad (50)$$

Put

$$P = Ke^{-rt} N(-d_2) - SN(-d_1), \quad (51)$$

Onde: C: preço de uma opção de compra;

P: preço de uma opção de venda;

S: preço à vista do ativo objeto;

K: preço de exercício;

rd: taxa pré interpolada a partir das taxas dos vértices adjacentes;

r: taxa em tempo contínuo definida como sendo igual a  $\ln(1+rd)$ ;

$\sigma$ : volatilidade do ativo objeto;

t: tempo em anos entre a data de cálculo e o vencimento;

N(): função de distribuição acumulada da normal padrão.

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)t}{\sigma\sqrt{t}}, \quad (52)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t}, \quad (53)$$

$$N(x) = \int_0^x \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z^2}{2}} dz. \quad (54)$$

### 8.2.2 Fontes

**Opções Líquidas:** são utilizadas as cotações referentes ao preço de fechamento do dia no pregão da BOVESPA obtidas da própria BOVESPA através de download de arquivo disponibilizado pela mesma.

**Opções ilíquidas:** são descritas abaixo as fontes dos parâmetros utilizados no modelo de Black & Scholes:

- **Preço à vista do ativo objeto (S):** preço médio do dia do IBOVESPA divulgado diariamente pela BOVESPA ([www.bovespa.com.br](http://www.bovespa.com.br)).
- **Volatilidade ( $\sigma$ ):** volatilidades fornecidas pela BOVESPA em seu arquivo de cotações diárias. Quando os dados em questão não forem de qualidade/quantidade mínima para o cálculo, utilizamos um modelo teórico para estimação da volatilidade. O modelo utilizado será o EWMA (Exponential Weighted Moving Average) descrito no Anexo I.
- **Taxa pré (rd):** taxa pré fixada interpolada linearmente para a data de vencimento da opção a partir da curva de taxas pré da BM&F.



### 8.3 Opção de Dólar

#### 8.3.1 Metodologia

São utilizadas as cotações referentes ao preço médio da BM&F para as opções ilíquidas (quando houver mais de 5 operações por pregão).

Quando a amostra de preços da opção não for representativa (opções ilíquidas), o preço passa a ser determinado pelo modelo de Black & Scholes, apresentado a seguir:

Call

$$C = [FN(d_1) - KN(d_2)]e^{-rt}, \quad (55)$$

Put

$$P = C + (K-F)e^{-rt}, \quad (56)$$

Onde: C: preço de uma opção de compra;

P: preço de uma opção de venda;

K: preço de exercício;

$\sigma$ : volatilidade do ativo objeto;

rd: taxa pré interpolada a partir das taxas dos vértices adjacentes;

r: taxa em tempo contínuo definida como sendo igual a  $\ln(1 + rd)$ ;

$n_{du}$ : número de dias úteis entre a data de cálculo e o vencimento da opção;

t: tempo em anos entre a data de cálculo e o vencimento. Isto é,

$$t = \frac{n_{du}}{252} \quad (57)$$

S: preço à vista do ativo-objeto (MaM);

F: preço futuro do ativo-objeto que será  $F = Se^{rt}$ ;

N(): função de distribuição acumulada da normal padrão.

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{F}{K}\right) + \left(\frac{\sigma^2}{2}\right)}{\sigma\sqrt{t}} \quad (58)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t} \quad (59)$$

$$N(x) = \int_0^x \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z^2}{2}} dz \quad (60)$$

### 8.3.2 Fontes

**Opções Líquidas:** são utilizadas as cotações referentes ao preço médio do dia divulgado na BM&F através do site [www.bmf.com.br](http://www.bmf.com.br).

**Opções ilíquidas:** são descritas abaixo as fontes dos parâmetros utilizados no modelo de Black & Scholes:

- **Preço à vista do ativo objeto (S):** utilizamos como preço à vista do dólar a taxa SPOT de dólar divulgada na Reuters;
- **Volatilidade ( $\sigma$ ):** volatilidades fornecidas pela BOVESPA em seu arquivo de cotações diárias. Quando os dados em questão não forem de qualidade/quantidade mínima para o cálculo, utilizamos um modelo teórico para estimação da volatilidade. O modelo utilizado será o EWMA (Exponential Weighted Moving Average) descrito no Anexo I.
- **Taxa pré (rd):** taxa pré fixada interpolada linearmente para a data de vencimento da opção a partir da curva de taxas pré da BM&F..



## 8.4 Opção de IDI

### 8.4.1 Metodologia

São utilizadas as cotações referentes ao preço médio da BM&F para as opções líquidas (quando houver mais de 5 operações por pregão).

Quando a amostra de preços da opção não for representativa (opções ilíquidas), o preço passa a ser determinado pelo modelo de Black & Scholes, apresentado a seguir:

Call

$$C = [FN(d_1) - KN(d_2)]e^{-rt}, \quad (61)$$

Put

$$P = C + (K-F)e^{-rt}, \quad (62)$$

Onde: C: preço de uma opção de compra;

P: preço de uma opção de venda;

K: preço de exercício;

$\sigma$ : volatilidade do ativo objeto;

rd: taxa pré interpolada a partir das taxas dos vértices adjacentes;

r: taxa em tempo contínuo definida como sendo igual a  $\ln(1 + rd)$ ;

$n_{du}$ : número de dias úteis entre a data de cálculo e o vencimento da opção;

t: tempo em anos entre a data de cálculo e o vencimento. Isto é,

$$t = \frac{n_{du}}{252}, \quad (63)$$

S: IDI na data de cálculo (MaM);

F: preço futuro do ativo-objeto que será  $F = Se^{rt}$ ;

N(): função de distribuição acumulada da normal padrão.

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{F}{K}\right) + \left(\frac{\sigma^2}{2}\right)}{\sigma\sqrt{t}} \quad (64)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t} \quad (65)$$

$$N(x) = \int_0^x \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z^2}{2}} dz \quad (66)$$

### 8.4.2 Fontes

**Opções Líquidas:** são utilizadas as cotações referentes ao preço médio do dia divulgado na BM&F através do site [www.bmf.com.br](http://www.bmf.com.br).

**Opções ilíquidas:** são descritas abaixo as fontes dos parâmetros utilizados no modelo de Black & Scholes:

- **Preço à vista do ativo objeto (S)**: utilizamos o IDI na data de cálculo divulgado no site da BM&F ([www.bmf.com.br](http://www.bmf.com.br));
- **Volatilidade ( $\sigma$ )**: volatilidades fornecidas pela BOVESPA em seu arquivo de cotações diárias. Quando os dados em questão não forem de qualidade/quantidade mínima para o cálculo, utilizamos um modelo teórico para estimação da volatilidade. O modelo utilizado será o EWMA (Exponential Weighted Moving Average) descrito no Anexo I.
- Taxa pré (rd): taxa pré fixada interpolada linearmente para a data de vencimento da opção a partir da curva de taxas pré da BM&F.



## 9. Ativos no Exterior

### 9.1 Metodologia

São utilizadas as cotações da Bloomberg disponíveis as 18:00 horas de Brasília. Os valores obtidos referentes aos ativos no exterior, serão convertidos para Real, utilizando-se as taxas de venda divulgada pelo Banco Central.

Exemplo:

Para um ativo cotado em USD, o preço do ativo em Real (BRL), é dado pela fórmula abaixo:

$$P_{BRL} = P_{USD} * P_{tax-V}, \text{ onde:}$$

$P_{BRL}$  = Preço do Ativo em Reais

$P_{USD}$  = Preço do Ativo em Dólar

$P_{tax-V}$  = Cotação do Dólar de Venda, divulgada pelo Banco Central

### 9.2 Fontes

As cotações dos ativos são obtidas através do site oficial da Bloomberg ([www.bloomberg.com](http://www.bloomberg.com)) e os valores são convertidos para Real (BRL) utilizando-se as taxas de venda da respectiva moeda divulgada pelo BACEN ([www.bacen.gov.br](http://www.bacen.gov.br)).

## 10. Anexo I

### 10.1. Modelo para cálculo da Volatilidade

O modelo utilizado para estimar a volatilidade EWMA (Exponential Weighted moving Average).

$$\sigma_{t|t-1}^2 = \lambda \sigma_{t-1|t-2}^2 + (1-\lambda)r_{t-1}^2 \quad (67)$$

O modelo é definido por apenas 1 parâmetro, denominado fator de decaimento e denotado  $\lambda$ . Quanto maior o valor de  $\lambda$ , maior o peso dado as observações mais antigas, ou seja, o decaimento é mais suave.

Apresentamos a seguir as etapas para construção da equação.

$$\sigma_t^2 = \frac{r_{t-1}^2 + \lambda r_{t-1}^2 + \lambda^2 r_{t-2}^2 + \lambda^3 r_{t-3}^2 + \dots + \lambda^{n-1} r_{t-n}^2}{1 + \lambda + \lambda^2 + \dots + \lambda^{n-1}} = \frac{\sum_{i=1}^n \lambda^{i-1} r_{t-i}^2}{\sum_{i=1}^n \lambda^{i-1}} \quad (68)$$

Como  $\sum_{i=1}^n \lambda^{i-1} \xrightarrow{n \rightarrow \infty} \frac{1}{(1-\lambda)}$ . Então o modelo EWMA infinito pode ser reescrito como:

$$\sigma_{t|t-1}^2 = (1-\lambda) \sum_{i=1}^{\infty} \lambda^{i-1} r_{t-i}^2 \quad (69)$$

que é equivalente a equação (67)

Os modelos para estimação da variância condicional discutidos até agora desconsideram a média. No entanto, estudos empíricos mostram que a inclusão da média no modelo melhora a estimação das volatilidades. Neste caso, adiciona-se ao modelo uma equação recursiva para média e as estimativas da variância e média, dada toda a informação até o instante  $t$ , são obtidas de acordo com as fórmulas apresentadas a seguir:

$$\sigma_{t+1|t}^2 = \lambda \sigma_{t|t-1}^2 + (1-\lambda)(r_t - \mu_{t|t-1})^2, \quad (70)$$

onde  $\lambda$  é o fator de decaimento tal que,  $0 < \lambda < 1$  e  $\mu_{t|t-1}$  também é definido recursivamente pela seguinte equação.

$$\mu_{t+1|t} = \lambda \mu_{t|t-1} + (1-\lambda)r_t \quad (71)$$

note que a equação (70) equivale a

$$\begin{aligned} \sigma_{t+1|t}^2 &= (1-\lambda)(r_t - \mu_{t|t-1})^2 + \lambda(1-\lambda)(r_{t-1} - \mu_{t-1|t-2})^2 + \lambda^2 \sigma_{t-1|t-2}^2 = \\ &= (1-\lambda)(r_t - \mu_{t|t-1})^2 + \lambda(1-\lambda)(r_{t-1} - \mu_{t-1|t-2})^2 + \lambda^2 (1-\lambda)(r_{t-2} - \mu_{t-2|t-3})^2 + \lambda^3 \sigma_{t-2|t-3}^2 \end{aligned} \quad (72)$$

Generalizando para n recursões,

(73)

$$\sigma_{t+1|t}^2 = \sum_{i=0}^{n-1} \lambda^i (1-\lambda) (r_{t-i} - \mu_{t-i|t-i-1})^2 + \lambda^{n+1} \sigma_{t-n|t-n-1}^2$$

Portanto, se o tamanho da série, n, for suficientemente grande, o valor inicial atribuído à variância terá pouca influência na estimativa da volatilidade hoje. De acordo com a equação (73), para uma série de tamanho 50 e  $\lambda$  de 0,91, por exemplo, o peso dado a primeira volatilidade,  $\sigma_0^2$ , é aproximadamente 0,81%.

O valor inicial atribuído à primeira variância da série no modelo EWMA,  $\sigma_0^2$ , é a variância ex-post entre as 15 observações anteriores e as 10 posteriores à primeira data considerada:

$$\sigma_t^{2ex-post} = \frac{\sum_{k=t-15}^{t+10} (r_k - \bar{r}_t)^2}{25}, \quad (74)$$

onde

$$\bar{r}_t = \frac{\sum_{k=t-15}^{t+10} r_k}{26}. \quad (75)$$

Na falta de algum dado de retorno, a volatilidade e a média são mantidas, ou seja, utiliza-se  $\lambda = 1$ , nas equações (70) e (71), o que implica que  $\sigma_{t+1|t}^2 = \sigma_{t|t-1}^2$  e  $\mu_{t+1|t}^2 = \mu_{t|t-1}^2$ .

## 10.2 Determinação do fator ótimo de decaimento

Os procedimentos utilizados para determinar o fator de decaimento ótimo de cada ativo e do portfólio serão descritos a seguir.

### 10.2.1 Para um ativo em particular

O  $\lambda$  ótimo de um ativo é tal que a estatística RMSE (Root Mean Squared Error), Definida a seguir, é mínima.

$$RMSE(\lambda) = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^T (\sigma_t^{ex-post} - \sigma_{t|t-1}^{ex-ante}(\lambda))^2}{T}}, \quad (76)$$

onde

$$\sigma_{t|t-1}^{ex-ante}(\lambda) = \sqrt{\lambda \sigma_{t-1|t-2}^2 + (1-\lambda)(r_{t-1} - \mu_{t-1|t-2}(\lambda))^2}, \quad (77)$$

$$\mu_{t-1|t-2}(\lambda) = \lambda \mu_{t-2|t-3}(\lambda) + (1-\lambda)r_{t-2}, \quad (78)$$

$$\sigma_t^{ex-post} = \sqrt{\frac{\sum_{j=t-15}^{t+10} (r_j - \bar{r}_t)^2}{25}}, \quad (79)$$

$$\bar{r}_t = \frac{\sum_{j=t-15}^{t+10} r_j}{26} \quad (80)$$

Note que a volatilidade ex-post independe de  $\lambda$ .

Portanto, cada  $\lambda$  (0,85 , 0,86 , ..... , 0,98 , 0,99) terá um RMSE associado. O  $\lambda$  ótimo de cada ativo será aquele que apresentar o menor RMSE.

### 10.2.2 Para o Portfólio

Calculado o  $\lambda$  ótimo de cada ativo, o passo seguinte é determinar o  $\lambda$  ótimo do portfólio através de uma média ponderada, onde os pesos de cada ativo são inversamente proporcionais ao seu  $\text{RMSE}(\lambda)$  ótimo.

A primeira etapa para se obter os pesos é calcular uma medida de erro relativa, definida da seguinte forma:

$$\theta_k = \frac{\tau_k}{\Pi} \quad (81)$$

onde  $\tau_k$  é o RMSE ótimo do ativo k e  $\Pi$  é a soma destes entre todos os ativos, ou seja,

$$\Pi = \sum_{k=1}^K \tau_k \quad (82)$$

O peso será definido de forma que quanto maior o RMSE ( $\lambda$ ) ótimo do ativo k, menor seu peso,  $\phi_k$ , na determinação  $\lambda$  do ótimo do portfólio.

$$\phi_k = \frac{\theta_k^{-1}}{\sum_{k=1}^K \theta_k^{-1}} \quad (83)$$

onde  $\sum_{k=1}^K \phi_k = 1$ .

O fator de decaimento ótimo do portfólio,  $\lambda^*$ , é dado pela média ponderada dos  $\lambda$  ótimos de cada ativo, pelos pesos,  $\phi_k$ , calculados em (83):

$$\lambda^* = \sum_{i=1}^N \phi_i \lambda_i^* \quad (84)$$

onde  $\lambda_i^*$ , é o  $\lambda$  ótimo do ativo i.

Segundo Jorion (1997), o fator ótimo de decaimento varia não somente entre as séries de ativos mas também durante o tempo. Daqui a necessidade de reestimá-lo periodicamente. O  $\lambda^*$  é, desta forma, reestimado a cada 6 meses.