



Manual de Marcação a Mercado

Última revisão: JANEIRO 2010

A reprodução e a distribuição deste manual fora do Modal sem a devida autorização é terminantemente proibida e constitui uma violação da política de controles internos.

Produzido pela
Área de Riscos



Índice

1. Marcação a Mercado

2. Títulos Públicos

- 2.1 – Letra do Tesouro Nacional (LTN)
- 2.2 – Letra Financeira do Tesouro (LFT)
- 2.3 – Nota do Tesouro Nacional, série B (NTN-B)
- 2.4 – Nota do Tesouro Nacional, série C (NTN-C)

3. Ações

4. Futuros

- 4.1 – Futuro de DI
- 4.2 – Futuro de Ibovespa
- 4.3 – Futuro de Dólar
- 4.4 – Futuro de Cupom Cambial
- 4.5 – Futuro de Títulos da Dívida Externa

5. Opções

- 5.1 – Opções de IDI
- 5.2 – Opções de DI Futuro
- 5.3 – Opções de Ações
- 5.4 – Opções de Dólar
- 5.5 – Opções sobre Futuro de Índice Ibovespa
- 5.6 – Opções com barreira

6. Swap

- 6.1 Ponta CDI
- 6.2 Ponta Pré
- 6.3 Ponta Cambial
- 6.4 Ponta IGPM
- 6.5 Ponta IPCA
- 6.6 Ponta TJLP
- 6.7 Swap cambial com trava
- 6.8 Swaps Notas estruturadas com capital protegido

7. Títulos Privados e Cotas de Fundos

- 7.1 Debêntures
- 7.2 Ativos Pós Fixados
- 7.3 Ativos Pré Fixados
- 7.4 Cotas de Fundos de Investimento

1. Marcação a Mercado

O conceito de Marcação a Mercado – MaM é muito importante, pois permite conhecer o valor atual real de fluxos futuros que compõem uma carteira, ou seja, o valor que se poderia obter no mercado na hipótese de realização dos ativos.

O valor a mercado de um ativo com prazo de vencimento finito é encontrado trazendo-se a valor presente o valor de vencimento deste através de um fator de desconto (correspondente à data de vencimento do ativo) obtido da curva de juros.

PRINCÍPIOS GERAIS

Em consonância com a resolução 3.082 de 2002 do Banco Central do Brasil os princípios que norteiam a MaM deverão ser aplicados de forma coerente com periodicidade mínima mensal (quando da divulgação dos balancetes/balanços).

1. Melhores práticas

O processo e a metodologia de MaM devem seguir as melhores práticas de mercado refletindo a realidade do mercado no momento de sua apuração.

2. Comprometimento

A instituição deve estar comprometida em garantir que os preços reflitam preços de mercado, e na impossibilidade da observação desses, depender seus melhores esforços para estimar o que seriam os preços de mercado dos ativos pelos quais estes seriam efetivamente negociados.

De maneira a verificar o fiel cumprimento das regras descritas neste manual, a Área de Riscos que é responsável pela sua confecção e execução, trabalha com total independência das áreas operacionais sendo subordinada diretamente à Diretoria Executiva da instituição.

3. Formalização

A instituição deve ter um processo formalizado de MaM. Para tal, a metodologia deve ser formalizada em manual e a instituição deve ter uma área ou pessoa responsável pela qualidade do processo e metodologia.

4. Objetividade

As informações de preços e/ou fatores a serem utilizados no processo de MaM devem ser preferencialmente obtidos de fontes externas independentes e que desfrutem de grande respaldo no mercado (ex. Andima, BM&F e Bovespa)

5. Transparência

As metodologias de MaM devem ser públicas.

Métodos Alternativos:

Métodos alternativos deverão ser empregados em momentos de exceção que podem ser causados por indisponibilidade da fonte primária ou em função da falta de liquidez decorrente de crise ou por motivos específicos de cada ativo/mercado. Em função desta possibilidade os métodos alternativos serão expostos em seguida à fonte primária neste mesmo Manual de Marcação a Mercado.

Métodos de Interpolação de Taxas:

Para a construção da Estrutura a Termo de Taxa de Juros, as taxas para os vértices padrão importadas da BM&F devem ser interpoladas para os vencimentos não divulgados. Como exemplos das características podemos citar o prazo para o vencimento, o tipo de capitalização (linear/exponencial) e o método de contagem de dias, conforme apresentado na tabela a seguir:

| Taxa | Tipo de capitalização | Base anual (dias) | Contagem de dias |
|---------------------|-----------------------|-------------------|------------------|
| Taxa pré brasileira | Exponencial | 252 | Úteis |
| Taxa pré americana | Linear | 360 | Corridos |
| Cupom de dólar | Linear | 360 | Corridos |
| Cupom de IGPM | Exponencial | 252 | Úteis |
| Cupom de TR | Exponencial | 252 | Úteis |

Supervisão dinâmica da metodologia:

Como parte do processo, a metodologia de MaM é revisada periodicamente para assegurar que a precificação reflita da melhor maneira possível o real valor dos ativos contidos nas carteiras.

2. Renda Fixa

2.1 LTN (Letra do Tesouro Nacional)

A LTN é um título que possui um único fluxo de caixa, pago na data de maturidade, no valor de R\$ 1.000,00.

| | |
|--------------------------|--|
| Prazo | Definido pelo Ministério da Fazenda, quando da emissão do título |
| Modalidade | Nominativa e negociável |
| Forma de Colocação | Oferta pública ou colocação direta, em favor do interessado. |
| Valor Nominal | Múltiplo de R\$1.000,00 |
| Rendimento | Desconto |
| Amortização do Principal | Valor Nominal na data de maturidade do título |

Fórmula do Preço:

$$PU_{dtcalc} = \left[Qtde * \left(\frac{PU_{final}}{(1 + Taxa)^{DU / 252}} \right) \right]$$

onde:

PU_{dtcalc} = PU presente total (data de cálculo);

$Qtde$ = quantidade em estoque;

PU_{final} = 1.000;

$Taxa$ = Taxa de juros nominal informada pela Andima (no formato ano);

DU = dias úteis da data de cálculo ao vencimento do papel.

2.2 LFT (Letra Financeira do Tesouro)

A LFT é um título ajustado, diariamente, pela taxa SELIC (divulgada pelo BACEN), que, na sua data base, possui um valor de R\$ 1.000,00.

| | |
|----------------------------|--|
| Prazo | Definido pelo Ministério da Fazenda, quando da emissão do título |
| Modalidade | Nominativa e negociável. |
| Forma de Colocação | Direta, em favor do interessado. |
| Valor nominal na data base | R\$1.000,00 |
| Rendimento | Taxa SELIC |
| Amortização do Principal | Valor nominal atualizado pelo respectivo rendimento, desde a data-base do título |

Fórmula do Preço:

$$PU_{dtcalc} = \left[Qtde * \left(\frac{PU}{(1 + Dift)^{DU / 252}} \right) \right]$$

onde:

PU_{cdtalc} = PU presente total (data de cálculo);

$Qtde$ = quantidade em estoque;

PU = PU nominal atualizado a SELIC (Resolução 238, informada pela Andima);

$Dift$ = deságio da LFT no mercado (informado também pela Andima no formato ano);

DU = dias úteis da data de cálculo ao vencimento do papel.

2.3 NTN-B (Nota do Tesouro Nacional, Série B)

A NTN-B é um título pós-fixado, corrigido pela IPCA, com pagamentos semestrais de juros além do pagamento do principal na data do vencimento.

| | |
|------------------------------|---|
| Prazo | Definido pelo Ministério da Fazenda, quando da emissão do título |
| Modalidade | Nominativa e negociável. |
| Forma de Colocação | Oferta Pública |
| Valor nominal | Múltiplo de R\$1.000,00 |
| Atualização do Valor Nominal | Variação do IPCA do mês anterior |
| Taxa de Juros | Definida pelo Ministro de Estado da Fazenda, quando da emissão, em porcentagem ao ano, 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 |

Fórmula do Preço:

$$PU_{dtcalc} = Qtde * \left(\sum_{t=t_1}^T \frac{C_t}{(1 + C_{ntn-b})^{\frac{du_t}{252}}} + \left(\frac{P_t}{(1 + C_{ntn-b})^{\frac{du_t}{252}}} \right) \right) * PU_{CORR}$$

$$PU_{CORR} = 1000 * \text{Fator}_{acumulado} \quad IPCA_t$$

$$\text{Fator}_{acumulado} \quad IPCA_t = \text{Fator}_{acumulado} \quad IPCA_{t-1} * (1 + IPCA_{est})^{dc}$$

$$C_t = \text{cupom}_{semestral}$$

$$\text{cupom}_{semestral} = (1 + \text{cupom}_{anual})^{(6/12)} - 1$$

onde:

PU_{dtcalc} = PU presente total (data de cálculo);

$Qtde$ = quantidade em estoque;

C_t = Valor dos cupons semestrais pagos;

C_{ntn-b} = Taxa de juros nominal informada pela Andima (no formato ano);

du = dias úteis da data de cálculo ao vencimento do papel;

$IPCA_{est}$ = Estimativa de IPCA para o mês divulgada pela ANDIMA.

2.4 NTN-C (Nota do Tesouro Nacional, Série C)

A NTN-C é um título pós-fixado, corrigido pelo IGPM, com pagamentos semestrais de juros além do pagamento do principal na data do vencimento.

| | |
|------------------------------|---|
| Prazo | Definido pelo Ministério da Fazenda, quando da emissão do título |
| Modalidade | Nominativa e negociável. |
| Forma de Colocação | Oferta Pública |
| Valor nominal | Múltiplo de R\$1.000,00 |
| Atualização do Valor Nominal | Varição do IGPM do mês anterior |
| Taxa de Juros | Definida pelo Ministro de Estado da Fazenda, quando da emissão, em porcentagem ao ano, 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 |

Fórmula do Preço:

$$PU_{dtcalc} = Qtde * \left(\sum_{t=t_1}^T \frac{C_t}{(1 + C_{ntn-c})^{\frac{du_t}{252}}} + \left(\frac{P_t}{(1 + C_{ntn-c})^{\frac{du_t}{252}}} \right) \right) * PU_{CORR}$$

$$PU_{CORR} = 1000 * Fator_acumuladoIGPM_t$$

$$Fator_acumuladoIGPM_t = Fator_acumuladoIGPM_{t-1} * (1 + IGPMest)^{dc}$$

$$C_t = cupom_semestral$$

$$cupom_semestral = (1 + cupom_anual)^{(6/12)} - 1$$

onde:

PU_{dtcalc} = PU presente total (data de cálculo);

$Qtde$ = quantidade em estoque;

C_t = Valor dos cupons semestrais pagos;

$Cntn-c$ = Taxa de juros nominal informada pela Andima (no formato ano);

du = dias úteis da data de cálculo ao vencimento do papel.

Método Alternativo para Títulos Públicos:

Na hipótese de indisponibilidade da Andima em função de problemas técnicos por parte da provedora de informação, ou por falta de liquidez no mercado específico, o preço deverá ser obtido através de uma lista de corretoras que serão consideradas como fonte secundária de informação apenas para casos de exceção. As corretoras que poderemos pesquisar o preço de mercado em função do grande volume de transações que efetuam neste mercado são: Link, Capital Markets e Ativa.

3. Ações

A fonte primária para os preços das ações brasileiras será a Bovespa. O preço para marcação a mercado será o de fechamento do dia de apuração ou na ausência de negócios neste dia para dar base deverá ser utilizado o preço de fechamento do último dia de negociação.

Como fonte alternativa à Bovespa serão utilizados provedores de informação, como Reuters, Bloomberg ou corretoras (Link e Hedging Griffio).

4. Futuros

4.1 Futuro de Taxa Média de Depósitos Interfinanceiros de um dia (DI)

Para efeito de apuração do valor relativo ao ajuste diário das posições em aberto, serão obedecidos os critérios a seguir.

a) Inversão da natureza das posições

As posições de compra e de venda, originalmente contratadas em taxa, serão transformadas em operações de venda e compra, respectivamente, em PU.

b) Apuração do ajuste diário

As posições em aberto ao final de cada pregão, depois de transformadas em PU, serão ajustadas com base no preço de ajuste do dia, estabelecido conforme regras da Bolsa, com movimentação 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 a seguinte fórmula:

$$AD_t = (PA_t - PO) * M * N$$

onde:

AD_t = valor do ajuste diário, em reais, referente a data "t";

PA_t = preço de ajuste do contrato na data "t", para o vencimento respectivo;

PO = preço da operação, em PU, calculado da seguinte forma, após o fechamento do negócio:

$$PO = \frac{100.000}{\left(1 + \frac{i}{100}\right)^{n/252}}$$

onde:

i = taxa de juro negociada;

n = número de saques-reserva, compreendido entre a data de negociação, inclusive, e a data de vencimento do contrato, exclusive;

M = valor em reais de cada ponto de PU, estabelecido pela BM&F;

N = número de contratos;

PA_{t-1} = preço de ajuste do contrato na data "t-1", para o vencimento respectivo;

FC_t = fator de correção do dia "t", definido pelas seguintes fórmulas:

i) quando houver um saque-reserva entre o último pregão e o dia do ajuste

$$FC_t = \left(1 + \frac{DI_{t-1}}{100}\right)^{1/252}$$

ii) quando houver mais de um saque-reserva entre o último pregão e o dia do ajuste

$$FC_t = \prod_{i=1}^n \left(1 + \frac{DI_{t-1}}{100}\right)^{1/252}$$

onde:

DI_{t-1} = taxa de DI, referente ao dia útil anterior ao dia a que o ajuste se refere, com até seis casas decimais. Na hipótese de haver mais de uma taxa de DI divulgada para o intervalo entre dois pregões consecutivos, essa taxa representará a acumulação de todas as taxas divulgadas.

Na data de vencimento do contrato, o preço de ajuste será 100.000.

Se, em determinado dia, a taxa de DI divulgada pela Cetip se referir a um período (número de dias) distinto daquele a ser considerado na correção do preço de ajuste, a BM&F poderá arbitrar uma taxa, a seu critério, para aquele dia específico.

4.2 Futuro de Ibovespa

As posições em aberto ao final de cada pregão serão ajustadas com base no preço de ajuste do dia, determinado pela média ponderada das cotações dos negócios realizados nos últimos 30 minutos do pregão, conforme regras da Bolsa, com movimentação financeira em D+1.

$$AD = (PA - PO) * M * n$$

onde:

AD = valor do ajuste diário;

PA = preço (em pontos) de ajuste do dia;

PO = preço (em pontos) da operação;

M = valor em reais de cada ponto do índice, estabelecido pela BM&F;

n = número de contratos;

Se a posição estiver em aberto do dia anterior, devemos simplesmente informar o preço (em pontos) de ajuste do dia anterior ao invés do preço da operação.

4.3 Futuro de Dólar

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. Para os dois primeiros vencimentos, o preço de ajuste será estabelecido pela média ponderada dos negócios realizados nos últimos 15 minutos do pregão ou por um preço arbitrado pela BM&F; para os demais, o preço de ajuste será estabelecido no call de fechamento.

$$AD = (PA - PO) * M * n$$

onde:

AD = valor do ajuste diário;

PA = preço de ajuste do dia;

PO = preço da operação;

M = multiplicador do contrato, estabelecido em 50;

n = número de contratos;

Se a posição estiver em aberto do dia anterior, devemos simplesmente informar o preço de ajuste do dia anterior ao invés do preço da operação.

4.4 Futuros de Títulos da Dívida Externa

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 em D+1. Na hipótese de a Taxa Referencial BM&F – Preço de Título da Dívida Soberana, referente ao título-objeto relativa ao último dia de negociação, não poder ser apurada, a BM&F poderá, arbitrar um preço para a liquidação do contrato ou liquidar as posições em aberto pelo último preço de ajuste.

$$AD = (PA - PO) \times M \times TC \times n$$

onde:

AD = valor do ajuste diário, em reais;

PO = preço da operação em PU;

TC = cotação PTAX do dia;

M = multiplicador do contrato, estabelecido em 500;

n = número de contratos;

Se a posição estiver em aberto do dia anterior, devemos simplesmente informar o preço de ajuste do dia anterior ao invés do preço da operação.

4.5 Futuro de Cupom Cambial (DDI)

Para efeito de apuração do valor relativo ao ajuste diário das posições em aberto, serão obedecidos os seguintes critérios:

a) Inversão da natureza das posições

As operações de compra e de venda contratadas, originalmente, em taxa (cupom cambial) serão transformadas em posições de venda e de compra, respectivamente, pelo preço unitário-PU, definido como US\$100.000,00, no vencimento do contrato, descontado pela taxa (cupom cambial) relativa à operação ajustada a seu prazo. Dessa forma, uma posição originalmente comprada em taxa será equivalente a uma posição vendida em PU; uma posição originalmente vendida em taxa será equivalente a uma posição comprada em PU.

b) Apuração do ajuste diário

As posições em aberto ao final de cada pregão, depois de transformadas em posições compradas e vendidas em PU, serão ajustadas com base no preço de ajuste do dia, estabelecido conforme regras da Bolsa, com movimentação financeira, em reais, no dia útil subsequente (D+1).

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

b.1) ajuste das operações realizadas no dia

$$AD = (PA - PO) \times TC_{t-1} \times N$$

b.2) ajuste das posições em aberto no dia anterior

$$AD_t = \left\{ PA_t - \left[PA_{t-1} \times \left(\frac{1 + \frac{i}{100}}{\frac{TC_{t-1}}{TC_{t-2}}} \right) \right] \right\} \times TC_{t-1} \times N$$

onde:

AD = valor do ajuste diário;

PA = preço (PU) de ajuste;

PO = preço (PU) da operação, com duas casas decimais, obtido conforme se segue:

$$PO = \frac{100.000}{\left(\frac{io}{36.000} \times n \right) + 1}$$

onde:

io = preço da operação em taxa do cupom, relativo ao dia "t";

n = número de dias corridos, compreendidos entre a data da operação, inclusive, e a data de vencimento do contrato, exclusive;

TC_{t-1} = taxa de câmbio do dólar comercial, definida como a taxa de venda, apurada pelo Bacen, segundo critérios por ele definidos, e divulgada pelo Sisbacen, transação PTAX800, opção "5-L", verificada na data "t-1", ou seja, no dia imediatamente anterior a que o ajuste se refere, e que será utilizada com até sete casas decimais;

N = número de contratos;

PA_{t-1} = preço (PU) de ajuste do dia anterior;

i = taxa média de DI de um dia, da Cetip, referente ao dia anterior, expressa em percentual ao dia (taxa efetiva dia), com até sete casas decimais;

TC_{t-2} = taxa de câmbio do dólar comercial, definida como a taxa de venda, apurada pelo Bacen, segundo critérios por ele definidos, e divulgada pelo Sisbacen, transação PTAX800, opção "5-L", verificada na data "t-2", ou seja, no segundo dia imediatamente anterior a que o ajuste se refere, e que será utilizada com até sete casas decimais.

Método Alternativo para Futuros:

Na hipótese de indisponibilidade de preços por parte da BM&F em função de problemas técnicos por parte da provedora de informação ou acionamento do circuit breaker, criando distorções entre o mercado a vista e futuro por falta de sincronia de preços, construímos o futuro teórico (quando possível) de maneira a avaliar corretamente o derivativo.

5. Opções

Primeiramente podemos separar as opções sobre ações em 2 grupos: Opções Líquidas e Opções Ilíquidas.

Opções Líquidas:

Utilizamos as cotações referentes ao preço de fechamento do dia no pregão da BOVESPA.

Opções Ilíquidas:

Em função de falta de liquidez ou em razão de problemas técnicos na provedora de informação, alternativamente, em caráter de exceção, será utilizados modelos consagrados de precificação de opções. Estes modelos deverão ser alimentados com dados de mercado sendo a volatilidade a única variável *ad-hoc*. Há duas formas mais simples para a estimação da volatilidade, utilização da volatilidade implícita de outras séries de opção semelhantes ou a volatilidade histórica do ativo objeto.

Abaixo seguem as metodologias para a precificação de opções ilíquidas para cada mercado.

5.1 Opções sobre Ações (Call e Put)

O preço é determinado pelo modelo de Black & Scholes (1973), apresentado a seguir:

Call:

$$C = S * N(d1) - K * e^{-r*t} * N(d2)$$

Put:

$$P = K * e^{-r*t} * N(-d2) - S * N(-d1)$$

onde:

$$d1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right) * t}{\sigma * \sqrt{t}}$$

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

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 considerando o número de dias úteis entre as datas de cálculo e do vencimento da opção;

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

σ : volatilidade diária anualizada para 252 dias úteis no ano do ativo objeto;

t: tempo em anos, base 252 dias úteis no ano, entre as datas de cálculo e do vencimento;

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

5.2 Opções sobre Futuro de Índice Ibovespa (Call e Put)

O preço é determinado pelo modelo de Black (1976), apresentado a seguir:

Call:

$$C = [F * N(d1) - K * N(d2)] * e^{-r*t}$$

Put:

$$P = C + (K - F) * e^{-r*t}$$

$$d1 = \frac{\ln\left(\frac{F}{K}\right) + \left(\frac{\sigma^2}{2}\right) * t}{\sigma * \sqrt{t}}$$

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

onde:

C: preço de uma opção de compra;

P: preço de uma opção de venda;

K: preço de exercício;

σ : volatilidade diária analisada para 252 dias úteis do ativo objeto

rd: taxa pré interpolada considerando o número de dias úteis entre as datas de cálculo e do vencimento da opção;

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

t: tempo em anos, base 252 dias úteis no ano, entre as datas de cálculo e do vencimento;

F: preço de ajuste do contrato de futuro de ibovespa de vencimento igual ao vencimento da opção;

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

Fontes:

Preço à vista do ativo objeto (S): preço de fechamento do dia do ativo-objeto negociado na BOVESPA;

- Volatilidade (σ): Volatilidade obtida com base nos negócios realizados no "calls" das corretoras.

- Taxa pré (rd): taxa pré-fixada brasileira interpolada exponencialmente para a data de vencimento da opção a partir da Curva de DI Futuro.

5.3 Opções sobre Futuro de Taxa de Câmbio (Call e Put)

O preço é determinado pelo modelo de Black (1976), apresentado a seguir:

Call:

$$C = [F * N(d1) - K * N(d2)] * e^{-r*t}$$

Put:

$$P = C + (K - F) * e^{-r*t}$$

$$d1 = \frac{\ln\left(\frac{F}{K}\right) + \left(\frac{\sigma^2}{2}\right) * t}{\sigma * \sqrt{t}}$$

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

onde:

C: preço de uma opção de compra;

P: preço de uma opção de venda européia;

K: preço de exercício;

σ : volatilidade diária analisada para 252 dias úteis do ativo objeto

rd: taxa pré interpolada considerando o número de dias úteis entre as datas de cálculo e do vencimento da opção;

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

t: tempo em anos, base 252 dias úteis no ano, entre as datas de cálculo e do vencimento;

F: preço de ajuste do contrato de futuro de dólar de vencimento igual ao vencimento da opção;

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

Fontes:

Preço de ajuste do contrato de futuro de dólar (F): utilizamos o preço de ajuste do contrato futuro de dólar de vencimento igual ao vencimento da opção, divulgado no site da BM&F na data de cálculo.

- Volatilidade (σ): Volatilidade obtida com base nos negócios realizados no "calls" das corretoras.

- Taxa pré (rd): taxa pré-fixada brasileira interpolada exponencialmente para a data de vencimento da opção a partir da Curva de DI Futuro.

5.4 Opções sobre IDI (Call e Put)

O preço é determinado pelo modelo de Black & Scholes (1973), apresentado a seguir:

Call:

$$C = S * N(d1) - K * e^{-r*t} * N(d2)$$

Put:

$$P = K * e^{-r*t} * N(-d2) - S * N(-d1)$$

$$d1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right) * t}{\sigma * \sqrt{t}}$$

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

onde:

C : preço de uma opção de compra;

P : preço de uma opção de venda;

S : preço do IDI do dia do cálculo;

K : preço de exercício;

rd : taxa pré interpolada considerando o número de dias úteis entre as datas de cálculo e do vencimento da opção;

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

σ : volatilidade diária anualizada para 252 dias úteis no ano do ativo objeto;

t : tempo em anos, base 252 dias úteis no ano, entre as datas de cálculo e do vencimento;

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

Fontes:

Preço do IDI: utilizamos o valor do IDI, divulgado no site da BM&F na data de cálculo

- Volatilidade (σ): Volatilidade obtida com base nos negócios realizados nos "calls" diários da BM&F

- Taxa pré (rd): taxa pré-fixada brasileira interpolada exponencialmente para a data de vencimento da opção a partir da Curva de DI Futuro.

5.5 Opções sobre DI Futuro (Call e Put)

Dado que uma call de taxa de futuro de DI equivale a uma put de PU de futuro de DI e uma put de taxa de futuro de DI equivale a uma call de PU de futuro de DI, quando a opção for ilíquida, o preço de uma call passa a ser determinado pela put de futuro de DI de acordo com o modelo de Black (1976) e vice versa, apresentado a seguir:

Call:

$$C = [F * N(d1) - K * N(d2)] * e^{-r*t}$$

Put:

$$P = C + (K - F) * e^{-r*t}$$

$$d1 = \frac{\ln\left(\frac{F}{K}\right) + \left(\frac{\sigma^2}{2}\right) * t}{\sigma * \sqrt{t}}$$

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

$$F = \frac{100.000}{\frac{A}{B}}$$

onde:

C: preço de uma opção de compra européia;

P: preço de uma opção de venda européia;

K: taxa de exercício expressa em PU;

σ : volatilidade de preço diária anualizada para 252 dias úteis no ano do ativo objeto;

rd: taxa pré interpolada considerando o número de dias úteis entre as datas de cálculo e do vencimento da opção;

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

t: tempo em anos, base 252 dias úteis no ano, entre as datas de cálculo e do vencimento;

F: Taxa a termo expressa em PU entre o vencimento da opção e o prazo de acordo com o tipo da opção;

A: preço de ajuste do contrato de futuro de DI de 1 dia de vencimento igual ao vencimento da opção.

B: preço de ajuste do contrato de futuro de DI de 1 dia de vencimento igual ao vencimento mais o prazo de acordo com o tipo da opção

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

Fontes:

Preços de ajuste do contrato de futuro de DI de 1 Dia (*A*): utilizamos o preço de ajuste do contrato futuro de DI de vencimento igual ao vencimento da opção e o preço de ajuste do contrato futuro de DI de vencimento igual ao vencimento da opção mais o prazo de acordo com o tipo da opção, divulgados no site da BM&F na data de cálculo

Volatilidade (σ): Volatilidade obtida com base nos negócios realizados no "calls" das corretoras.

Taxa pré (*rd*): taxa pré-fixada brasileira interpolada exponencialmente para a data de vencimento da opção a partir da Curva de DI Futuro.

5.6 Opções com Barreira (Call e Put)

Opções com barreira são opções que passam a existir ou deixam de existir se o preço à vista do objeto atingir certo valor: a barreira, durante um certo período de tempo.

Tipos principais:

Up-and-out: O preço do ativo começa menor que o preço da barreira. Se o preço subir até o valor da barreira, a opção deixa de existir.

Down-and-out: O preço do ativo começa maior que o preço da barreira. Se o preço cair até o valor da barreira, a opção deixa de existir.

Up-and-in: O preço do ativo começa menor que o preço da barreira. Se o preço subir até o valor da barreira, a opção é ativada.

Down-and-in: O preço do ativo começa maior que o preço da barreira. Se o preço cair até o valor da barreira, a opção é ativada.

Para precificar essas opções usamos o modelo de Merton (1973) e Reiner e Rubinstein (1991). As diferentes formulas usam fatores em comum:

$$A = \phi * S * e^{(b-r)*T} * N(\phi * x1) - \phi * K * e^{-rT} * N(\phi * x1 - \phi * \sigma \sqrt{T})$$

$$B = \phi * S * e^{(b-r)*T} * N(\phi * x2) - \phi * K * e^{-rT} * N(\phi * x2 - \phi * \sigma \sqrt{T})$$

$$\begin{aligned}
 C &= \phi * S * e^{(b-r)*T} * \left(\frac{H}{S}\right)^{2*(\mu+1)} * N(\eta * y1) - \phi * K * e^{-rT} * \left(\frac{H}{S}\right)^{2*\mu} * N(\eta * y1 - \eta * \sigma \sqrt{T}) \\
 D &= \phi * S * e^{(b-r)*T} * \left(\frac{H}{S}\right)^{2*(\mu+1)} * N(\eta * y2) - \phi * K * e^{-rT} * \left(\frac{H}{S}\right)^{2*\mu} * N(\eta * y2 - \eta * \sigma \sqrt{T}) \\
 E &= R * e^{-rT} \left[N(\eta * x2 - \eta * \sigma \sqrt{T}) - \left(\frac{H}{S}\right)^{2*\mu} * N(\eta * y2 - \eta * \sigma \sqrt{T}) \right] \\
 F &= R * \left[\left(\frac{H}{S}\right)^{\mu+\lambda} * N(\eta * z) + \left(\frac{H}{S}\right)^{\mu-\lambda} * N(\eta * z - 2 * \eta * \lambda * \sigma \sqrt{T}) \right]
 \end{aligned}$$

Onde:

$$y1 = \frac{\ln\left(\frac{H^2}{S * K}\right)}{\sigma * \sqrt{t}} + (1 + \mu) * \sigma * \sqrt{t}$$

$$y2 = \frac{\ln\left(\frac{H}{S}\right)}{\sigma * \sqrt{t}} + (1 + \mu) * \sigma * \sqrt{t}$$

$$x1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right)}{\sigma * \sqrt{t}} + (1 + \mu) * \sigma * \sqrt{t}$$

$$x2 = \frac{\ln\left(\frac{S}{H}\right)}{\sigma * \sqrt{t}} + (1 + \mu) * \sigma * \sqrt{t}$$

$$\mu = \frac{b - \frac{\sigma^2}{2}}{\sigma^2}$$

$$z = \frac{\ln\left(\frac{H}{S}\right)}{\sigma * \sqrt{t}} + \lambda * \sigma * \sqrt{t}$$

$$\lambda = \sqrt{\mu^2 + \frac{2r}{\sigma^2}}$$

Barreiras "in"

Down-and-in Call

$$Cdi (K > H) = C + E$$

$$Cdi (K < H) = A - B + D + E$$

$$\eta = 1$$

$$\phi = 1$$

Up-and-in Call

$$Cui (K > H) = A + E$$

$$Cui (K < H) = B - C + D + E$$

$$\eta = -1$$

$$\phi = 1$$

Down-and-in Put

$$Pdi (K > H) = B - C + D + E$$

$$Pdi (K < H) = A + E$$

$$\eta = 1$$

$$\phi = -1$$

Up-and-in Put

$$Pui (K > H) = A - B + D + E$$

$$Pui (K < H) = C + E$$

$$\eta = -1$$

$$\phi = -1$$

Barreiras "out"

Down-and-out Call

$$Cdo (K > H) = A - C + F$$

$$Cdo (K < H) = B - D + F$$

$$\eta = 1$$

$$\phi = 1$$

$$Cdo (S \leq H) = 0$$

Up-and-out Call

$$Cuo (K > H) = F$$

$$Cuo (K < H) = A - B + C - D + F$$

$$\eta = -1$$

$$\phi = 1$$

$$Cuo (S \geq H) = 0$$

Down-and-out Put

$$Pdo (K > H) = A - B + C - D + F$$

$$Pdo (K < H) = F$$

$$\eta = 1$$

$$\phi = -1$$

$$Pdo (S \leq H) = 0$$

Up-and-out Put

$$Puo (K > H) = B - D + F$$

$$Puo (K < H) = A - C + F$$

$$\eta = -1$$

$$\phi = -1$$

$$Puo (S \geq H) = 0$$

Onde:

C: preço de uma opção de compra;

Cui: preço de uma opção de compra up-and-in;

Cuo: preço de uma opção de compra up-and-out;

Cdi: preço de uma opção de compra down-and-in;

Cdo: preço de uma opção de compra down-and-out;

P: preço de uma opção de venda;

Pui: preço de uma opção de venda up-and-in;

Puo: preço de uma opção de venda up-and-out;

Pdi: preço de uma opção de venda down-and-in;

Pdo: preço de uma opção de venda down-and-out;

S: preço à vista do ativo objeto;

H: preço da barreira;

K: preço de exercício;

R:Rebate;

b: Risk-free menos o dividend yield;

rd: taxa pré interpolada considerando o número de dias úteis entre as datas de cálculo e do vencimento da opção;

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

σ : volatilidade diária anualizada para 252 dias úteis no ano do ativo objeto;

T: tempo em anos, base 252 dias úteis no ano, entre as datas de cálculo e do vencimento;

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

Método Alternativo para Opções:

Na hipótese de indisponibilidade de preços por parte da BM&FBOVESPA em função de problemas técnicos por parte da provedora de informação ou acionamento do circuit breaker, criando distorções entre os mercados por falta de sincronia de preços, construímos o preço teórico da opção (quando possível), utilizando os modelos mencionados acima para opções ilíquidas, estes sendo alimentados com os dados de mercado também mencionados acima, sendo a volatilidade usada a obtida como a mediana informada por um *pool* de corretoras que atuem no mercado em questão.

6. Swaps

6.1 Ponta CDI

$$fatorCDI = \prod_{t=ti}^T \left[1 + \left((1 + CDI_t)^{1/252} - 1 \right) \right]$$

$$MTM_{cdi} = P * fatorCDI$$

onde:

i: data de partida;

t: data de cálculo;

T: data de vencimento;

P: valor de partida;

CDI_t: taxa do CDI para a data *t*;

6.2 Ponta Pré

$$VF = P * (1 + tx)^{duv / 252}$$

$$MTM_{pre} = \frac{VF}{(1 + pre)^{du / 252}}$$

onde:

VF: valor de resgate;

P: valor de partida;

tx: taxa da operação;
d_{uv}: dias úteis entre as datas de partida e do vencimento;
du: dias úteis entre as datas de cálculo e do vencimento;
pre: taxa pré de mercado interpolada a partir a partir da Curva de DI Futuro da BM&F para a data de vencimento na data de cálculo.

6.3 Ponta Cambial

$$VF = P * (1 + tx * \frac{dc}{360})$$

$$MTM_{pre} = \frac{Ptax_i}{Ptax_e} * \left(\frac{VF}{(1 + cupom * (\frac{dct}{360}))} \right)$$

onde:

T: data de vencimento;

PTAX_e: *ptax* de D-1 da data de partida;

PTAX_i: *ptax* de D-1 da data de cálculo;

FV: principal no vencimento;

cupom: cupom cambial sujo interpolado a partir dos vértices da Curva de Cupom Cambial da BM&F (extraído do mercado de DDI) para a data de vencimento na data de cálculo;

dct: dias corridos entre as data de cálculo e do vencimento.

dc: dias corridos entre as data de partida e do vencimento.

6.4 Ponta IGPM

$$VF = P * (1 + tx)^{du / 252}$$

$$MTM_{pre} = fator_{IGPM} * \left(\frac{VF}{(1 + cupom)^{dvc / 252}} \right)$$

onde:

VF: valor de resgate;

P: valor de partida;

tx: taxa da operação;

T: data de vencimento;

du: dias úteis entre as datas de partida e do vencimento;

fator_{IGPM}: fator acumulado de correção do IGP-M entre a data de partida e a data de cálculo;

dvc: dias úteis entre as datas de cálculo e do vencimento;

cupom: Utilizamos a Curva de cupom IGP-M, obtida a partir dos vértices das Taxas Referenciais divulgados diariamente pela BM&F. As taxas referentes a datas onde não há informações disponíveis são obtidas interpolando para a data de vencimento na data de cálculo.

6.5 Ponta IPCA

$$VF = P * (1 + tx)^{du / 252}$$

$$MTM_{pre} = fator_{IPCA} * \left(\frac{VF}{(1 + cupom)^{dvc / 252}} \right)$$

onde:

VF: valor de resgate;

P: valor de partida;

tx: taxa da operação;

T: data de vencimento;

du: dias úteis entre as datas de partida e do vencimento;

fator_IPCA: fator acumulado de correção do IPCA entre a data de partida e a data de cálculo;

dvc: dias úteis entre as datas de cálculo e do vencimento;

cupom: Utilizamos a Curva de cupom IPCA, obtida a partir dos vértices das Taxas Referenciais divulgados diariamente pela BM&F. As taxas referentes a datas onde não há informações disponíveis são obtidas interpolando para a data de vencimento na data de cálculo.

6.6 Ponta TJLP

$$VF = P * (1 + tx)^{dc / 360}$$

$$Fator_{TJLP} = \prod_{i=0}^t (1 + TJLP_i)$$

$$MTM_{pre} = fator_{TJLP} * \left(\frac{VF}{(1 + cupom)^{dvc / 360}} \right)$$

$$cupom = \frac{(((1 + pre)^{(1/252)} - 1) * \%cdi + 1)^{252}}{(1 + proj_{tjlp})} - 1$$

onde:

VF: valor de resgate;

P: valor de partida;

tx: taxa da operação;

dc: dias corridos entre as datas de partida e do vencimento;

Fator_TJLP: fator acumulado da TJLP

Cupom = valor do cupom de TJLP

Pre = taxa pré de mercado interpolada a partir a partir da Curva de DI Futuro da BM&F para a data de vencimento na data de cálculo;

% CDI = O percentual do CDI da ponta a CDI;

proj_{tjlp} = Projeção anualizada da TJLP para o vencimento do Swap.

dvc: dias corridos entre as datas de cálculo e do vencimento;

6.7 Swaps cambiais com trava

Operações de swap com “trava” em uma das pontas tornam a operação equivalente a uma operação de opção. Desta forma, o swap será marcado como se fosse uma opção através do seu Delta. A metodologia de cálculo do delta supramencionado será a mesma que se utiliza para opções cambiais (item 4.2 – Opções Cambiais) – modelo de Black, 1976.

A equivalência do swap a uma opção é pelo simples fato da operação ter um efeito financeiro idêntico ao de uma opção no momento do seu vencimento. Ao acionar a trava o swap passa a ter o mesmo comportamento de uma opção fora do dinheiro no vencimento, “vira pó”. Alternativamente, se a trava não for acionada, é como se fosse uma opção dentro do dinheiro no vencimento, fica com delta igual a 1 nesta data e é liquidada pela curva, normalmente.

6.8 Swaps Notas estruturadas com capital protegido

Os Swaps relativos as notas estruturadas com capital protegido replicam o fluxo de caixa de uma carteira de opções acrescida de um termo relativo ao valor presente do percentual de capital protegido estabelecido previamente em contrato.

A carteira de opções em questão pode ser composta tanto por opções simples “*Plain-Vanilla*”, quanto por opções com barreira.

A precificação das opções simples é feita utilizando o mesmo modelo utilizado na precificação de opções de Ação (item 5.1 – Opções sobre Ações) Black & Scholes, 1973.

Para a precificação de opções com barreira utilizamos o modelo de Merton (1973) e de Reiner e Rubinstein (1991) descrito no item 5.6 - Opções com Barreira (Call e Put).

Método Alternativo para Swaps:

Na hipótese de indisponibilidade de preços por parte da BM&F em função de problemas técnicos por parte da provedora de informação ou acionamento do circuit breaker, criando distorções entre os mercados por falta de sincronia de preços, utilizaremos os valores teóricos dos preços conforme mencionado acima (quando possível) de maneira a avaliar corretamente o swap.

7. Títulos Privados

Para os títulos de crédito privado emitidos por instituições não financeiras adotamos um Manual de Classificação de risco de crédito desenvolvido internamente para atribuição de Ratings. A metodologia empregada é de *Credit Score*, calculado a partir da estrutura das Demonstrações Financeiras dos clientes (relevando diversos aspectos quantitativos mensurados a partir de algo em torno de 30 indicadores contábeis) e de informações subjetivas ligadas a sua operação e mercado no qual está inserida. Para cada *Rating* há um nível de provisão associado, conforme a Res. 2.682 efetuada no momento da compra do papel em questão.

Em caso de atraso em pagamento ou inadimplência, o Rating da empresa poderá ser revisto para eventualmente haver um complemento da provisão.

A partir daí todos os créditos são apurados na curva em que foram comprados e à medida que sejam liquidadas a provisão vai sendo estornada.

7.1 Debêntures

Para a MaM de debêntures registradas no SND – Sistema Nacional de Debêntures – da ANDIMA (www.debentures.com.br), será utilizado o PU divulgado pela mesma levando-se em consideração o volume e preço das últimas negociações da debênture registradas no SND.

Caso alguma debênture não tenha PU MtM divulgado pela ANDIMA, ela será registrada pelo último preço de curva informado pelo respectivo agente fiduciário.

Na ocorrência de algum fato significativo com relação ao risco de crédito do título, poderemos alterar o preço do título efetuando uma provisão para perda sobre o papel.

7.2 Ativos Pré Fixados

Os ativos prefixados são negociados tomando-se como base um "spread" adicional sobre as taxas de juros negociadas na BM&F, a título de prêmio e/ou spread de risco de crédito sempre que aplicável.

O spread de risco de crédito e/ou prêmio é definido pela diferença verificada, no ato da compra, entre a taxa de aquisição a curva de DI Futuro verificada na BM&F.

Dessa forma, partindo do princípio que o spread de risco de crédito seja definido no ato da aquisição do ativo, seu valor presente será calculado com base na seguinte equação:

$$\text{Spread} = TIR - taxa_o$$

$$VP = \left(\frac{VF}{(1 + taxa_t + Spread)^{\frac{n}{252}}} \right)$$

onde:

n = dias úteis entre data de cálculo e vencimento

$taxa_t$ = taxa pré de mercado para vencimento do papel na data de cálculo

$taxa_o$ = taxa pré de mercado para vencimento do papel na data da operação

TIR = taxa contratada na data da operação

$Spread$ = diferença entre a TIR e a taxa de mercado na data da operação

VF = valor de resgate

VP = valor presente de mercado do título

Ao longo do tempo, o spread de risco pode ser alterado devido a mudanças nas condições do mercado de crédito de acordo com a classificação interna de risco de crédito para atribuição de Ratings, com o intuito de refletir a dinâmica de mercado.

7.3 Ativos Pós Fixados

Os títulos indexados ao CDI são valorizados pela taxa contratada (%CDI) no início da operação como demonstrado a seguir:

$$FATOR_{contratado} = \prod_{t=d_e}^{d_{n-1}} \left[1 + \left\{ (1 + Taxa)^{\left(\frac{1}{252}\right)} - 1 \right\} * PC \right]$$

$$VNC = P * fatorCDI$$

Onde:

VNC = valor nominal corrigido

P = valor inicial do CDB ou RDB

Txa = CDI ano divulgado pela CETIP

PC = percentual contratado no início da operação

$FatorCDI$ = fator de correção (taxa contratada do CDI) entre a data de emissão e a data de cálculo

d_e = data de emissão do CDB ou RDB

d_{n-1} = dia anterior à data de cálculo

7.4 CDBs com cláusula "S"

CDBs com possibilidade de resgate antecipado – cadastrados na CETIP com cláusula "S" – serão marcados na taxa da operação.

7.5 DPGE (Depósito a Prazo com Garantia Especial)

Os DPGEs que possuem garantias do Fundo Garantidor de Crédito (FGC) até o valor de R\$ 20.000.000,00 são valorizados pela taxa contratada (%CDI) no início da operação como demonstrado a seguir:

$$FATOR_{contratado} = \prod_{t=d_e}^{d_{n-1}} \left[1 + \left\{ (1 + Taxa)^{\left(\frac{1}{252}\right)} - 1 \right\} * PC \right]$$

$$VNC = P * fatorCDI$$

Onde:

VNC = valor nominal corrigido

P = valor inicial do CDB ou RDB

Taxa = CDI ano divulgado pela CETIP

PC = percentual contratado no início da operação

FatorCDI = fator de correção (taxa contratada do CDI) entre a data de emissão e a data de cálculo

de = data de emissão do CDB ou RDB

dn-1 = dia anterior à data de cálculo

7.6 Cota de Fundos de Investimento

Será apurado pelo valor da cota diária informada pela Instituição Administradora do fundo em questão.