

MANUAL DE APREÇAMENTO

v'treo

## I. Introdução e Objetivos

O presente Manual de Apreçamento tem como objetivo definir os critérios, mecanismos e metodologia aplicáveis para a precificação dos ativos investidos pelas carteiras de valores mobiliários administradas pela Vitreo Gestão de Recursos Ltda ("Vitreo").

Este Manual foi elaborado em conformidade com as disposições da Resolução CVM nº 21, de 25 de fevereiro de 2021 ("RCVM 21/21") e do Código de Anbima de Administração de Recursos de Terceiros ("Código de ART"), sendo que este poderá vir a ser alterado a qualquer tempo.

A precificação correta dos ativos presentes nas carteiras é parte fundamental para o controle de risco de uma instituição. Ao longo deste documento, serão apresentados os controle e mecanismos utilizados para que as carteiras da gestora estejam marcadas a mercado de forma adequada e certificada. Todo o processo e metodologia para a marcação a mercado dos ativos pertencentes as carteiras serão apresentadas neste Manual.

## II. Princípios

Os princípios descritos neste Manual se aplicam aos fundos de investimento e carteiras sob administração da Vitreo nos termos da RCVM nº 21/21, em relação ao apreçamento de outras carteiras para carteiras de pessoas físicas ou jurídicas ou qualquer outra que não faça parte da abrangência deste Manual será sempre realizado em regime de melhores esforços.

Dessa forma, os princípios deste Manual e que devem ser aplicados no processo de apreçamento são:

- **Melhores Práticas de Mercado:** os critérios, mecanismos e metodologia adotados pela Vitreo buscam seguir as melhores práticas de mercado;
- **Comprometimento:** a Vitreo realizará a marcação a mercado dos ativos, conforme as regras deste Manual, de forma homogênea aos fundos de investimento sob sua gestão que os possuam em carteira, sempre respeitando as características de cada ativo e a respectiva adequação da precificação para refletir o valor justo dos ativos e, na eventual impossibilidade disso, empreenderá os melhores esforços para a correta precificação pelo valor que os ativos seriam efetivamente transacionados, com base no uso de dados observáveis e evitará a utilização de dados não observáveis;
- **Transparência:** os critérios, mecanismos e metodologia adotados pela Vitreo buscam conceder aos investidores a maior transparência aos riscos embutidos nas posições;
- **Equidade:** A Vitreo adotou o tratamento equitativo dos investidores na adoção dos os critérios, mecanismos e metodologia deste Manual, sem realizar, assim, qualquer tratamento privilegiado entre os fundos de investimento sob sua gestão;
- **Objetividade:** A Vitreo adota como regra a obtenção preferencial por fontes externas e independentes de informações de preços ou fatores a serem utilizados no apreçamento de ativos financeiros; e
- **Consistência:** a Vitreo não adota preços ou procedimentos de mensuração que sejam diversos quando se tratar de um mesmo ativo financeiro, respeitado, sempre, as características de cada ativo.

## III. Visão do Processo

### III.1. Estrutura e Segregação

Nos termos do Código de ART, a Vitreo promove a segregação entre sua área responsável pelo apreçamento e demais áreas que possam gerar quaisquer conflitos de interesse.

### III.2. Apresentação dos mecanismos de coleta de preços.

A obtenção dos preços de mercado é automática, com as informações importadas diariamente pela gestora dos fundos e comparadas aos preços de mercado informados pelo administrador do fundo e presentes na carteira do fundo. Os responsáveis pelos ativos são:

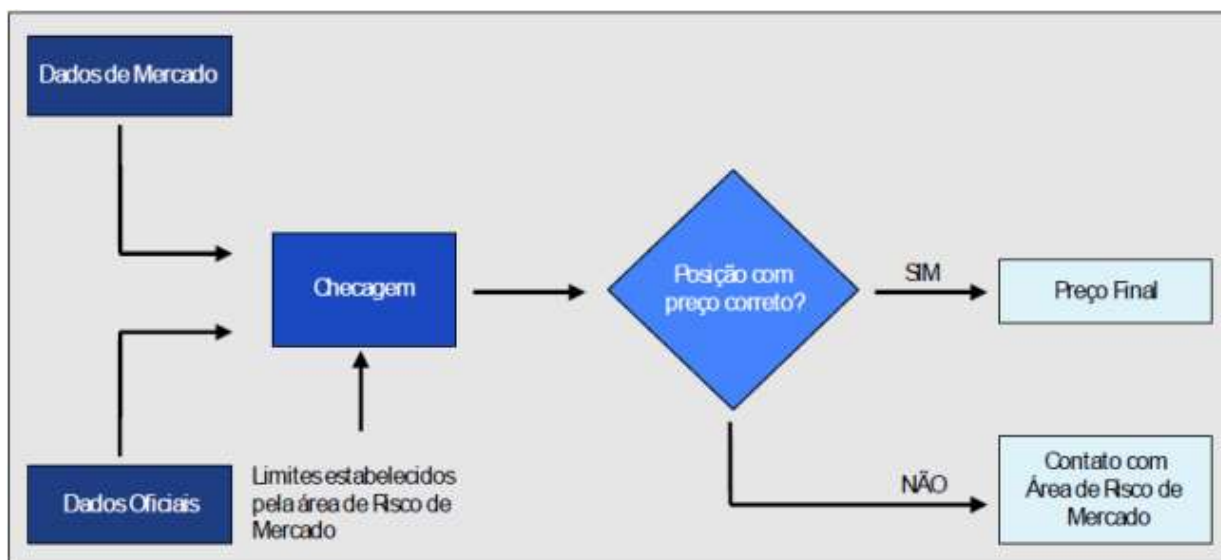
- B3;
- ANBIMA;
- Na ausência de informações dos provedores indicados acima, para checagem posterior e validação podem ser incluídas como fontes corretoras especializadas por mercado, Bloomberg e Americas Trading Group. A informações originais são armazenadas diariamente nas boletas respectivas de cada fundo gerido.

### III.3. Tratamento dos preços coletados

Os preços coletados e inseridos pelo administrador dos fundos são checados, ativo a ativo, de forma a evitar dados importados incorretamente. Além disso, caso haja ausência no envio de determinado preço ou divergência na precificação, imediatamente a área de BackOffice da gestora é acionada para comunicar ao administrador tal divergência e a carteira, sendo liberado pelo gestor, apenas os caso os quais a diferença seja corrigida.

### III.4. Validação dos dados/preços tratados.

A validação dos dados é feita por um processo de checagem que segue a estrutura apresentada a seguir e que será descrita ao longo deste documento:



### III.5. Aplicação dos Preços às Carteiras

Os preços são inseridos às carteiras caso os seguintes requisitos forem executados:

1. Coleta dos dados de mercado e dados oriundos de fontes oficiais/auditáveis.
2. Comparação dos dados recebidos pelo mercado com as informações oficiais/auditáveis
  - a. Salvo em situações excepcionais (que serão listadas a seguir), preços de títulos públicos federais, ações, BDRs, opções de ações, Futuros, swaps e agrícolas são obtidos extraindo as informações de fontes primárias, tais quais, Anbima/Bovespa/B3.
  - b. Para classes distintas de ativos, caso haja discrepância entre os dados de mercado e as informações oficiais/auditáveis, é realizada a verificação pela área de Risco de Mercado e Precificação, com bases em critérios como liquidez, duration, emissor e tipo de ativo.
  - c. Caso a discrepância venha a ultrapassar os limites permitidos, as mesmas devem ser justificadas. Tais justificativas são verificadas e analisadas pela diretoria, que pode ou não aprovar a explicação.
3. Cálculo final do valor da carteira.

Em cenários de falta de liquidez ou crise sistêmica, ativos possíveis de ter sua precificação extraídas de fontes primárias têm sua precificação justificada em decisão formalizada, que poderá ser aprovada pela Diretoria, conforme o caso, caso haja divergência em relação aos provedores oficiais. Tais exceções são detalhadas nos modelos secundários utilizados, conforme será visto no item III.3 ("Métodos alternativos de precificação por classe de ativo").

### III.6. Supervisão Dinâmica da Metodologia

A Área de Risco de Mercado é a responsável pela administração e manutenção dos modelos e dos limites para validação de preços. Já a área de *Compliance* é responsável pela supervisão e acompanhamento dos processos de precificação.

Todo o monitoramento da metodologia é efetuado de forma que, caso haja eventos que justificam alteração no processo, estes possam ser rapidamente implementados.

## IV. Aspectos Metodológicos

### IV.1. Identificação das convenções utilizadas

#### IV.1.1. Cota de Abertura

De acordo com a Instrução CVM nº 555/14 e posteriores alterações, é possível se utilizar, para fundos classificados como de Renda Fixa, a "cota de abertura". Fundos que se utilizam deste tipo de marcação, usam as taxas de mercado apuradas no encerramento, ajustadas por um dia ("overnight"). Sendo assim, ajustes decorrentes das movimentações realizadas durante o dia são lançados contra o patrimônio dos respectivos fundos de investimento.

#### IV.1.2. Cota de Fechamento

Para os demais fundos classificados como Multimercado, Cambial e Ações o padrão "cota de fechamento" é utilizado, conforme estabelecido no Artigo 16 da Instrução CVM nº 555/14 e posteriores alterações. As taxas/preços utilizadas por estes fundos, são extraídas no encerramento das atividades diárias dos respectivos mercados em que atuam.

Nos casos em que os fundos não possuem cotas negociadas em bolsa, será usado o valor da cota divulgado pelo administrador.

Se forem negociados em bolsa, o preço utilizado será o de fechamento dos negócios realizados no dia. Caso não haja negociação na data de avaliação, será usado o preço do último dia no qual houve negociação. Se após 30 pregões consecutivos não houver negociação da cota do Fundo, será adotado o mesmo procedimento utilizado para a formação dos preços dos fundos não negociados em bolsa.

Serão adotados os mesmos critérios para os Fundos off-shore, a conversão para a moeda brasileira, Real (R\$), será realizada através da ptax de fechamento.

### IV.2. Definições das Fontes de informação primárias utilizadas

As fontes primárias são aquelas pelas quais são extraídos os preços e informações necessárias na precificação dos ativos, salvo em casos excepcionais que serão discutidos no item III.3 ("Métodos alternativos de precificação por classe de ativo").

Seguem as fontes primárias utilizadas para as classes de ativo:

#### IV.2.1. Títulos Públicos Federais: ANBIMA

#### IV.2.2. Títulos Privados:

**III.2.2.1:** Debêntures divulgadas pela ANBIMA: Utiliza-se preferencialmente as informações indicativas divulgadas em [www.anbima.com.br](http://www.anbima.com.br), sendo certo que em situação de stress ou que demande medidas conservadoras vide IV.3.2;

**IV.2.2.2:** Debêntures sem informação indicativa divulgada pela ANBIMA: vide IV.3.2.

**IV.2.2.3:** Outros títulos privados: vide IV.3.2.

#### IV.2.3. Ações: B3

#### IV.2.4. BDRs: B3

## IV.2.5. Opções:

### IV.2.5.1: Commodities: B3

**III.2.5.2:** Ações, juros, câmbio e futuro de índices: dados de um pool de corretoras com participação relevante no mercado e aplicados no modelo de Black 76 ou Black & Scholes. Os preços de fechamento da B3 são utilizados para checagem de consistência. btgpactual.com 5 de 85

### IV.2.6. Futuros: B3

### IV.2.7. Swaps: B3

### IV.2.8. Dívida Externa: Bloomberg

### IV.2.9. Ativos no Exterior: vide IV.3.5.

## IV.3 Métodos alternativos de precificação por classe de ativo

Em condições de exceção, quando:

- as fontes primárias não estiverem disponíveis, ou
- quando ocorrem situações de crise sistêmica, ou
- quando ocorrem crises de liquidez ou restrições de liquidez para determinados ativos e/ou classes de ativos e discrepâncias significativas entre os dados dos provedores e os dados de mercados forem observadas, pode ser necessário utilizar formas alternativas de precificação. A seguir são listadas as fontes secundárias utilizadas atualmente.

### IV.3.1. Títulos Públicos Federais: vide IV.3.1.

### IV.3.2. Ações: Bloomberg, Reuters, Corretoras

### IV.3.3. BDRs: preço do ativo base convertido para Real

### IV.3.4. Opções: vide IV.3.3.

**IV.3.5. Futuros:** Cupons dos Títulos Públicos correspondentes (descontando-se o spread entre o papel e o derivativo observado nos dias anteriores), utilizados no caso de circuit breaker na B3 ou de indisponibilidade dos dados da Bolsa

### IV.3.7. Swaps: vide IV.3.2.

**IV.3.8. Transações compostas por mais de um ativo:** nos casos específicos de termos, box, papéis "swapados" ou quaisquer outras combinações de sintéticos, cada "ponta" da operação será precificada individualmente, não sendo levado em consideração o fato de que se trata de uma operação "única". As regras para precificação de cada parte do sintético são exatamente as mesmas utilizadas pelos ativos "simples".

## V. Estruturas Operacionais envolvidas nos processos

### V.1. Estrutura Organizacional

As três áreas envolvidas no processo de marcação a mercado são:

- Área de Compliance, responsável por garantir que todos os critérios de precificação estejam em cumprimento às normas legais e regulamentares aplicáveis.
- Área de Risco de Mercado, responsável pela resolução de eventuais dúvidas.

### V.2. Conflitos de Interesse

Buscando evitar possíveis conflitos de interesse, a estrutura foi desenvolvida de forma que não haja nenhum tipo de relação de subordinação entre as áreas envolvidas: precificação, *compliance* e *risco*, tendo sido destacado um colaborado para desempenhar essa atividade.

Preços que não sejam contemplados pelas regras básicas de precificação nem pelos modelos apresentados neste documento, serão devidamente analisados pela área de Risco de Mercado, responsável pela modelagem do processo.

Cabe salientar que, todas as exceções são documentadas em relatório que são armazenados, sendo possível identificar as razões que levaram a alteração nos preços.

### V.3. Fluxo das Operações e Mecanismos de Verificação

O fluxo padrão de verificação de preço analisa a diferença entre os preços com bases em dados extraídos de mercado e preços extraídos através de fontes auditáveis de informação. Caso algumas das condições a seguir acontecerem, os modelos de precificação desenvolvidos (ou fontes secundárias) poderá ser utilizado:

- • Condição 1: ausência de informação oriunda da fonte primária de preços
- • Condição 2: crise sistêmica de mercado
- • Condição 3: crise de liquidez de mercado

Como regra geral, busca-se a precificação justa dos ativos com base em suas características intrínsecas (para títulos de renda fixa: *duration*, emissor, indexador e liquidez; para opções: preço de exercício, maturidade, volatilidade do ativo subjacente, volatilidade implícita).

Sobre os limites, vale ressaltar:

- • são estabelecidos limites para cada categoria de ativo, sendo que esses limites são modelados;
- • dentro de cada categoria, os limites são definidos a partir das características de cada ativo/mercado, como: prazo, indexador, volatilidade, liquidez etc.;
- • os limites contemplam tanto situações de cupons/preços de mercado maiores como de cupons/preços de mercado menores que aqueles fornecidos pelas fontes oficiais.

Vale mencionar que, a qualquer tempo, novas fontes de comparação podem ser acrescentadas e devidamente utilizadas pelo sistema.

#### V.3.1 Procedimentos para Carteiras de Títulos Públicos

É abordada nessa seção os títulos públicos com custódia SELIC:

Indexador	Papéis
Ref	BBCA, LBC, LFT, NTNS
Over/Pré	BBC, BBCA, LTN, NTNS
TR	NTNH
TBF	NTNE
IGPM	NTNC
IPCA	NTNB
Diversos	MOPs

e os títulos públicos com custódia CETIP, tais quais:

- • CS: Créditos Securitizados
- • ASTNs
- • CTNs
- • TDAs: Títulos da Dívida Agrária

A seguir, são feitas algumas observações a respeito da verificação dos cupons dos títulos públicos.

• • Para todos os títulos públicos federais com divulgação de taxas indicativas pela Anbima é utilizada como fonte primária de preço essas taxas indicativas. Para este grupo de ativos, a precificação é definida da seguinte forma:

1. O procedimento de marcação a mercado dos títulos públicos federais utiliza a taxa indicativa divulgada diariamente pela ANBIMA(para toda e qualquer emissão)).

2. Na hipótese de ocorrência dos seguintes casos:

- (a) indisponibilidade de obtenção do preço no site da ANBIMA,
- (b) crise Sistêmica de mercado,
- (c) crise de Liquidez de mercado ou
- (d) comprovada ausência de atualização do preço ANBIMA após leilão do título ou quando da divulgação da prévia do IGPM, poderão ser utilizadas, em regime de exceção, fontes secundárias de preço. Atualmente, tais fontes são corretoras ativas no mercado. Os preços utilizados no processo de marcação a mercado deverão estar em linha com aqueles informados por essas corretoras e nesses casos excepcionais a utilização da fonte secundária será documentada e arquivada.

• • Para as LFTs, papéis indexados à Selic, o Cupom de Mercado (que neste caso corresponde ao ágio/deságio do papel) é calculado conforme a fórmula:

$$\text{CupMerc} = ((\text{PUAcum}/\text{PUMer})^{252/\text{PrzDecJ}} - 1) * 100,$$

onde PUAcum é o PU da curva do papel calculado da emissão (composição das taxas Selic observadas no período) até a data de verificação dos limites e PUMerc é o PU de Mercado informado.

### V.3.2. Procedimentos para Carteira de Swaps

Para todos os swaps, as taxas divulgadas pela B3 são utilizadas. Na ausência destas, ou em situações de escassez de liquidez ou de crise sistêmica, os cupons dos títulos públicos federais de cada um dos respectivos indexadores serão utilizados como referência para o cálculo.

- • Na ausência da taxa para o vértice específico que se deseja calcular é realizada a interpolação das taxas da B3.
- • Para os swaps cambiais contra um percentual de CDI <> 100%, é realizado um ajuste na taxa de swap da B3 para homogeneizar a checagem (quanto maior o percentual de CDI, maior deve ser o cupom da ponta cambial, e vice-versa). A dedução da fórmula utilizada para este ajuste se encontra abaixo:

Resultado\_Swap\_pela\_BMF\_Cetip (i) = Resultado\_Swap\_Pactual (ii)

(i) Resultado\_Swap\_pela\_BMF\_Cetip = Nocional \* ( Ponta\_Ativa - Ponta\_Passiva )

onde,

Ponta\_Ativa = (Ptax\_D/Ptax\_Ini)\*(1+cupom\_nominal \* diascorr\_total/360)/(1+cupom\_mercado \* diascorr\_venc/360)

Ponta\_Passiva = CDI\_Acum\_Periodo \* ((1+pre\_dia\*perc\_CDI)^diasut\_venc) / ((1+pre\_dia)^diasut\_venc)

(ii) Resultado\_Swap\_Vitreo = Nocional \* ( Ponta\_Ativa - Ponta\_Passiva )

onde,

Ponta\_Ativa = (Ptax\_D/Ptax\_Ini)\*(1+cupom\_nominal \* diascorr\_total/360)/(1+cupom\_ajustado \* diascorr\_venc/360)

Ponta\_Passiva = CDI\_Acum\_Periodo

Igualando as duas metodologias e isolando o fator procurado, obtemos:



(i) = (ii) ->  $\text{cupom\_ajustado} = (1/\text{Formula}-1) \cdot (360/\text{diascorr\_venc})$

onde,

$\text{Formula} = \text{CDI\_Acum\_Periodo} \cdot (1 - ((1 + \text{pre\_dia} \cdot \text{perc\_CDI})^{\text{diasut\_venc}}) / ((1 + \text{pre\_dia})^{\text{diasut\_venc}})) \cdot (\text{Ptax\_Ini}/\text{Ptax\_D}) / (1 + \text{cupom\_nominal} \cdot \text{diascorr\_total}/360) + 1 / (1 + \text{cupom\_mercado} \cdot \text{diascorr\_venc}/360)$

• Para os swaps cambiais contra "CDI +/- taxa absoluta", é realizado um ajuste na taxa de swap da B3 para homogeneizar a checagem. A dedução da fórmula utilizada para este ajuste se encontra abaixo:

Queremos:

$\text{Resultado\_Swap\_pela\_BMF\_Cetip (i)} = \text{Resultado\_Swap\_Pactual (ii)}$

(i)  $\text{Resultado\_Swap\_pela\_BMF\_Cetip} = \text{Nocional} \cdot (\text{Ponta\_Ativa} - \text{Ponta\_Passiva})$

onde,

$\text{Ponta\_Ativa} = (\text{Ptax\_D}/\text{Ptax\_Ini}) \cdot (1 + \text{cupom\_nominal} \cdot \text{diascorr\_total}/360) / (1 + \text{cupom\_mercado} \cdot \text{diascorr\_venc}/360)$

$\text{Ponta\_Passiva} = \text{CDI\_Acum\_Periodo} \cdot ((1 + \text{pre\_adicional\_dia})^{\text{diasut\_venc}})$

(ii)  $\text{Resultado\_Swap\_Pactual} = \text{Nocional} \cdot (\text{Ponta\_Ativa} - \text{Ponta\_Passiva})$

onde,

$\text{Ponta\_Ativa} = (\text{Ptax\_D}/\text{Ptax\_Ini}) \cdot (1 + \text{cupom\_nominal} \cdot \text{diascorr\_total}/360) / (1 + \text{cupom\_ajustado} \cdot \text{diascorr\_venc}/360)$

$\text{Ponta\_Passiva} = \text{CDI\_Acum\_Periodo}$

Igualando as duas metodologias e isolando o fator procurado, obtemos:

(i) = (ii) ->  $\text{cupom\_ajustado} = (1/\text{Formula}-1) \cdot (360/\text{diascorr\_venc})$

onde,

$\text{Formula} = \text{CDI\_Acum\_Periodo} \cdot (1 - ((1 + \text{pre\_adicional\_dia})^{\text{diasut\_venc}})) \cdot (\text{Ptax\_Ini}/\text{Ptax\_D}) / (1 + \text{cupom\_nominal} \cdot \text{diascorr\_total}/360) + 1 / (1 + \text{cupom\_mercado} \cdot \text{diascorr\_venc}/360)$

CDI\_Acum\_Periodo é o (CDI + taxa\_pre\_adicional\_nominal) acumulado desde a data de início do swap

$\text{pre\_adicional\_dia} = \text{taxa diária correspondente à taxa\_pre\_adicional\_nominal} = (1 + \text{taxa\_pre\_adicional\_nominal})^{1/252}$

### V.3.4. Procedimentos para Carteira de Opções

Para a precificação das opções, são utilizados os modelos adequados para cada tipo de opção/mercado, devidamente desenvolvidos e registrados na literatura de finanças. Também são utilizadas informações de preços diários de negócio de cada opção e referências de preço, na ausência de informação de preço para a própria opção: volatilidade implícita de opções no dinheiro (ou at-the-money, que são as mais negociadas), volatilidade histórica dos ativos subjacentes etc.

O Sistema de Checagem tem como objetivo monitorar e garantir o uso das melhores práticas de precificação, gerando resultados auditáveis e em linha com os preços de mercado considerados justos para cada mercado.

O funcionamento do processo de checagem se dá através dos seguintes passos:

1. A Área de Precificação informa diariamente o prêmio de todas as opções.
2. O sistema calcula a volatilidade implícita de cada opção com base nos modelos e parâmetros pertinentes para cada tipo de opção/mercado, conforme estabelecido pela área de Risco de Mercado.
3. Tal valor é comparado com a volatilidade implícita obtida através do fechamento "oficial" divulgado pela Bolsa. Se a volatilidade estiver dentro de um limite pré-estabelecido pela Área de Risco, não será gerada nenhuma exceção e o prêmio da opção será calculado com base na volatilidade informada pela Área de Precificação. Os limites desta etapa, doravante denominados "Limites FO" (de "fechamento oficial"), são definidos conforme a "Observação A", ao final desta seção.
4. Caso não haja valor "oficial" de fechamento para o dia, o sistema deverá checar a volatilidade de precificação contra a volatilidade at-the-money (ATM) de referência. Tal volatilidade será igual à média das volatilidades

implícitas no fechamento "oficial" das três opções com strike mais próximo à opção ATM que respeitem limites pré-estabelecidos e que apresentem vencimento na mesma data. Neste caso devem ser utilizados os limites definidos conforme "Observação A", denominados "Limites ATM".

5. Caso não haja valor "oficial" de fechamento para o dia e não seja possível realizar a verificação do item 3 (por ausência de pelo menos uma opção ATM de referência), o sistema deve realizar checagem da volatilidade de precificação contra a volatilidade histórica do ativo subjacente, conforme cálculo e limites definidos na "Observação B", denominados "Limites HIST".

6. Caso as verificações dos itens 3 ou 4 necessitem ser realizadas e resultem em violações dos limites, uma exceção será gerada, e a Área de Precificação será contatada para fornecer as explicações necessárias. O relatório (ou e-mail) de exceções deve informar todos os dados relevantes utilizados durante a checagem para facilitar a interpretação dos resultados. Caso exista uma explicação, a opção será precificada pela volatilidade informada pela Área de Precificação; caso contrário, deve ser realizada uma nova importação de dados com a nova volatilidade, que passará novamente pelo processo de checagem.

Observação A: Os limites utilizados na comparação com o fechamento "oficial" e os limites utilizados na comparação com a volatilidade implícita ATM de referência serão informados em termos de "% absoluto de volatilidade implícita (anualizada)" e definidos com base em:

- Ativo: Bolsa, Câmbio, DI ou IDI. - Para os ativos de Bolsa, deve ser permitido o cadastro individual por empresa ou Índice Bovespa.
- - No caso das ações líquidas, essa informação só será utilizada na falta da informação da própria Bolsa.
- - Para as opções de DI, os ativos serão definidos conforme o prazo entre o vencimento do futuro subjacente ao contrato e o vencimento da opção.
- • Prazo: vencimento da opção
- • Diferencial em termos percentuais do strike da opção e da cotação atual do ativo subjacente - tal informação será obtida via a estrutura de volatilidades vs. strikes - os smiles - estabelecida para cada classe de ativos

Serão estabelecidos sempre dois tipos de limites (superior e inferior) para o caso da volatilidade implícita de precificação ser maior ou menor que a volatilidade de referência. Isto se deve ao fato da margem de diferenças para cima ou para baixo ser diferente na maior parte das comparações (conforme será visto na próxima seção).

Observação B: A volatilidade histórica do ativo subjacente deve ser calculada utilizando-se uma janela de cotações com o mesmo prazo para o vencimento da opção, respeitando-se um prazo mínimo de 30 dias corridos. Os limites utilizados na comparação serão informados em termos de "% absoluto de volatilidade implícita (anualizada)" e definidos com base nos mesmos critérios listados na "Observação A".

A seguir, são mostrados os princípios utilizados na definição dos diferentes tipos de limites presentes no processo de checagem da precificação de opções.

### V.3.4.1. Definição dos Limites ATM

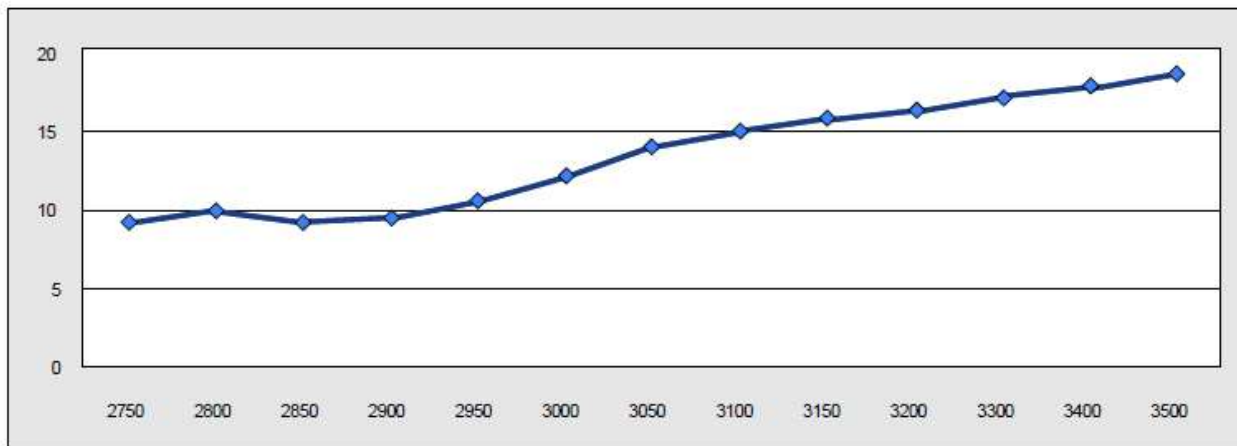
A determinação destes limites se inicia com a definição do limite máximo de diferença para as opções ATM (aquelas cujo strike é próximo do valor atual do ativo de referência levado ao vencimento da opção). Em seguida, utilizando-se de "estruturas esperadas" de smiles para cada tipo de opção, são estabelecidos os limites para a checagem das opções mais distantes da ATM (opções com strikes maiores ou menores que o valor atual do ativo de referência levado ao vencimento da opção).

O limite de diferença de volatilidade para as opções ATM é estabelecido com base no nível de volatilidade de cada mercado/ativo (para a maioria dos casos foi considerado cerca de 10% da volatilidade histórica). Por exemplo, se determinada ação tem uma volatilidade histórica média de 20%, o limite para as opções ATM considerado seria de 2%.

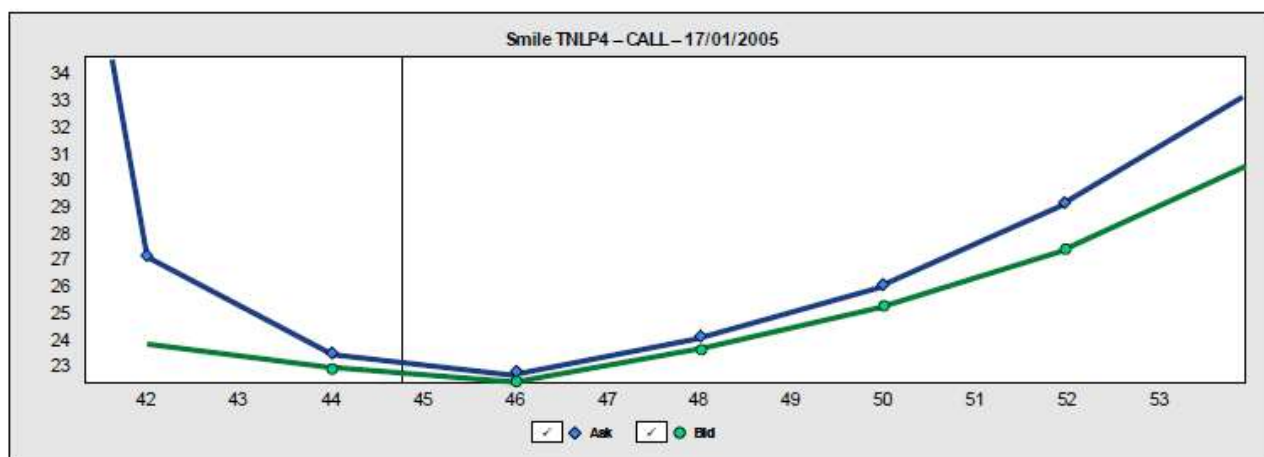
Cada estrutura de smiles é obtida/determinada com base na percepção do padrão de negociação de cada mercado/ativo. Por este motivo, a volatilidade das opções com strikes menores que o ATM para bolsa tendem a

ser maiores que a ATM; para opções de dólar, o oposto costuma se observar. Vale ser ressaltado que a estrutura de smiles pode ser ajustada se necessário de acordo com as condições de mercado.

**Exemplo de *smile* de mercado para opções de dólar (mercado de 01/11/2004, eixo y: volatilidade implícita anualizada, eixo x: *strike*)**



No exemplo acima por ser visto que as volatilidades implícitas das opções de dólar com strike maior que o valor do ativo de referência nesta data (na faixa de 2.85) são maiores que a volatilidade implícita da opção ATM, em torno de 10%a.a. neste dia. Para opções com strike muito acima do valor atual do ativo, a diferença no valor de volatilidade implícita é bem significativa.



No exemplo de opção de ação acima por ser visto uma figura de "smile" clássica, em que as volatilidades implícitas das opções com strike maior e menor que o valor do ativo de referência nesta data (na faixa de 45) são significativamente maiores que a volatilidade implícita da opção ATM, em torno de 22%a.a. neste dia.

## Exemplo de tabela de limites ATM

(obs: os campos se referem às definições da "Observação A" na seção anterior)

Limites para Opções de Dólar		
	Lim. Superior (%)	Lim. Inferior (%)
-11.35%	2	1
-11.25%	1.75	0.875
-7.50%	1.5	0.75
-3.75%	1.25	0.625
-1.88%	1	0.5
ATM	1	0.5
1.88%	1	0.5
3.75%	1.5	0.75
7.50%	2	1
11.25%	2.5	1.25
11.35%	3	1.5

De acordo com a tabela acima, foram elaborados dois exemplos de opção cujo preço estaria ou não violando os limites estabelecidos. Vale ressaltar que, de acordo com o algoritmo definido na seção II, a checagem destes limites seria feita caso não existisse a referência de fechamento "oficial" e caso existisse a referência de preço de opção at-the-money no dia.

1. Exemplo: Precificação dentro dos limites a. dólar cotado em 2.8 (valor no vencimento)

b. opção com strike de 2.85

c. volatilidade implícita do prêmio em 11%

d. volatilidade ATM de referência em 10.5%

- O diferencial entre o strike e a cotação atual do ativo de referência é  $2.85/2.8 - 1 = 1.78\%$

- Desta forma, ele se encontra na faixa de ATM+1.88%, e dado que a volatilidade implícita do preço está acima da volatilidade ATM de referência, o limite considerado é o "Lim. Superior" de 1%

- Como a diferença observada foi de 0.5% (11%-10.5%) ela ficou dentro do limite e neste caso, seria acatada sem gerar exceção.

2. Exemplo: Precificação violando limite a. dólar cotado em 2.8 (valor no vencimento)

b. opção com strike de 2.7

c. volatilidade implícita do prêmio em 9.30%

d. volatilidade ATM de referência em 10.5%

- O diferencial entre o strike e a cotação atual do ativo de referência é  $2.7/2.8 - 1 = -3.57\%$

- Desta forma, ele se encontra na faixa de -1.88% a -3.75%, e dado que a volatilidade implícita do preço está abaixo da volatilidade ATM de referência, o limite considerado é o "Lim. Inferior" de 0.625%

- Como a diferença observada foi de 1.20% (10.5%-9.30%) ela violou o limite e, neste caso, seria gerada uma exceção para revisão desta precificação.

Os limites para as opções de IDI e DI foram estabelecidos com base em diferenciais de PU. Inicialmente foram considerados os mesmos limites para qualquer prazo das opções de DI (taxas forwards ao longo da curva) e iguais aos limites de IDI. Esta postura pode ser considerada conservadora dado que a volatilidade das taxas forwards costuma ser maior do que a volatilidade das taxas spot de mesmo prazo.

No caso dos Limites ATM, foram estabelecidas variações inferiores significativamente menores que as variações superiores dado que a tendência é que as volatilidades implícitas de opções dentro ou fora do dinheiro (opções com strike maiores ou menores que o valor do ativo de referência de momento) sejam maiores do que a ATM.

Os ranges de diferença em relação ao strike foram estabelecidos com base na volatilidade de cada mercado/ativo.

### V.3.4.2. Definição dos Limites FO

São os Limites Oficiais baseados em um percentual dos Limites ATM definidos.

As variações são menores dado que a incerteza é menor: o fechamento oficial existe (ou seja, houve negócio no dia) mas ele pode não ser um negócio que reflita de forma adequada o mercado do dia (por exemplo: houve apenas um negócio na parte de manhã enquanto o valor do ativo de referência variou muito até o final do dia).

No caso dos limites oficiais, a definição da estrutura de smiles é feita diferentemente a partir da definição para os limites ATM. É levada em consideração a incerteza de liquidez que pode afetar os negócios das opções mais distantes da ATM.

No caso dos Limites FO as variações inferiores são iguais às variações superiores, pois as variações tendem a acontecer de forma relativamente uniforme para ambos os lados – não há uma probabilidade maior de o valor informado estar acima do valor de mercado ou abaixo do mesmo.

#### Exemplo de tabela de limites FO

Limites para Opções de Dólar		
	Lim. Superior (%)	Lim. Inferior (%)
-11.35%	1.25	1.25
-11.25%	1.125	1.125
-7.50%	1	1
-3.75%	0.875	0.875
-1.88%	0.75	0.75
<b>ATM</b>	<b>0.75</b>	<b>0.75</b>
1.88%	0.75	0.75
3.75%	0.875	0.875
7.50%	1	1
11.25%	1.125	1.125
11.35%	1.25	1.25

De acordo com a tabela acima, foram elaborados dois exemplos de opção cujo preço estaria ou não violando os limites estabelecidos. Vale ressaltar que, de acordo com o algoritmo definido na seção II, a checagem destes limites seria feita caso existisse a referência de fechamento "oficial" no dia.

3. Exemplo: Precificação dentro dos limites a. dólar cotado em 2.8 (valor no vencimento)
- b. opção com strike de 2.85
- c. volatilidade implícita do prêmio em 11%
- d. volatilidade oficial de referência em 10.75%
- o diferencial entre o strike e a cotação atual do ativo de referência é  $2.85/2.8 - 1 = 1.78\%$

- desta forma, ele se encontra na faixa de ATM+1.88%, e dado que a volatilidade implícita do preço está acima da volatilidade "oficial" de referência, o limite considerado é o "Lim. Superior" de 0.75%
- como a diferença observada foi de 0.25% (11%-10.75%) ela ficou dentro do limite e neste caso, seria acatada sem gerar exceção.

4. Exemplo: Precificação violando limite a. dólar cotado em 2.8 (valor no vencimento)

b. opção com strike de 2.7

c. volatilidade implícita do prêmio em 9.30%

d. volatilidade oficial de referência em 10.25%

- o diferencial entre o strike e a cotação atual do ativo de referência é  $2.7/2.8 - 1 = -3.57\%$

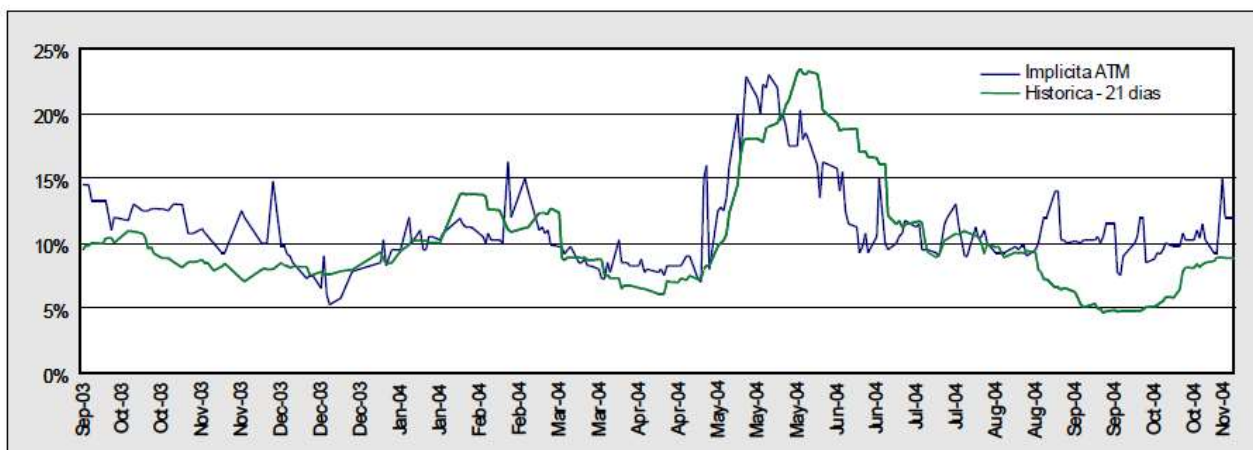
- desta forma, ele se encontra na faixa de -1.88% a -3.75%, e dado que a volatilidade implícita do preço está abaixo da volatilidade ATM de referência, o limite considerado é o "Lim. Inferior" de 0.875%

- como a diferença observada foi de 0.95% (10.25%-9.30%) ela violou o limite e, neste caso, seria gerada uma exceção para revisão desta precificação.

### V.3.4.3. Definição dos Limites HIST

Em termos de limites, os valores de oscilação entre a volatilidade histórica e a volatilidade informada são consideravelmente maiores que os limites ATM (a princípio, utilizou-se uma base duas vezes maior) dado que o valor histórico pode de fato ser significativamente distinto da volatilidade implícita de determinado momento.

**Exemplo: Evolução da volatilidade implícita da opção ATM do 1º Futuro de Dólar vs. Evolução da volatilidade histórica do dólar**



Como pode ser visto no gráfico acima, as duas volatilidades divergem de forma significativa em determinados momentos.

Em termos de smiles, são considerados os mesmos padrões de formação que os limites ATM.

No caso dos Limites HIST, as variações inferiores são apenas um pouco menores do que as variações superiores dado que a volatilidade implícita pode ficar tanto abaixo como acima da histórica em magnitudes relativamente próximas.

### Exemplo de tabela de limites HIST

Limites para Opções de Dólar		
	Lim. Superior (%)	Lim. Inferior (%)
-11.35%	3	2.25
-11.25%	2.75	2.0625
-7.50%	2.5	1.875
-3.75%	2.25	1.6875
-1.88%	2	1.5
<b>ATM</b>	<b>2</b>	<b>1.5</b>
1.88%	2	1.5
3.75%	2.5	1.875
7.50%	3	2.25
11.25%	3.5	2.625
11.35%	4	3

De acordo com a tabela acima, foram elaborados dois exemplos de opção cujo preço estaria ou não violando os limites estabelecidos. Vale ressaltar que, de acordo com o algoritmo definido na seção II, a checagem destes limites seria feita caso não existissem a referência de fechamento "oficial" e a referência de preço de opção at-the-money no dia.

5. Exemplo: Precificação dentro dos limites a. dólar cotado em 2.8 (valor no vencimento)

b. opção com strike de 2.85

c. volatilidade implícita do prêmio em 11%

d. volatilidade histórica de referência em 12.5%

- o diferencial entre o strike e a cotação atual do ativo de referência é  $2.85/2.8 - 1 = 1.78\%$

- desta forma, ele se encontra na faixa de ATM+1.88%, e dado que a volatilidade implícita do preço está acima da volatilidade ATM de referência, o limite considerado é o "Lim. Superior" de 2%

- como a diferença observada foi de 1.5% (12.5%-11%) ela ficou dentro do limite e neste caso, seria acatada sem gerar exceção.

6. Exemplo: Precificação violando limite a. dólar cotado em 2.8 (valor no vencimento)

b. opção com strike de 2.7

c. volatilidade implícita do prêmio em 9.30%

d. volatilidade histórica de referência em 12.5%

- o diferencial entre o strike e a cotação atual do ativo de referência é  $2.7/2.8 - 1 = -3.57\%$

- desta forma, ele se encontra na faixa de -1.88% a -3.75%, e dado que a volatilidade implícita do preço está abaixo da volatilidade ATM de referência, o limite considerado é o "Lim. Inferior" de 1.6875%

- como a diferença observada foi de 2.20% (12.5%-9.30%) ela violou o limite e, neste caso, seria gerada uma exceção para revisão desta precificação.

Abaixo encontra-se exemplo do relatório de checagem de opções (a descrição dos campos é apresentada em seguida). Neste exemplo, apresentam-se duas situações:

• a primeira opção teria a sua precificação aprovada, uma vez que o limite oficial foi respeitado.

• a segunda opção seria considerada uma exceção dado que violou a checagem ATM (esta checagem foi realizada pois não houve referência de preço oficial no dia, impossibilitando a checagem com os limites "FO").

Data: 27/04/2005						Volatilidades			
ativo	série	call/put	p. exercício	dt. exercício	prêmio divulgado	Divulgado	FO	ATM	HIST
DOL	JL03	C	2700	01/07/2005	23.3	15.04	15.43	14.56	13.49
IBOV	H26	C	26000	17/08/2005	1629.146059	26.25	-1	28.09	26.04

Limites			Excedente sobre o Limite			Resultado da Checagem			
FO	ATM	HIST	FO	ATM	HIST	FO	ATM	HIST	Conclusão
1	2	3	0	0	0	Aprovado	Aprovado	Aprovado	Aprovado-FO
N.A.	1	4	N.A.	0.84	0	N.A.	Excedeu	Aprovado	Excedeu-ATM

Informações Complementares									
prêmio p/ vol ref	maturidade	ativo base	preço ativo base	preço atv bse fut	dias venc at base	juros	divid. Yield	base	
24.6		DOLFJUL5	2582.786	2582.786	45	19.58	19.58	252	
1730	79	IBOV	25241	26365.43928	0	19.63565	4.10731	252	

Comparação com D-1							
divulgado D-1	FO D-1	ATM D-1	HIST D-1	VARdivulgado	VARFO	VARATM	VARHIST
14.71	14.68	13.89	13.44	0.34	0.75	0.67	0.04
26.25	-1	27.48	26.64	0	N.A.	0.6	-0.6

data = data de precificação

ativo = código do ativo de referência

série = código da série de opção em questão

call/put = "C" para call e "P" para put

preço exercício = strike da opção em questão

dt exercício = data de exercício da opção em questão

prêmio divulgado = prêmio passado pela Área de Precificação

volatilidade - divulgada = volatilidade implícita calculada a partir do prêmio divulgado

volatilidade - FO = volatilidade implícita calculada a partir do prêmio de fechamento oficial

volatilidade - ATM = volatilidade implícita calculada a partir do prêmio de fechamento oficial

volatilidade - HIST = volatilidade histórica do ativo de referência, calculada conforme explicado na seção

limite - FO = limite de fechamento "oficial" atualmente considerado para a opção em questão

limite - ATM = limite "at-the-money" atualmente considerado para a opção em questão III deste documento

limite - HIST = limite histórico atualmente considerado para a opção em questão

excedente - FO = excedente sobre o limite FO, caso exista, entre a volatilidade divulgada e volatilidade FO

excedente - ATM = excedente sobre o limite ATM, caso exista, entre a volatilidade divulgada e volatilidade ATM

excedente - HIST = excedente sobre o limite HIST, caso exista, entre a volatilidade divulgada e volatilidade HIST

resultado da checagem - FO = informação se o limite FO foi aprovado ou excedido, caso esta checagem tenha sido efetuada

resultado da checagem - ATM = informação se o limite ATM foi aprovado ou excedido, caso esta checagem tenha sido efetuada

resultado da checagem - HIST = informação se o limite HIST foi aprovado ou excedido, caso esta checagem tenha sido efetuada

resultado da checagem - conclusão = resultado da checagem, efetuada conforme algoritmo explicado na seção II



prêmio p/ vol. ref. = valor do prêmio da opção em questão caso se utilize o valor da volatilidade de referência, que pode ser, dependendo da viabilidade e nesta ordem, a volatilidade FO, ATM ou HIST; o objetivo deste campo é apresentar qual seria o prêmio da opção caso outra volatilidade fosse utilizada

preço atv bse fut = valor do ativo projetado no vencimento da opção, com base no valor dos juros e do dividend yield

maturidade = prazo para o vencimento da opção em questão

ativo base = descrição do ativo de referência da opção em questão

preço ativo base = preço do ativo de referência da opção em questão

dias venc at base = prazo para o vencimento do ativo de referência caso ele seja um futuro

juros = taxa de juros (pré) para o prazo de vencimento da opção em questão

divid. yield = para as opções de dólar comercial à vista é o cupom cambial para o prazo de vencimento da opção; para opções de futuro, é igual ao campo "juros"; para as opções de ações é o custo de aluguel do ativo base

base = padrão de dias considerado no cálculo (252 para dias úteis ou 365 para dias corridos)

Comparação com D-1: dados de volatilidade de D-1 e variação absoluta entre as volatilidade de D em relação a D-1

### V.3.5. Procedimentos para Ativos dos fundos no Exterior

Os diversos tipos de títulos que são considerados nesta categoria, bem como suas fontes de consulta, seguem relacionados abaixo:

#### • • Ações

É utilizada a cotação de fechamento da ação verificada na bolsa de negociação, na maior parte das vezes, New York Stock Exchange.

Fonte de consulta: Bloomberg

#### • • Opções de Ação

Os preços correspondem à média entre o preço de compra (bid) e de venda (ask) verificados no encerramento do mercado de negociação (NYSE em geral).

Fonte de consulta: Bloomberg

#### • • Títulos de Renda Fixa (Bonds)

Na precificação dos Bonds utiliza-se como fonte de consulta cotações de fechamento obtidas via Bloomberg, dealers e brokers do mercado (por exemplo, Eurobrokers, Icap e Tradition).

#### • • Swaps de Juros

São observadas as curvas de fechamento de mercado de swap de juros (Libor) para a moeda de cada contrato.

#### • • Termo de Moeda (NDF / DF)

Para a definição da taxa forward dos contratos de termo de moeda são utilizadas as curvas de fechamento de mercado divulgadas pela Bloomberg para cada par de moedas. As taxas forwards são interpoladas para o vencimento de cada contrato.

#### • • Contratos Futuros

Os preços correspondem às cotações de fechamento da bolsa de futuros em que o ativo é negociado.

Fonte de consulta: Bloomberg

A conversão de ativos negociados no exterior em Dólares americanos é realizada pelo Dólar – Cupom Limpo, que utiliza a cotação do Dólar comercial às 16hs, caso haja negócio entre 15:50hs e 16:00hs, caso contrário é utilizada a cotação do ajuste do futuro da B3 menos o casado, obtido junto a instituições credenciadas pela B3.

O Dólar – Cupom Limpo é divulgado diariamente pela B3 no website: [http://www.bmf.com.br/bmfbovespa/pages/boletim1/bd\\_manual/indicadoresFinanceiros1.asp](http://www.bmf.com.br/bmfbovespa/pages/boletim1/bd_manual/indicadoresFinanceiros1.asp). Para casos excepcionais, tais como fundos de investimentos que investem em fundos de investimentos no exterior que utilizam cotações em diferentes horários, a taxa de conversão dos ativos será informada em regulamento e aprovadas pela área de Precificação.

### V.3.6. Procedimentos para Carteira de Direitos e Recibos de Subscrição de Ações

Os direitos de subscrição líquidos (ou seja, com negócios observados no dia) são marcados ao preço de fechamento do dia divulgado pela B3. Os direitos de subscrição ilíquidos (sem negócios observados no dia) são tratados como opções, e seus prêmios são determinados pelo modelo de Black & Scholes através dos seguintes parâmetros:

- (a) Preço Spot do ativo-objeto: preço de fechamento do dia do ativo-objeto na B3.
- (b) Preço de Exercício: Preço de Subscrição para Ações.
- (c) Vencimento: Data de Subscrição dos Direitos.
- (d) Volatilidade e taxa de aluguel: determinada pelo responsável pela área de precificação e, aprovada pela diretoria, se necessário. Os recibos de subscrição líquidos (ou seja, com negócios observados no dia) são marcados ao preço de fechamento do dia na B3. Recibos de subscrição ilíquidos (sem negócios observados no dia) são marcados pelo preço de fechamento do dia do ativo-objeto. Vale observar que caso o preço de fechamento do recibo de subscrição, divulgado pela B3, esteja abaixo do valor intrínseco utilizamos a diferença entre o Preço Spot do ativo-objeto e o Preço de Exercício (conforme descrito acima).

### V.3.7. Procedimentos para Carteira de Operações Compromissadas lastreadas em Títulos Públicos e Privados

Operações compromissadas pré-fixadas sem liquidez diária são marcadas a mercado tomando-se como base a taxa da curva de juros pré-fixados para o prazo a decorrer, acrescida de um spread característico desse tipo de operação. Este spread é encontrado pela interpolação da curva formada pelos seguintes pontos: spread entre a selic e o cdi do dia; spread para a compromissada de prazo de 3 meses; spread para a compromissada de prazo de 6 meses. O spread das compromissadas de 3 e 6 meses utilizado é a média dos valores enviados por um pool de corretoras diariamente. Operações compromissadas pós-fixadas sem liquidez diária são marcadas tomando-se como base a taxa na qual a operação foi fechada. Para operações compromissadas negociadas com liquidez diária, a marcação a mercado será realizada com base na taxa de revenda/recompra na qual a operação foi fechada.

### V.3.8. Procedimentos para Carteira de Empréstimos de Ações

Os empréstimos de ações são tratados nas carteiras na forma de Provisão de Taxas de Empréstimos. Tais provisões são calculadas diariamente considerando-se as taxas que as operações foram fechadas. No caso de posições tomadas temos provisões negativas e no caso de tomadas positivas.

### V.3.9. Procedimentos para Carteira de Cotas de Fundos de Investimento

As cotas dos fundos de investimento não-negociados em bolsa são oriundas diretamente das fontes oficiais divulgadas pelos controladores dos fundos e atualizadas na mesma frequência que são divulgadas. Cotas dos fundos negociados em bolsa são iguais aos preços de fechamento divulgados pela Bolsa para a data em questão, e caso não tenha ocorrido nenhuma negociação na data, utiliza-se o preço de fechamento do último dia que houve negociação.

#### V.3.9.1. Fonte Alternativa de Preços de Mercado

Se houver um mercado secundário com liquidez para a cota, o responsável pela área poderá, se necessário, encaminhar para análise da Diretoria decidir se a cota passará a ser marcada utilizando como referência o negócio do mercado secundário.

## V.3.10. Procedimentos para Certificado de Operações Estruturadas (COE)

O Certificado de Operações Estruturadas (COE) é um instrumento flexível, que mescla elementos de Renda Fixa e Renda Variável. Quem emite os COEs são bancos, e estes instrumentos foram criados pela Lei 12.249/10, mesma que instituiu as Letras Financeiras, mas foram regulamentados pelo Conselho Monetário Nacional (CMN) do Banco Central no segundo semestre de 2013.

A precificação dos COEs será feita de forma a respeitar as condições descritas em seu certificado, levando em conta os ativos e/ou derivativos sintéticos que representem a rentabilidade final (Payout) nos diferentes cenários expostos. Estes ativos e/ou derivativos sintéticos serão precificados de acordo com as metodologias apresentadas neste MaM.

## VI. Conclusões

Com o objetivo de trazer maior robustez e segurança aos mecanismos de controle de risco da instituição, foi apresentado o processo de marcação a mercado utilizado nas carteiras. A metodologia descrita foi implementada em sistemas proprietários, permitindo que quaisquer alterações/extensões necessárias sejam realizadas de forma eficiente.

Sob a supervisão da Área de Risco de Mercado, a área de precificação é capaz de atuar com mais segurança no controle das carteiras, aumentando a robustez do processo de marcação a mercado. Como pode ser observado, os dois critérios fundamentais para validar o processo de marcação a mercado:

(1) utilização de dados passíveis de serem auditados; e

(2) apresentação de resultados compatíveis com o comportamento apresentado no mercado – estão contemplados na metodologia utilizada.

Todas as metodologias descritas anteriormente encontram-se implementadas em sistemas desenvolvidos na própria instituição. Também foram criados modelos de checagens, visando reduzir o risco operacional do processo. Eventos como ausência de informação enviada pelos provedores oficiais e/ou cotações incorretas informadas ao sistema foram contemplados.

## Apêndice I – Conceitos Fundamentais

## Apêndice II – Descrição Metodológica

Encontram-se anexos a esta documentação os apêndices que descrevem conceitos básicos utilizados nos modelos de precificação bem como a descrição metodológica de cada classe de ativos contemplada.

## Apêndice I – Conceitos Fundamentais

- Conceitos Fundamentais
- Regime de Juros Simples
- Regime de Juros Compostos
- Comparação Entre Juros Simples e Compostos
- Taxa de Juros Efetiva

- Taxa de Juros Nominal
- Equivalência de Taxas
- Taxa Over
- Taxa Linear
- Base de Cálculo
- Estrutura a Termo
- Cupom Cambial

## Apêndice II – Descrição Metodológica

### Títulos Públicos:

- - LTN – Letra do Tesouro Nacional
- - LFT – Letra Financeira do Tesouro
- - NTN D - Nota do Tesouro Nacional - Série D / NBC E - Nota do Banco Central – Série E
- - NTN C - Nota do Tesouro Nacional - Série C
- - NTN B - Nota do Tesouro Nacional - Série B
- - NTN F - Nota do Tesouro Nacional - Série F

### Títulos da Dívida Externa

#### SWAPs

- - CDI
- - Dólar
- - IGPM
- - IPCA
- - TR
- - Ação
- - Dívida Externa
- - TJLP
- - PRÉ

#### Ações

#### Opções

- - Opções de Ação
- - Opções de Dólar
- - Opções de Futuro de DI
- - Opções de IDI

## Futuros

- - Índice Bovespa
- - Dólar
- - DI
- - DDI
- - IGP-M
- - Cupom de DI x IGP-M
- - Cupom Cambial

## Introdução

Estes apêndices, que fazem parte do Manual de Marcação a Mercado, visam apresentar a metodologia utilizada no processo de marcação a mercado de todos os títulos que constam das carteiras.

O documento está dividido em duas partes: na seção “Conceitos Fundamentais”, algumas definições e explicações técnicas são realizadas, visando apresentar as diretrizes utilizadas no restante do manual.

A “Descrição Metodológica”, aborda a forma de precificação de cada um dos títulos das diversas classes de ativos.

A seção “Conceitos Fundamentais” apresenta os principais conceitos necessários para o completo entendimento das metodologias descritas ao longo do documento. São definidos os tipos de taxas de juros utilizadas, cupom cambial, derivativos (futuros, forwards, swaps e opções) e estruturas a termo.

Também são apresentadas as definições a respeito das diversas fontes de dados utilizados para alimentar o sistema de precificação, que trabalha com fontes de mercado, passíveis de verificação.

A “Descrição Metodológica”, envolve, para cada classe de ativos, a análise de todos os títulos que a compõem. Para cada um desses títulos é apresentada sua descrição, a metodologia de cálculo desenvolvida para sua precificação, fatores de risco analisados e um exemplo numérico.

Nesta parte são apresentados os conceitos fundamentais que irão permitir uma melhor compreensão do Apêndice II. Os tópicos abordados incluem:

- Regime de Juros Simples
- Regime de Juros Compostos
- Comparação entre regime de Juros Simples e Compostos
- Taxa de Juros Efetiva
- Taxa de Juros Nominal
- Equivalência de Taxas
- Taxa Over
- Taxa Linear
- Base de Cálculo
- Estrutura a Termo
- Cupom Cambial

## Regime de Juros Simples

### Definição

No regime de juros simples, os juros são pagos apenas sobre o capital inicial.

### Equação

$$S = P \cdot (1 + i \cdot n)$$

Onde:

<i>S</i>	Valor Futuro do Investimento	<i>n</i>	Período de Aplicação
<i>P</i>	Valor Presente do Investimento		
<i>i</i>	Taxa de Juros		

### Exemplo

Calcular o valor futuro de um investimento de \$12.000 aplicado durante 8 meses e 3 dias à taxa de juros simples de 40% ao ano.

$$S = P \cdot (1 + i \cdot n)$$

$$S = 12.000 (1 + 0.40 \cdot (243/360)) \quad \begin{array}{l} 243 \text{ dias} = 8 \text{ meses} + 3 \text{ dias} \\ 360 \text{ dias} = \text{Ano Comercial} \end{array}$$

$$S = \$15.240$$

## Regime de Juros Compostos

### Definição

No regime de juros compostos, a remuneração gerada pela aplicação será incorporada a mesma, passando a participar na geração de rendimentos no período seguinte.

### Equação

$$S = P \cdot (1 + i)^n$$

Onde:

*S* Valor Futuro do Investimento  
*P* Valor Presente do Investimento  
*i* Taxa de Juros  
*n* Período de Aplicação

### Exemplo

Calcular o valor futuro de um principal de \$3.500 aplicado por 8 meses a juros compostos de 20% ao mês.

$$S = P \cdot (1 + i)^n$$

$$S = 3.500 (1 + 0.20)^8$$

$$S = \$15.049,36$$

### Comparação entre regime de Juros Simples e Compostos

Suponha um investimento de \$1.000 onde a taxa de juros é de 20% ao mês. Qual será a diferença de resultado se for aplicado o regime de juros simples ou composto?

Mês	Juros Simples		Juros Compostos	
	Rendimento	Valor Futuro	Rendimento	Valor Futuro
1	1.000*0,20	1.200	1.000*0,20	1.200
2	1.000*0,20	1.400	1.200*0,20	1.440
3	1.000*0,20	1.600	1.440*0,20	1.728

Isto é, no primeiro mês só havia o capital inicial. Já no segundo, os juros são calculados sobre a soma do capital inicial mais o primeiro rendimento. Conseqüentemente os próximos meses usarão o financeiro acumulado (principal + juros acumulado) para o cálculo dos seus juros.

### Taxa de Juros Efetiva

#### Definição

Diz-se que uma taxa de juros é efetiva quando os juros são capitalizados somente uma vez no período da taxa, ou seja, para uma taxa de 15% a.a. os juros são acruados a cada ano. Para o regime de taxa nominal os juros dependem do período de capitalização, isto é, se a taxa ainda for de 15% a.a. porém com capitalização mensal, os juros não são mais acruados ao ano, mas acruados mensalmente.

#### Equação

É idêntica a apresentada no item anterior, Regime de Juros Compostos, pois nele utilizou-se somente taxa de juros efetiva.

$$S = P \cdot (1 + i)^n$$

Onde:

*S* Valor Futuro do Investimento  
*P* Valor Presente do Investimento  
*i* Taxa de Juros  
*n* Período de Aplicação

## Exemplo

Calcular o valor futuro de um principal de \$3.500 aplicado por 8 meses a juros compostos de 20% ao mês.

$$S = P \cdot (1+i)^n$$

$$S = 3.500 (1+0.20)^8 \Rightarrow S = \$15.049,36$$

## Taxa de Juros Nominal

### Definição

Diz-se que uma taxa de juros é nominal quando os juros são acruados várias vezes durante o período da taxa. Isto é, para uma taxa de 12% a.a. capitalizados mensalmente os juros são acruados mensalmente e não anualmente.

### Equação

$$S = P \cdot \left(1 + \frac{j}{k}\right)^{k \cdot m}$$

Onde:

<i>S</i>	Valor Futuro
<i>P</i>	Valor Presente
<i>j</i>	Taxa de Juros Nominal
<i>k</i>	Número de Capitalizações no Período da Taxa Nominal
<i>m</i>	Período de Aplicação na Taxa Nominal

### Exemplo

Calcular o montante resultante de um investimento de \$200 aplicado por 7 meses a juros nominais de 28% ao ano capitalizados trimestralmente.

$$S = P \cdot \left(1 + \frac{j}{k}\right)^{k \cdot m}$$

$$S = 200 \cdot \left(1 + \frac{0,28}{4}\right)^{4 \cdot \frac{7}{12}}$$

*k* = 4 pois existem 4 trimestres no ano

*m* = 7/12, pois o período de aplicação é 7 meses em um ano

$$S = \$234,20$$

## Equivalência de Taxas

### Definição

Duas taxas são equivalentes quando, aplicadas ao mesmo capital e período de tempo, produzem o mesmo montante.

### Equação

Equivalência entre Duas Taxas Efetivas de Períodos Diferentes

$$(1+i_x)^x = (1+i_y)^y$$



Onde:

$i_x$  Taxas de Juros no Período  $x$   
 $i_y$  Taxas de Juros no Período  $y$   
 $x$  Período da Taxa  $x$   
 $y$  Período da Taxa  $y$

Taxa Efetiva vs. Taxa Nominal

$$(1+i) = \left(1 + \frac{j}{k}\right)^{k \cdot m}$$

Onde

$i$  Taxa de juros Efetiva  
 $j$  Taxa de juros Nominal  
 $k$  Período de capitalização  
 $m$  Período de Aplicação na Taxa Nominal

### Exemplo

1) Calcular a taxa equivalente ao bimestre ( $i_b$ ) da taxa de  $i_s = 35\%$  ao semestre

$$(1+i_b)^3 = (1+i_s) \Rightarrow (1+i_b)^3 = (1+0,35) \Rightarrow i_b = 10,52 \% \text{ ao bimestre}$$

Elevamos ao cubo, pois em 1 semestre há 3 bimestres. Se fosse para calcular a taxa ao ano teríamos:

$$(1+i_{ano}) = (1+i_{sem})^2.$$

2) Estimar a taxa efetiva ao ano para a taxa nominal de 40% a.a. nos seguintes casos de capitalização:

Capitalização	$(1+i) = \left(1 + \frac{j}{k}\right)^{k \cdot m}$	Taxa Equivalente
Mensal (k=12) 12 meses em 1 ano	$1+i_a = (1+0,40/12)^{12}$	$i_a = 48,21\%$
Trimestral (k=4) 4 trimestres em 1 ano	$1+i_a = (1+0,40/4)^4$	$i_a = 46,41\%$
Anual* (k=1)	$1+i_a = (1+0,40/1)^1$	$i_a = 40,00\%$

(\*) Quando os dois períodos de capitalização são iguais, é óbvio que as taxas também são.

$$(1+i) = \left(1 + \frac{i_{over}}{30}\right)^{DU}$$

$$(1+i_{periodo}) = \left(1 + \frac{0,06}{30}\right)^{23}$$

$$i_{periodo} = 4,7\%$$

O  $i_{periodo} = 4,7\%$  é a taxa efetiva no período. Para convertê-la em taxa ao ano deve ser feita a equivalência de taxas.

$$1 + i_{ano} = \left(1 + i_{periodo}\right)^{\frac{360}{34}}$$

onde 34 é o número de dias corridos, lembrando que o período em dias úteis só é usado no cálculo da taxa over para a efetiva.

$$1 + i_{ano} = (1 + 0,047)^{\frac{360}{34}}$$

$$i_{ano} = 62,628\% \quad (\text{Taxa Efetiva ao Ano})$$

## Taxa Linear

### Definição

A Taxa Linear é idêntica à taxa no regime de juros simples. É determinada pela relação entre taxa de juros considerada e o período de capitalização. Muitos dos instrumentos financeiros utilizam a taxa linear como por exemplo a *Libor* e a *Prime Rate*.

### Equação

$$S = P \cdot (1 + i \cdot n)$$

Onde:

<i>S</i>	Valor Futuro do Investimento
<i>P</i>	Valor Presente do Investimento
<i>i</i>	Taxa de Juros
<i>n</i>	Período de Aplicação

### Exemplo

Calcular o Montante de uma aplicação de \$10.000 a uma taxa linear de 5,5% ao ano por um período de 4 meses.

$$S = P \cdot (1 + i \cdot n)$$
$$S = 10.000 \cdot \left( 1 + 0,055 \cdot \frac{4}{12} \right)$$

$$S = 10.183,33$$

## Base de Cálculo

### Definição

Os parágrafos abaixo foram retirados de manuais de metodologias de cálculo de instrumentos financeiros. Por eles pode-se perceber que existem várias formas de se calcular o número de dias entre duas datas. São estas formas que se denomina *Base de Cálculo*.

"O Banco Central divulga os resultados na forma de cotação única com quatro casas decimais e taxa efetiva anual com base em 252 dias úteis."

"... para o caso de "N" ser igual a 360 ou 365 dias, é o número de dias corridos entre o último e o próximo evento; para o caso de "N" ser igual a 252 dias, é o número de dias úteis entre o último e o próximo evento;"

As Bases de Cálculo mais comuns no Mercado são:

Base Comercial	Ano = 360 ou 365 dias
Base em Dias Úteis	Ano = 252 dias úteis

### Exemplo

Calcular o valor futuro de um investimento de \$15.000 aplicado durante 10 meses e 13 dias à taxa de juros simples de 25% ao ano.

$$S = P(1+i.n)$$

$$S = 15.000 ( 1 + 0,25 * (313/360) ) \quad 313 \text{ dias} = 10 \text{ meses} + 13 \text{ dias}$$

360 dias = Ano Comercial

$$S = \$18.260,42$$

## Estrutura a Termo

### Definição

Basicamente, a estrutura a termo representa a expectativa do comportamento futuro de uma determinada taxa. Ou seja, é a relação entre o tempo e a taxa, veja o gráfico abaixo:



O gráfico ao lado representa a expectativa de como a taxa em questão deverá se comportar ao longo do tempo.

### Exemplo

Existem vários exemplos de estrutura a termo:

Cupom cambial

Cupom IGP-M

Na próxima etapa deste documento, Descrição Metodológica, vários instrumentos financeiros serão precificados através do uso de estruturas a termo.

## Cupom Cambial

### Definição

Cupom Cambial consiste em instrumento financeiro que possibilita uma remuneração por uma taxa de juros onde o investidor não corre o risco de oscilação cambial. Ou seja, consiste em ser remunerado por uma taxa de juros mais a variação cambial.

### Exemplo

A. DDI – Contrato futuro de juros em dólares

Derivativo onde o ativo objeto é a diferença entre a variação do dólar (PTAX800 venda) e a variação do CDI (Cetip).

B. Swap de US Dólar vs. CDI

Instrumento financeiro sem caixa onde duas contrapartes pactuam uma troca de indexadores ( Dólar e CDI) por um determinado período de tempo e sobre um montante previamente estabelecido. A liquidação se dará no vencimento do contrato por diferença.

### Exemplo

Determinar como uma empresa, que atualmente tem seu ativo remunerado em CDI, passa a ser remunerada a USD + 10% a.a. sem movimentação de caixa.

Considere:

Varição Cambial	=	0,600% ao período
Varição CDI	=	1,650% ao período
Prazo	=	30 dias

## Solução

Fazer um hedge através de um swap de US Dólar vs. CDI

Situação original	
Ativo	Passivo
CDI	

Situação desejável	
Ativo	Passivo
CDI	
USD+10%	CDI

← Swap

## Cálculos

### ATIVO

$$CDI = 10.000.000 * (1 + 0,0165) = 10.165.000,00$$

### SWAP

No final do período:

- O valor da ponta CDI do swap será o financeiro nocional do swap corrigido pela taxa estabelecida no período:

$$SWAP_{CDI} = 10.000.000 * (1 + 0,0165) = (10.165.000,00)$$

- O valor da ponta dólar do swap será calculada pela seguinte equação:

$$FinSwap_{vcto} = FinNocSwap \cdot (1 + VariaçãoCambial) \cdot \left( 1 + i \cdot \frac{DC_{vcto,ini}}{360} \right)$$

$$SWAP_{Dólar} = 10.000.000 * ((1+0,006) * (1+(0,10*(30/360)))) = 10.143.833,33$$

Logo:

Situação original	
Ativo	Passivo
10.165.000,00	

Situação desejável	
Ativo	Passivo
10.165.000,00	
10.143.833,33	(10.165.000,00)
<b>Total</b>	<b>(10.165.000,00)</b>

← Swap

= 10.143.833,33

Resultado Total = USD +10%

= 10.143.833,33

## Apêndice II – Descrição Metodológica

Nesta seção é apresentada a descrição, a metodologia de precificação, o controle de risco e um exemplo numérico dos diversos tipos de títulos negociados no mercado financeiro.

### Titulos Públicos

#### LTN – Letra do Tesouro Nacional

##### Descrição do Ativo

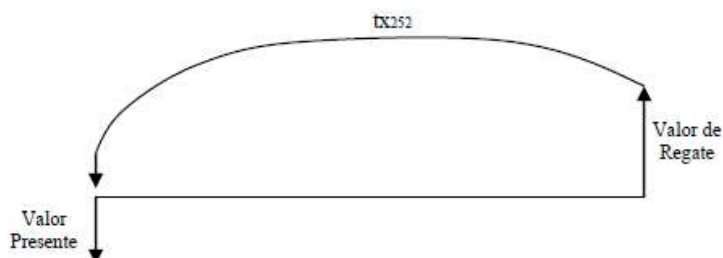
Estrutura	Título Pré-fixado, sem pagamentos intermediários.
Prazo	Definido quando da sua emissão pelo Ministro de Estado da Fazenda.
Modalidade	Escritural, nominativo e negociável.
Valor Nominal	Múltiplo de R\$ 1.000,00
Rendimento	Definido pelo deságio sobre o valor nominal
Resgate	Pelo valor nominal na data do vencimento
Base Legal	Decreto 3.859 de 04/07/2001, Lei 10.179 de 06/02/2001, Portaria 126 de 19/04/200, Comunicado do BACEN 7.818 de 31/08/2000.

##### Metodologia de Precificação

Abaixo está o Fluxo de Caixa de uma LTN:

##### Metodologia de Precificação

Abaixo está o Fluxo de Caixa de uma LTN:



Por se tratar de um papel pré-fixado já é sabido qual será o valor de resgate. Logo, para o cálculo do financeiro na data de desejada é só trazer o valor de resgate para valor presente pela  $tx_{252}$ .

$$LTN_{calc} = \frac{LTN_{resgate}}{(1 + tx_{252})^{\frac{du}{252}}}$$

## LFT – Letra Financeira do Tesouro

### Descrição do Ativo

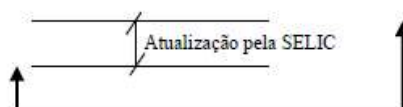
<b>Estrutura</b>	Título Pós-fixado, sem pagamentos intermediários.
<b>Prazo</b>	Definido quando da sua emissão pelo Ministro de Estado da Fazenda
<b>Modalidade</b>	Escritural, nominativa e negociável.
<b>Valor Nominal</b>	Múltiplo de R\$ 1.000,00
<b>Rendimento</b>	Taxa média ajustada dos financiamentos diários apurados pelo Sistema Especial de Liquidação e de Custódia – SELIC para os títulos públicos federais, divulgada pelo Banco Central do Brasil, calculada sobre o valor nominal.
<b>Resgate</b>	Pelo valor nominal, acrescido do respectivo rendimento, desde a data-base até a data do vencimento.
<b>Base Legal</b>	Decreto 3.859 de 04/07/2001, Lei 10.179 de 06/02/2001, Portaria 126 de 19/04/2000, Comunicado do BACEN 7.818 de 31/08/2000.
<b>Data Base</b>	01/07/2000 ou 05/08/1998

### Metodologia de Precificação

A LFT é um título pós-fixado cujo valor de resgate é corrigido pela SELIC. Geralmente é negociado com ágio / deságio sobre o valor de face. Desta forma, o valor a mercado pode ser obtido por:

$$F_{\text{ágio/deságio}} = 1 / ((1 + tx_{\text{ágio/deságio}}/100)^{(DU / 252)})$$

$$LFT_{\text{calc}} = LFT_{\text{emissao}} \cdot F_{\text{ágio/deságio}} \cdot tx_{\text{selic}}$$



Onde:

<b><math>LFT_{\text{calc}}</math></b>	Financeiro da LFT na data de cálculo.
<b><math>LFT_{\text{resgate}}</math></b>	Financeiro da LFT na data de resgate.
<b><math>tx_{\text{selic}}</math></b>	Taxa Selic acumulada desde a data-base até hoje.
<b><math>tx_{\text{ágio/deságio}}</math></b>	A taxa anualizada de ágio / deságio do papel observada no mercado secundário de LFTs. Fonte Primária: ANBIMA
<b><math>DU</math></b>	A diferença entre a data de cálculo e a data de vencimento do título, em dias úteis.

### Controle de Risco

O cálculo do risco de mercado deste ativo é realizado simulando-se os movimentos históricos ocorridos na taxa SELIC, além do ágio / deságio para negociação do título, sempre com base nos dados oficiais de mercado.

## Exemplo Numérico utilizando dados de 22/02/2006

Data Base	01/07/2000
Vencimento	16/12/2009
Data de Hoje	22/02/2006
<b>LFT<sub>emissão</sub></b>	1.000
<i>tx<sub>selic</sub></i>	2,636506
<i>tx<sub>ágio/deságio</sub></i>	0,012007
<i>DU</i>	955

### Solução:

$$F_{\text{ágio/deságio}} = 1 / ((1 + 0,012007 / 100) ^ (955 / 252))$$

$$F_{\text{ágio/deságio}} = 0,9995451$$

$$LFT_{\text{hoje}} = 1.000 \times 2,636506 \times 0,9995451 = \mathbf{2.635,307}$$



## NTN D – Nota do Tesouro Nacional – Série D / NBC E – Nota do Banco Central – Série E

Classe retirada do manual conforme solicitação da Anbid em 19 de Janeiro de 2007.

## NTN C - NOTA DO TESOIRO NACIONAL - SÉRIE C

### Descrição do Ativo

<b>Estrutura</b>	Título Pós-fixado, com pagamentos intermediários de juros.
<b>Prazo</b>	Definido quando da sua emissão pelo Ministro de Estado da Fazenda
<b>Modalidade</b>	Escritural, nominativa e negociável
<b>Valor Nominal</b>	Múltiplo de R\$ 1.000,00

**Rendimento** O valor nominal será atualizado pela taxa de juros definida pelo Ministro de Estado da Fazenda, quando da emissão, em porcentagem ano, e pela variação do Índice Geral de Preços – Mercado IGP-M do mês anterior divulgado pela Fundação Getúlio Vargas, desde a data base. Os pagamentos intermediários de juros serão efetuados semestralmente, contemplando a taxa integral definida, quando da emissão do título.

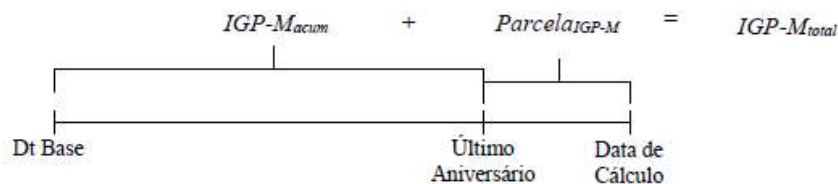
**Resgate** Pelo valor nominal, acrescido do respectivo rendimento, desde a data-base até a data do vencimento.

**Base Legal** Decreto 3.859 de 04/07/2001, Lei 10.179 de 06/02/2001, Portaria 126 de 19/04/200, Comunicado do BACEN 7.818 de 31/08/2000.

**Data Base** 01/07/2000 ou 03/12/1999

### Metodologia de Precificação

O primeiro passo para o cálculo do PU da NTN-C é determinar o IGP-M acumulado no período entre a data base (para estes papéis esta é a data de referência para o cálculo do fator de inflação acumulado, e não a data de emissão) e a de cálculo ( $IGP-M_{total}$ ). Isto é feito somando-se ao IGP-M acumulado até a última data de aniversário do índice, uma parcela de projeção deste índice no mês corrente:



A  $Parcela_{IGP-M}$  é calculada pela projeção do IGP-M no mês corrente da data de cálculo durante o período entre a data de cálculo e a do último aniversário deste índice.

$$IGPM_{total} = IGPM_{acum} \cdot (1 + \text{Projeção})^{\frac{DU_{aniv,calc}}{DU_{aniv}}}$$

Onde:

$IGPM_{total}$  IGP-M entre a data base e a de cálculo

$IGPM_{acum}$  IGP-M entre a data base e a do último aniversário

Projeção Taxa de projeção do índice para o mês corrente

$DU_{aniv,calc}$  Número de dias úteis entre a data do último aniversário do índice e a data de cálculo

$DU_{aniv}$  Número de dias úteis entre o último e o próximo aniversário do índice

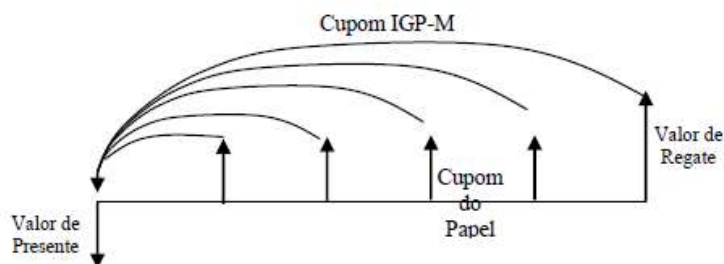
Calculada a variação do IGP-M entre a data de cálculo e da emissão pode-se calcular o valor corrigido do Nominal e do Cupom:

$$\text{Valor Nominal} = 1000 \cdot IGPM_{total}$$

E o Cupom:

$$\text{Cupom}_{corrigido} = 1000 \cdot \text{Taxa Cupom Papel} \cdot IGPM_{total}$$

Uma vez obtido os Cupons e Nominal corrigidos, determina-se o valor do título trazendo o fluxo de caixa à valor presente pela taxa denominada de *Cupom IGP-M*.



A equação do valor presente é:

$$PU_{calc} = \left( \sum_1^n \frac{\text{Cupom}_{corrigido}}{(1+tx)^{\frac{DU}{252}}} \right) + \left( \frac{\text{Nominal}_{corrigido}}{(1+tx)^{\frac{DU}{252}}} \right)$$

Juntando-se todas as equações em uma única obtém-se:

$$PU_{calc} = \left( \sum_1^N \frac{IGPM_{total} \cdot 1000 \cdot TaxaCupomPapel}{(1+tx)^{\frac{DU}{252}}} \right) + \left( \frac{1000 \cdot IGPM_{total}}{(1+tx)^{\frac{DU}{252}}} \right)$$

Onde:

$PU_{calc}$	Preço Unitário do título na data de cálculo
$IGPM_{total}$	Variação Acumulada do IGP-M entre a data de emissão e a data de cálculo
$TaxaCupomPapel$	Taxa do Cupom do título
$DU$	Diferença de dias úteis entre as datas de cálculo e de aniversário
$tx$	Taxa observada no mercado secundário de títulos indexados ao IGP-M (NTN-C), para o referido vencimento. Fonte Primária: ANBIMA

**Observação:**

A  $TaxaCupomPapel$  é uma taxa de remuneração sobre o valor do Principal definida pelo Ministério da Fazenda fixada em 6% ao ano. Passando a taxa para ao semestre:

$$TaxaCupomPapel = (1,06)^{6/12} - 1 = 0,02956$$

Logo :

$$Cupom = Nominal \cdot TaxaCupomPapel$$

**Controle de Risco**

A NTN-C é um título cujo principal é corrigido pelo IGP-M e paga cupom de 12% ao ano semestralmente. O risco deste título é determinado comparando-se o valor da NTN-C hoje com os valores obtidos através da simulação de histórica de  $n$  cenários para o cupom IGP-M dos títulos públicos e variação do IGP-M, sempre com base em fontes oficiais de mercado.

**Exemplo Numérico utilizando dados hipotéticos**

Emissão da NTN-C	03/12/1999
Vencimento	01/12/2002
Data de Hoje	21/02/2002
NTN-C <sub>resgate</sub>	1000
Tx	10,50%
Taxa Cupom	0,02956
FIGPM	1,2408554
Datas Aniversário	03/06/2002 ; 02/12/2002

Solução:

$$NTN - C = \left( \frac{1,2408554 \cdot 1000 \cdot 0,02956}{(1 + 0,1050)^{\frac{63}{252}}} \right) + \left( \frac{1,2408554 \cdot 1000 \cdot 0,02956}{(1 + 0,1050)^{\frac{192}{252}}} \right) + \left( \frac{1000 \cdot 1,2408554}{(1 + 0,1050)^{\frac{192}{252}}} \right)$$

NTN-C = 1219,736778

## NTN B – Nota do Tesouro Nacional – Série B

### Descrição do Ativo

<b>Estrutura</b>	Título Pós-fixado, com pagamentos intermediários de juros.
<b>Prazo</b>	Definido quando da sua emissão pelo Ministro de Estado da Fazenda
<b>Modalidade</b>	Escritural, nominativa e negociável
<b>Valor Nominal</b>	Múltiplo de R\$ 1.000,00

### Rendimento

O valor nominal será atualizado pela taxa de juros definida pelo Ministro de Estado da Fazenda, quando da emissão, em porcentagem ano, e pela variação do Índice Preços ao Consumidor Ampliado – Mercado IPCA do mês anterior divulgado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), desde a data base. Os pagamentos intermediários de juros serão efetuados semestralmente, contemplando a taxa integral definida, quando da emissão do título.

### Resgate

Pelo valor nominal, acrescido do respectivo rendimento, desde a data-base até a data do vencimento.

### Base Legal

Decreto 3.859 de 04/07/2001, Portaria 111 da STN, de 11/03/2002 e Portaria 341 da STN de 14/07/2000.

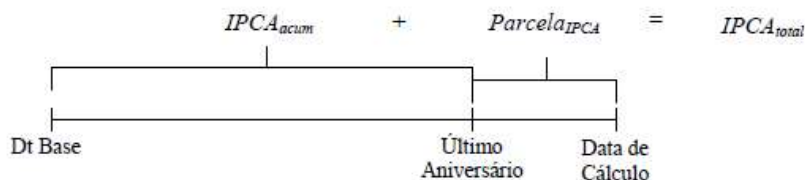
### Data Base

15/07/2000

## Metodologia de Precificação

A metodologia da NTN-B é bem similar da NTN-C. O que difere entre as duas é o fator de atualização, na primeira o IPCA e na segunda o IGP-M.

O primeiro passo para o cálculo do PU da NTN-B é determinar o IPCA acumulado no período entre a data base (para estes papéis esta é a data de referência para o cálculo do fator de inflação acumulado, e não a data de emissão) e a de cálculo ( $IPCA_{total}$ ). Isto é feito somando-se ao IPCA acumulado até a última data de aniversário do índice, uma parcela de projeção deste índice no mês corrente:



A  $Parcela_{IPCA}$  é calculada pela projeção do IPCA no mês corrente da data de cálculo durante o período entre a data de cálculo e a do último aniversário deste índice.

$$IPCA_{total} = IPCA_{acum} \cdot (1 + \text{Projeção})^{\frac{DU_{aniv,calc}}{DU_{aniv}}}$$

Onde:

$IPCA_{total}$  IPCA entre a data base e a de cálculo

$IPCA_{acum}$  IPCA entre a data base e a do último aniversário

Projeção Taxa de projeção do índice para o mês corrente

$DU_{aniv,calc}$  Número de dias úteis entre a data do último aniversário do índice e a data de cálculo

$DU_{aniv}$  Número de dias úteis entre o último e o próximo aniversário do índice

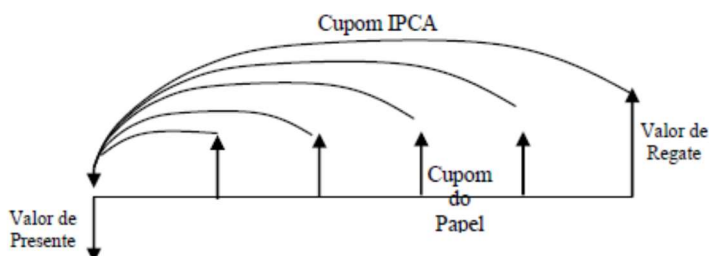
Calculada a variação do IPCA entre a data de cálculo e da emissão pode-se calcular o valor corrigido do Nominal e do Cupom:

$$\text{Valor Nominal} = 1000 \cdot IPCA_{total}$$

E o Cupom:

$$\text{Cupom}_{corrigido} = 1000 \cdot \text{Taxa Cupom Papel} \cdot IPCA_{total}$$

Uma vez obtido os Cupons e Nominal corrigidos, determina-se o valor do título trazendo o fluxo de caixa à valor presente pela taxa denominada de *Cupom IPCA*.



A equação do valor presente é:

$$PU_{calc} = \left( \sum_1^n \frac{Cupom_{corrigido}}{(1+tx)^{\frac{DU}{252}}} \right) + \left( \frac{Nominal_{corrigido}}{(1+tx)^{\frac{DU}{252}}} \right)$$

Juntando-se todas as equações em uma única obtém-se:

$$PU_{calc} = \left( \sum_1^N \frac{IPCA_{total} \cdot 1000 \cdot TaxaCupomPapel}{(1+tx)^{\frac{DU}{252}}} \right) + \left( \frac{1000 \cdot IPCA_{total}}{(1+tx)^{\frac{DU}{252}}} \right)$$

Onde:

$PU_{calc}$	Preço Unitário do título na data de cálculo
$IPCA_{total}$	Varição Acumulada do IPCA entre a data de emissão e a data de cálculo
$TaxaCupomPapel$	Taxa do Cupom do título
$DU$	Diferença de dias úteis entre as datas de cálculo e de aniversário
$tx$	Taxa observada no mercado secundário de títulos indexados ao IPCA (NTN-B), para o referido vencimento. Fonte Primária: ANBIMA

#### Observação:

A  $TaxaCupomPapel$  é uma taxa de remuneração sobre o valor do Principal definida pelo Ministério da Fazenda fixada em 6% ao ano. Passando a taxa para ao semestre:

$$TaxaCupomPapel = (1,06)^{6/12} - 1 = 0,02956$$

Logo :

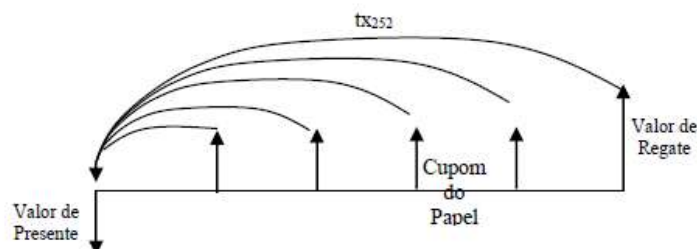
$$Cupom = Nominal \cdot TaxaCupomPapel$$

#### Controle de Risco

A NTN-B é um título cujo principal é corrigido pelo IPCA e paga cupom de 12% ao ano semestralmente. O deste título é determinado comparando-se o valor da NTN-B hoje com os valores obtidos através da simulação de histórica de  $n$  cenários para o cupom IPCA e variação do IPCA, sempre com base em dados oficiais de mercado.

#### Exemplo Numérico utilizando dados de 22/02/2006:

Vencimento 15/05/2045



Por se tratar de um papel pré-fixado já é sabido qual será o valor de resgate e os valores de pagamento de cupom. Logo, para o cálculo do financeiro na data de desejada, basta trazer a valor presente o fluxo de caixa pré-definido pela taxa de mercado no dia ( $tx_{252}$ ).

$IPCA_{total}$  IPCA entre a data base e a de cálculo

$IPCA_{acum}$  IPCA entre a data base e a do último aniversário

Projeção Taxa de projeção do índice para o mês corrente

$DU_{aniv,calc}$  Número de dias úteis entre a data do último aniversário do índice e a data de cálculo

$DU_{aniv}$  Número de dias úteis entre o último e o próximo aniversário do índice

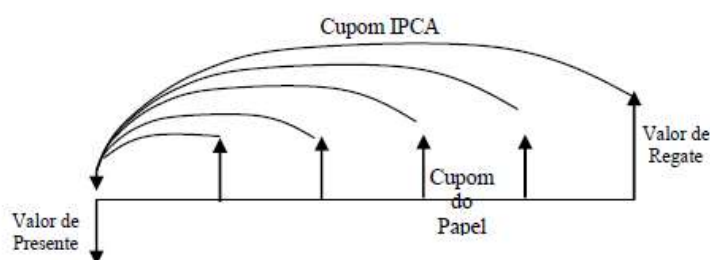
Calculada a variação do IPCA entre a data de cálculo e da emissão pode-se calcular o valor corrigido do Nominal e do Cupom:

$$ValorNominal = 1000 \cdot IPCA_{total}$$

E o Cupom:

$$Cupom_{corrigido} = 1000 \cdot TaxaCupomPapel \cdot IPCA_{total}$$

Uma vez obtido os Cupons e Nominal corrigidos, determina-se o valor do título trazendo o fluxo de caixa à valor presente pela taxa denominada de *Cupom IPCA*.



<b>F<sub>IPCA</sub></b>	1,581775511
<b>Datas Aniversário</b>	15/05/2006; 16/11/2006; 15/05/2007; 16/11/2007; .....16/11/2044; 15/05/2045

**Solução:**

$$NTN - B = \left( \frac{1,581775511 \times 1.000 \times 0,02956}{(1 + 0,0776297)^{\frac{53}{252}}} \right) + \left( \frac{1,581775511 \times 1.000 \times 0,02956}{(1 + 0,0776297)^{\frac{181}{252}}} \right) + \left( \frac{1,581775511 \times 1.000 \times 0,02956}{(1 + 0,0776297)^{\frac{303}{252}}} \right) + \left( \frac{1,581775511 \times 1.000 \times 0,02956}{(1 + 0,0776297)^{\frac{431}{252}}} \right) + \dots + \left( \frac{1,581775511 \times 1.000 \times 0,02956}{(1 + 0,0776297)^{\frac{9726}{252}}} \right) + \left( \frac{1.000 \times 1,581775511}{(1 + 0,0776297)^{\frac{9849}{252}}} \right)$$

$$NTN-B = 1.277,223$$

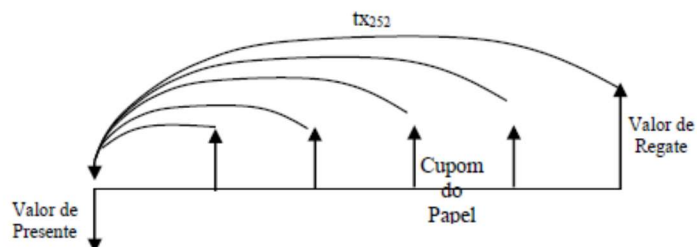
## NTN F – Nota do Tesouro Nacional – Série F

### Descrição do Ativo

Estrutura	Título Pré-fixado, com pagamentos de cupom.
Prazo	Definido quando da sua emissão pelo Ministro de Estado da Fazenda.
Modalidade	Escritural, nominativo e negociável.
Valor Nominal	Múltiplo de R\$ 1.000,00
Rendimento	Definido pelo taxa interna de retorno calculada com base no fluxo de caixa pré-fixado e no preço do papel no dia
Resgate	Pelo valor nominal na data do vencimento, com pagamento de cupom.

### Metodologia de Precificação

Abaixo está o Fluxo de Caixa de uma NTN-F:



Por se tratar de um papel pré-fixado já é sabido qual será o valor de resgate e os valores de pagamento de cupom. Logo, para o cálculo do financeiro na data de desejada, basta trazer a valor presente o fluxo de caixa pré-definido pela taxa de mercado no dia ( $tx_{252}$ ).



$$PU_{calc} = \left( \sum_{1}^T \frac{N \times \text{Cupom\_Semestral}}{(1 + tx_{252})^{\frac{DU}{252}}} \right) + \left( \frac{N}{(1 + tx_{252})^{\frac{T}{252}}} \right)$$

Onde:

$PU_{calc}$  Preço Unitário do título na data de cálculo

$N$  Valor nominal da NTN-F (1000)

$\text{Cupom\_Semestral}$  Cupom semestral fixo do papel, atualmente igual a  $(1.10)^{(6/12)} - 1$ , correspondendo a uma taxa anual de 10%

$tx_{252}$  Taxa base 252 observada no mercado secundário de títulos públicos, para o referido vencimento. Fonte primária de dados: ANBIMA

$DU$  Dias úteis para cada pagamento de cupom

$T$  Dias úteis para o vencimento do papel

### Controle de Risco

O cálculo do risco de mercado deste ativo é realizado simulando-se os movimentos históricos ocorridos na estrutura a termo de juros locais de títulos públicos, e reprecificando-se a NTN-F, sempre com base nos dados oficiais de mercado.

### Exemplo Numérico utilizando dados de 22/02/2006

Vencimento 01/01/2010

Data de Cálculo 22/02/2006

$tx_{252}$  14,135374%

Datas Aniversário 03/07/2006; 02/01/2007; 02/07/2007; 02/01/2008; 01/07/2008; 02/01/2009; 01/07/2009; 04/01/2010

### Solução

$$\begin{aligned} NTN-F &= \left( \frac{1.000 \times 0,04880885}{(1 + 0,14135374)^{\frac{87}{252}}} \right) + \left( \frac{1.000 \times 0,04880885}{(1 + 0,14135374)^{\frac{212}{252}}} \right) + \left( \frac{1.000 \times 0,04880885}{(1 + 0,14135374)^{\frac{336}{252}}} \right) \\ &+ \left( \frac{1.000 \times 0,04880885}{(1 + 0,14135374)^{\frac{462}{252}}} \right) + \left( \frac{1.000 \times 0,04880885}{(1 + 0,14135374)^{\frac{587}{252}}} \right) + \left( \frac{1.000 \times 0,04880885}{(1 + 0,14135374)^{\frac{716}{252}}} \right) + \left( \frac{1.000 \times 0,04880885}{(1 + 0,14135374)^{\frac{838}{252}}} \right) \\ &+ \left( \frac{1.000}{(1 + 0,14135374)^{\frac{966}{252}}} \right) \end{aligned}$$

**NTN-F = 902,211**

## Swaps

### Cálculo do Risco

O cálculo do risco é comum a todos os Swaps e consiste em primeiro obter o seu valor presente na data de cálculo. Depois, simular o valor para o dia seguinte de acordo com os dados históricos dos seus respectivos indexadores obtidos via fontes oficiais. Finalmente, deve-se subtrair os valores da simulação com o valor da data de cálculo, determinando assim a função de distribuição probabilística. O risco é calculado determinando o percentil desta função.

### CDI

#### Metodologia de Precificação

A precificação da ponta do swap de CDI consiste somente em trazer o Financeiro Nocial do swap para a data de cálculo através da taxa acumulada do CDI

$$FinSwap_{hoje} = FinNocSwap \cdot (1 + tx_{CDI})$$

Onde:

$FinSwap_{hoje}$	Financeiro do Swap na data do cálculo
$FinNocSwap$	Financeiro Nocial do Swap
$tx_{CDI}$	Taxa do CDI acumulado desde a data de emissão até a data do cálculo. Fonte Primária: ANBIMA

Para os swaps realizados com percentual de CDI <> 100% ou que remunerem CDI +/- uma taxa absoluta, também é feita a simulação da exposição pré existente.

### Dólar

#### Metodologia de Precificação

O primeiro passo para o cálculo do Swap é atualizar o financeiro nocial do swap pela variação cambial.

$$FinNocSwap_{corr} = \left( 1 + \frac{PtaxV_{calc}}{PtaxV_{ini}} \right) \cdot FinNocSwap$$

O segundo passo consiste em levar o valor nocial corrigido para o vencimento:

$$FinSwap_{vcto} = FinNocSwap_{corr} \cdot \left( 1 + i \cdot \frac{DC_{vcto,ini}}{360} \right)$$

A terceira e última etapa do cálculo é trazer o valor do swap no vencimento para a data de cálculo.

$$FinSwap_{calc} = \frac{FinSwap_{vcto}}{\left( 1 + tx \cdot \frac{DC_{vcto,calc}}{360} \right)}$$

Colocando todos os passos na equação obtém-se:

$$FinSwap_{calc} = \left( 1 + \frac{PtaxV_{calc}}{PtaxV_{ini}} \right) \cdot \left( \frac{FinNocSwap \cdot \left( 1 + i \cdot \frac{DC_{veto,ini}}{360} \right)}{\left( 1 + tx \cdot \frac{DC_{veto,calc}}{360} \right)} \right)$$

Onde:

$FinSwap_{calc}$	Financeiro do Swap na data do cálculo
$FinNocSwap$	Financeiro Nocional do Swap (financeiro inicial)
$FinNocSwap_{corr}$	Financeiro Nocional do Swap Corrigido para a data de cálculo
$FinSwap_{vcto}$	Financeiro Estimado do Swap em seu vencimento
$PtaxV_{calc}$	PTAX800 de Venda na data de calculo. Fonte: BC
$PtaxV_{ini}$	PTAX800 de Venda na data inicial do swap. Fonte: BC
$DC_{veto,ini}$	Dias corridos entre o inicio do swap e o vencimento
$DC_{veto,hoje}$	Dias corridos entre o inicio do swap e a data do cálculo
$i$	Taxa de remuneração do swap
$tx$	Taxa do Cupom Cambial atual de mercado. Fonte Primária: B3

## IGPM

### Metodologia de Precificação

Da mesma forma que o swap anterior o primeiro passo é a atualização do financeiro nominal do swap.

$$FinNocSwap_{corr} = FinNocSwap \cdot IGPM$$

Levando para o vencimento pela taxa de remuneração pré-estabelecida do swap.

$$FinSwap_{veto} = FinNocSwap_{corr} \cdot (1+i)^{\frac{DU_{veto,ini}}{252}}$$

Trazendo para a data de cálculo.

$$FinSwap_{calc} = \frac{FinSwap_{veto}}{(1+tx)^{\frac{DU_{veto,hoje}}{252}}}$$

Juntando tudo em uma mesma equação.

$$FinSwap_{calc} = IGPM \cdot \left( \frac{FinNocSwap \cdot (1+i)^{\frac{DU_{veto,ini}}{252}}}{(1+tx)^{\frac{DU_{veto,hoje}}{252}}} \right)$$

Onde:

$FinSwap_{calc}$	Financeiro do Swap na data do cálculo
$FinNocSwap$	Financeiro Nominal do Swap (financeiro inicial)
$FinNocSwap_{corr}$	Financeiro Nominal do Swap Corrigido para a data de cálculo
$FinSwap_{veto}$	Financeiro Estimado do Swap em seu vencimento
IGPM	Varição do IGPM entre a emissão e a data de cálculo. Fonte: FGV
$DU_{veto,ini}$	Dias úteis entre o início do swap e o vencimento
$DU_{veto,hoje}$	Dias úteis entre o início do swap e a data do cálculo
$i$	Taxa de remuneração do swap
$tx$	Taxa do Cupom IGPM atual de mercado. Fonte Primária: B3

## IPCA

### Metodologia de Precificação

Da mesma forma que o swap anterior o primeiro passo é a atualização do financeiro nominal do swap.

$$FinNocSwap_{corr} = FinNocSwap \cdot IPCA$$

Levando para o vencimento pela taxa de remuneração pré-estabelecida do swap.

$$FinSwap_{veto} = FinNocSwap_{corr} \cdot (1+i)^{\frac{DU_{veto,inv}}{252}}$$

Trazendo para a data de cálculo.

$$FinSwap_{cale} = \frac{FinSwap_{veto}}{(1+tx)^{\frac{DU_{veto,calc}}{252}}}$$

Juntando tudo em uma mesma equação.

$$FinSwap_{cale} = IPCA \cdot \left( \frac{FinNocSwap \cdot (1+i)^{\frac{DU_{veto,inv}}{252}}}{(1+tx)^{\frac{DU_{veto,calc}}{252}}} \right)$$

Onde:

$FinSwap_{calc}$	Financeiro do Swap na data do cálculo
$FinNocSwap$	Financeiro Nocial do Swap (financeiro inicial)
$FinNocSwap_{corr}$	Financeiro Nocial do Swap Corrigido para a data de cálculo
$FinSwap_{vcto}$	Financeiro Estimado do Swap em seu vencimento
IPCA	Varição do IPCA entre a emissão e a data de cálculo. Fonte: IBGE
$DU_{vcto,ini}$	Dias úteis entre o início do swap e o vencimento
$DU_{vcto,hoje}$	Dias úteis entre o início do swap e a data do cálculo
$i$	Taxa de remuneração do swap
$tx$	Taxa do Cupom IPCA atual de mercado. Fonte Primária: B3

## TR

### Metodologia de Precificação

Análogo a qualquer swap, a precificação começa corrigindo o financeiro nocial do swap.

$$FinNocSwap_{corr} = FinNocSwap \cdot TR$$

Levando para o vencimento.

$$FinSwap_{vcto} = FinNocSwap_{corr} \cdot (1+i)^{\frac{DU_{vcto,ini}}{252}}$$

Trazendo para valor presente na data de cálculo.

$$FinSwap_{calc} = \frac{FinSwap_{vcto}}{(1+tx)^{\frac{DU_{vcto,calc}}{252}}}$$

Colocando tudo em uma única equação:

$$FinSwap_{calc} = TR \cdot \left( \frac{FinNocSwap \cdot (1+i)^{\frac{DU_{vcto,ini}}{252}}}{(1+tx)^{\frac{DU_{vcto,calc}}{252}}} \right)$$

Onde:

$FinSwap_{calc}$	Financeiro do Swap na data do cálculo
$FinNocSwap$	Financeiro Nocial do Swap (financeiro inicial)
$FinNocSwap_{corr}$	Financeiro Nocial do Swap Corrigido para a data de cálculo
$FinSwap_{vcto}$	Financeiro Estimado do Swap em seu vencimento

$TR$	$TR$ referente ao período de emissão e data de cálculo. Fonte: BC
$DU_{vcto,ini}$	Dias úteis entre o início do swap e o vencimento
$DU_{vcto,hoje}$	Dias úteis entre o início do swap e a data do cálculo
$i$	Taxa de remuneração do swap
$tx$	Taxa do Cupom TR de mercado atual. Fonte Primária: B3

## Ação

### Metodologia de Precificação

A precificação de swaps de ação é bem simples e consiste em obter o preço de fechamento do dia da apuração, ou quando não disponível, o preço de fechamento do dia anterior. A fonte primária utilizada é a BOVESPA (B3).

### Divida Externa

### Metodologia de Precificação

Analogamente ao swap de ação, utiliza-se o preço médio de negociação do dia da apuração, ou quando não disponível, o preço médio de negociação do dia anterior. A fonte primária utilizada é a Bloomberg.

$$FinSwap_{calc} = Px_{div} \cdot QTD \cdot Pronto$$

Onde:

$FinSwap_{calc}$	Financeiro do Swap na data do cálculo
$Px_{div}$	Preço da ativo
QTD	Quantidade Contratada
Pronto	Dólar no Pronto no dia do cálculo

$Px_{div}$  → Analogamente ao swap de ação, utiliza-se o preço médio de negociação do dia da apuração, ou quando não disponível, o preço médio de negociação do dia anterior.

## TJLP

### Metodologia de Precificação

Análogo aos outros tipos de swap a precificação deste consiste nas mesmas etapas.

$$FinNocSwap_{corr} = FinNocSwap \cdot TJLP$$

Levando para o vencimento.

$$FinSwap_{vcto} = FinNocSwap_{corr} \cdot (1 + i)^{\frac{DC_{vcto,ini}}{360}}$$

Trazendo para valor presente na data de cálculo.

$$FinSwap_{calc} = \frac{FinSwap_{vcto}}{(1 + tx)^{\frac{DC_{vcto,calc}}{360}}}$$

Colocando tudo em uma única equação:

$$FinSwap_{calc} = TJLP \cdot \left( \frac{FinNocSwap \cdot (1+i)^{\frac{DC_{veto,ini}}{252}}}{(1+tx)^{\frac{DC_{veto,calc}}{252}}} \right)$$

Onde:

$FinSwap_{calc}$	Financeiro do Swap na data do cálculo
$FinNocSwap$	Financeiro Nominal do Swap (financeiro inicial)
$FinNocSwap_{corr}$	Financeiro Nominal do Swap Corrigido para a data de cálculo
$FinSwap_{veto}$	Financeiro Estimado do Swap em seu vencimento
$TJLP$	TJLP referente ao período de emissão e data de cálculo. Fonte: BNDES
$DC_{veto,ini}$	Dias corridos entre o início do swap e o vencimento
$DC_{veto,calc}$	Dias corridos entre o início do swap e a data do cálculo
$i$	Taxa de remuneração do swap
$tx$	Taxa do Cupom para Taxa de Juros a longo prazo atual de mercado. Fonte Primária: B3

## PRÉ

### Metodologia de Precificação

A precificação do swap de pré é análoga a dos demais e consiste em três etapas onde a primeira é a correção do valor nominal do swap pela taxa de remuneração do swap ( $i_{PRÉ}$ ). Na segunda etapa, leva-se o nominal corrigido até a data de vencimento ainda utilizando a taxa pré ( $i_{PRÉ}$ ). A última fase consiste em trazer o valor do vencimento pela cupom.

$$FinNocSwap_{corr} = FinNocSwap \cdot (1+i_{PRÉ})^{\frac{DU_{calc,ini}}{252}}$$

2º Passo

$$FinNocSwap_{corr} = FinNocSwap \cdot (1+i_{PRÉ})^{\frac{DU_{veto,calc}}{252}}$$

É igual a:

$$FinSwap_{veto} = FinNocSwap \cdot (1+i_{PRÉ})^{\frac{DU_{veto,ini}}{252}}$$

3º Passo

$$FinSwap_{calc} = \left( \frac{FinNocSwap \cdot (1+i)^{\frac{DU_{veto,ini}}{252}}}{(1+tx)^{\frac{DU_{veto,calc}}{360}}} \right)$$



Onde:

$FinSwap_{calc}$	Financeiro do Swap na data do cálculo
$FinNocSwap$	Financeiro Nocial do Swap (financeiro inicial)
$FinNocSwap_{corr}$	Financeiro Nocial do Swap Corrigido para a data de cálculo
$FinSwap_{vcto}$	Financeiro Estimado do Swap em seu vencimento
$DU_{vcto,ini}$	Dias úteis entre o início do swap e o vencimento
$DU_{vcto,hoje}$	Dias úteis entre o início do swap e a data do cálculo
$\dot{I}PRÉ$	Taxa de remuneração do swap
$tx^*$	Taxa pré de mercado atual. Fonte Primária: B3

## Ações

### Metodologia de Precificação

Para precificação de ações é utilizado o preço de fechamento de negociação do dia da apuração, ou quando não disponível, o último preço de fechamento de negociação do dia anterior. A fonte primária utilizada é a BOVESPA (B3).

### Cálculo de Risco

O risco para o mercado de ações leva em consideração a dois fatores: a variação do preço do ativo e a sua liquidez no mercado, também chamada de *ADTV – Average Daily Trading Volume*.

O primeiro passo consiste em determinar a curva de distribuição de retornos das ações de um determinado período histórico (função distribuição de probabilidade).

De posse desta curva analisa-se os ativos que compõe a carteira com relação a sua liquidez, comparando-se o volume negociado diariamente. Verifica-se quantos dias seriam necessários para que o mercado negocie um lote equivalente ao tamanho da posição do ativo na carteira.

A raiz quadrada do número de dias necessários para se desfazer da posição do ativo é multiplicada pela distribuição de retornos, de forma que estes ativos pouco líquidos sejam de certa forma "punidos" com um risco maior.

## Opções

### Opções de Ações

#### Metodologia de Precificação

Opções no mercado acionário são funções dos seguinte parâmetros:

Preço do Ativo Objeto  
Taxa de Juros  
Preço de Exercício  
Tempo restante para o vencimento  
Volatilidade implícita da opção

Para a precificação de opções há duas metodologias. A primeira metodologia é a de Black & Scholes utilizada para opções europeias. Para as opções americanas, onde o exercício da opção pode ocorrer antes da data de vencimento, a metodologia utilizada é o Modelo Binomial. Para maiores informações, favor consultar o "Manual de Marcação a Mercado", seção IV.3.

O modelo de Black & Scholes consiste:

## Opções de Compra – CALL

$$C = SN(d_1) - k \cdot e^{-rt} N(d_2)$$

## Opções de Venda – PUT

$$P = k \cdot e^{-rt} N(-d_2) - SN(-d_1)$$

E também as seguintes equações:

$$r = \ln(1 + rd) \quad ; \quad N(x) = \int_0^x \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{z^2}{2}} dz$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)t}{\sigma\sqrt{t}} \quad ; \quad d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t}$$

Onde:

<b>C</b>	<i>Preço de uma call</i>
<b>P</b>	<i>Preço de uma Put</i>
<b>S</b>	<i>Preço a vista do ativo objeto</i>
<b>K</b>	<i>Preço de exercício</i>
<b>Rd</b>	<i>Taxa pré interpolada a partir dos vértices adjacentes</i>
<b>R</b>	<i>Taxa de tempo contínuo</i>
$\sigma$	<i>Volatilidade do ativo objeto</i>
<b>t</b>	<i>Tempo em anos entre a data de cálculo e o vencimento</i>
<b>N</b>	<i>Função distribuição de probabilidade Normal Padrão</i>

Como visto anteriormente as opções são funções de vários fatores. No entanto, o mais crítico deles é a volatilidade implícita, pois esta pode sofrer distorções causadas pela falta de liquidez ou por uma estimativa incorreta.

### **Cálculo do Risco**

Uma vez realizado o procedimento de checagem de volatilidade, o próximo passo é a simulação das opções com base em dados oficiais. Para todos os cenários, é simulado o comportamento do ativo objeto, dos juros, da volatilidade e do tempo para o vencimento. O único parâmetro constante é o preço de exercício. Para cada conjunto de vetores simulados é aplicado o método de Black & Scholes ou de Árvore Binomial. Determina-se a distribuição de retornos e conseqüentemente o risco é calculado.

<b>K</b>	<i>Preço de exercício</i>
<b>Rd</b>	<i>Taxa pré interpolada a partir dos vértices adjacentes</i>
<b>r</b>	<i>Taxa de tempo contínuo</i>
$\sigma$	<i>Volatilidade do ativo objeto</i>
<b>t</b>	<i>Tempo em anos entre a data de cálculo e o vencimento</i>
<b>DU</b>	<i>Número de dias úteis entre a data de cálculo e o vencimento da opção</i>
<b>F</b>	<i>Preço futuro do ativo objeto</i>
<b>N</b>	<i>Função distribuição de probabilidade Normal Padrão</i>

### **Cálculo do Risco**

## Opções de Dólar

### Metodologia de Precificação

Para a precificação de opções de dólar é utilizado o modelo de Garman-Kohlhagen similar ao Black & Scholes. Para maiores informações, favor consultar o "Manual de Marcação a Mercado", seção IV.3.

### Opções de Compra – CALL

$$C = (FN(d_1) - KN(d_2)) \cdot e^{-rt}$$

### Opções de Venda – PUT

$$P = C + (X - F) \cdot e^{-rt}$$

Onde:

$$t = \frac{DU}{252} \quad ; \quad r = \ln(1 + rd) \quad ; \quad F = Se^{rt}$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{F}{K}\right) + \left(\frac{\sigma^2}{2}\right)}{\sigma\sqrt{t}} \quad ; \quad d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t} \quad ; \quad N(x) = \int_0^x \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{z^2}{2}} dz$$

Onde:

C	Preço de uma call
P	Preço de uma Put
S	Preço a vista do ativo objeto

K	Preço de exercício
Rd	Taxa pré interpolada a partir dos vértices adjacentes
r	Taxa de tempo contínuo
$\sigma$	Volatilidade do ativo objeto
t	Tempo em anos entre a data de cálculo e o vencimento
DU	Número de dias úteis entre a data de cálculo e o vencimento da opção
F	Preço futuro do ativo objeto
N	Função distribuição de probabilidade Normal Padrão

### Cálculo do Risco

O modelo de Garman e Kohlhagen é bem similar ao de Black & Scholes, contudo o primeiro considera para a taxa de juros, usada na precificação da opção, o diferencial entre os juros da moeda local e de moeda estrangeira. Portanto este modelo leva em consideração o valor e as variações do cupom cambial ao longo do tempo, para a precificação das opções.

## Opções de Futuro de DI

### Metodologia de Precificação

Para a precificação de opções de futuro de DI é utilizado o modelo de Black. Este modelo é uma adaptação do modelo de Black & Scholes específico para futuros. Para maiores informações, favor consultar o "Manual de Marcação a Mercado", seção IV.3.

### Opções de Compra – CALL

$$C = e^{-rt} [F \cdot N(d_1) - k \cdot N(d_2)]$$

### Opções de Venda – PUT

$$P = e^{-rt} [k \cdot N(-d_2) - FN(-d_1)]$$

E também as seguintes equações:

$$r = \ln(1 + rd) \quad ; \quad N(x) = \int_0^x \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{z^2}{2}} dz$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)}{\sigma\sqrt{t}} \quad ; \quad d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t}$$

Onde:

<b>C</b>	Preço de uma call
<b>P</b>	Preço de uma Put
<b>S</b>	Preço hoje do futuro
<b>F</b>	Preço do futuro no vencimento da opção
<b>K</b>	Preço de exercício
<b>Rd</b>	Taxa pré interpolada a partir dos vértices adjacentes
<b>R</b>	Taxa de tempo contínuo
<b><math>\sigma</math></b>	Volatilidade da taxa forward constituída entre o vencimento da opção e o vencimento do futuro
<b>t</b>	Tempo em anos entre a data de cálculo e o vencimento
<b>N</b>	Função distribuição de probabilidade Normal Padrão

### Cálculo do Risco

O modelo de Black é bem similar ao de Black & Scholes, sendo na realidade uma adaptação proposta para futuros por Black ao modelo original. Deve-se notar no entanto que a volatilidade a ser aplicada é a do PU da taxa de juros compreendida entre o vencimento da opção e o vencimento do futuro (ativo subjacente).

Para maiores informações sobre este modelo consultar o livro: Hull, John C., Options, Futures, and other derivatives, 3rd edition.

## Opções de DI

### Metodologia de Precificação

As opções sobre o índice DI tem como ativo objeto a taxa de crescimento dos juros pós-fixados e são modeladas como as opções de índices futuros. Para maiores informações, favor consultar o "Manual de Marcação a Mercado", seção IV.3.

### Cálculo do Risco

O cálculo do risco é efetuado utilizando o modelo de Black & Ho & Lee<sup>1</sup>, utilizando como base o histórico de movimento do ponto da estrutura a termo das taxas de juros correspondente ao vencimento da opção. Para maiores informações sobre este modelo consultar o livro: Hull, John C., Options, Futures, and other derivatives, 3rd edition.

1- T.S.Y.Ho and S.-B. Lee, "Long Structure Movements and Price Interest Rate Contingent Claims," Journal of Finance, 41 ( Dec1986), 1011-29

## Futuros

### Descrição do Ativo

No caso das operações realizadas no mercado futuro será utilizado o valor do ajuste diário divulgado pela B3 (fonte primária de dados).

## Índice Bovespa

### Metodologia de Precificação

$$FutIbov_{calc} = (IBOV_{calc} - IBOV_{calc-1}) \cdot Contratos \cdot Peso$$

### Cálculo do Risco

O risco de contratos futuros do IBOVESPA é medido através da simulação histórica do índice, da taxa de juros e do número de dias restantes para o vencimento do contrato.

$$R_{Ibov} = \log \left( \frac{IBOV_{calc}}{IBOV_{calc-1}} \right)$$

$$Basico_{Ibov} = \left[ (D_{veto,calc} - 1) \cdot CDIdia_{calc+1} \right] - \left[ D_{veto,calc} \cdot CDIdia_{calc} \right]$$

$$Risco_{Ibov} = R_{Ibov} - Basico_{Ibov}$$

## Dólar

### Metodologia de Precificação

$$FutDólar_{calc} = (Dólar_{calc} - Dólar_{calc-1}) \cdot Contratos \cdot Peso$$

## Cálculo do Risco

Determina-se o risco do Futuro de dólar pela seguinte expressão:

$$R_{FutDólar} = Pronto \cdot e^{(r-c)t}$$

Onde:

$R_{FutDólar}$	Risco do Futuro de Dólar
Pronto	Cotação do Dólar pronto
$r$	Estrutura a termo da taxa de juros risk free Brasil
$c$	Estrutura a termo da taxa de juros em dólar no Brasil (cupom cambial)
$t$	Prazo para o vencimento do contrato

## DI

### Metodologia de Precificação

$$FutDI_{calc} = \left( DI_{calc} - \left( DI_{calc-1} - \left( \frac{CDI}{3000} + 1 \right) \right) \right) \cdot Contratos \cdot Peso$$

### Cálculo do Risco

O risco deste futuro é determinado seguindo os movimentos realizados pela estrutura a termo brasileira.

## DDI

### Metodologia de Precificação

$$FutDDI_{calc} = \left( DDI_{calc} - \left( DDI_{calc-1} - \left( \frac{\frac{CDI}{3000} + 1}{\frac{PtaxV_{calc}}{PtaxV_{calc-1}}} \right) \right) \right) \cdot Contratos \cdot Peso$$

### Cálculo do Risco

O cálculo do risco deste futuro é realizado pelo histórico dos movimentos da estrutura a termo do cupom cambial, fornecida pelos dados de negociação na B3.

## IGP-M

### Metodologia de Precificação

$$IGP - M_{futuro} = IGP - M_{Pronto} \cdot e^{(r-cupom_{IGP-M})t}$$

onde o ajuste se traduz por:

$$FutIGPM_{calc} = (IGPM_{calc} - IGPM_{calc-1}) \cdot Contratos \cdot Peso$$

## Cupom de DI x IGPM

### Metodologia de Precificação

$$Fin_{C\_IGPM_t} = Fin_{C\_IGPM_{t-1}} + AD_t$$

Onde:

$Fut_{C\_IGPM_t}$  financeiro do Futuro de Cupom DI x IGPM na data  $t$   
 $Fut_{C\_IGPM_{t-1}}$  financeiro do Futuro de Cupom DI x IGPM na data  $t-1$   
 $AD_t$  valor do ajuste diário referente à data  $t$

Cálculo do ajuste:

Ajustes das operações realizadas no dia da negociação

$$AD_t = (PA_t - PO) \cdot M \cdot PRT_{t-1} \cdot N$$

Ajustes das posições am aberto no dia anterior

$$AD_t = [PA_t - (PA_{t-1} \cdot FC_t)] \cdot M \cdot PRT_{t-1} \cdot N$$

Onde:

$AD_t$  valor do ajuste diário referente à data  $t$   
 $PA_t$  preço de ajuste do contrato na data  $t$   
 $PO$  preço da operação em PU calculado após o fechamento da negociação  
 $M$  valor de cada ponto do PU (Estabelecido pela B3)  
 $PRT_{t-1}$  valor do índice de IGPM pro rata tempore apurado para a data  $t-1$   
 $N$  número de contratos  
 $FC_t$  fator de correção do dia  $t$

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

Onde:

$i$  taxa de juros negociada  
 $n$  número de dias úteis compreendido entre a data de negociação (inclusive) e a data de vencimento do contrato (exclusive)

$$PRT_{t-1} = IGP - M_{m-1} \cdot \left( \frac{IGM_{t-1}}{IGP - M_{m-1}} \right)^{\frac{dud_{t-1}}{dum}}$$

Onde:

$IGM_{t-1}$  preço de ajuste do contrato futuro de IGPM de mês de vencimento igual ao mês corrente da data  $t$   
 $IGP - M_{m-1}$  número-índice de preços do IGPM do mês anterior à data de  $t$   
 $dud_{t-1}$  número de dias úteis<sup>1</sup> compreendido entre o início do mês corrente da data  $t$  até a data  $t-1$  inclusive  
 $dum$  número de dias úteis do mês corrente referente à data  $t$



O cálculo do Fator de Correção é realizado segundo as seguintes equações:

Quando houver um dia útil entre o último pregão e o dia de ajuste

$$FC_t = \frac{\left(1 + \frac{DI_{t-1}}{100}\right)^{\frac{1}{252}}}{\left(\frac{PRT_{t-1}}{PRT_{t-2}}\right)}$$

Quando houver mais de um dia útil entre o último pregão e o dia de ajuste

$$FC_t = \frac{\prod_{j=1}^k \left(1 + \frac{DI_{t-1}}{100}\right)^{\frac{1}{252}}}{\left(\frac{PRT_{t-1}}{PRT_{t-k}}\right)}$$

Onde:

$DI_{t-1}$  taxa de DI referente à data t-1

$k$  número de dias úteis entre dois pregões consecutivos

### Cálculo do Risco

O cálculo do risco deste futuro é realizado pelo histórico dos movimentos da estrutura a termo do cupom IGPM, fornecida pela B3.

### Cupom Cambial

#### Metodologia de Precificação

$$Fin_{C\_Cambial_t} = Fin_{C\_Cambial_{t-1}} + AD_t$$

Onde:

$Fin_{C\_Cambial_t}$  financeiro do futuro de cupom cambial referente a data t

$Fin_{C\_Cambial_{t-1}}$  financeiro do futuro de cupom cambial referente a data t-1

$AD_t$  valor do ajuste diário referente à data t

Cálculo do ajuste:

Ajuste das operações realizadas no dia da negociação

$$AD_t = (PA_t - PO) \cdot TC_{t-1} \cdot N$$

Ajuste das operações em aberto na data anterior

$$AD_t = \left( PA_t - \left( PA_{t-1} \left( \frac{1 + \frac{DI}{100}}{\frac{TC_{t-1}}{TC_{t-2}}} \right) \right) \right) \cdot TC_{t-1} \cdot N$$

Onde:

$PA_t$  PU de ajuste referente à data  $t$

$PA_{t-1}$  PU de ajuste referente à data  $t-1$

$PO$  PU da operação segundo à taxa acordada

$TC_{t-1}$  taxa de câmbio do dólar comercial referente à data  $t-1$

$TC_{t-2}$  taxa de câmbio do dólar comercial referente à data  $t-2$

$N$  número de contratos

$DI$  taxa média de  $DI$  referente ao dia anterior

$PO$  PU negociado na operação

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

Onde:

$i$  taxa acordada na operação

$n$  número de dias corridos compreendidos entre a data de negociação (inclusive) e a data de vencimento do contrato (exclusive)

#### Cálculo do Risco

O cálculo do risco deste futuro é realizado pelo histórico dos movimentos da estrutura a termo do cupom cambial, fornecida pelos PU dos contratos negociados na B3.

Data	Versão	Autor	Aprovação	Observações
Abril/2022	1.0			Não se aplica.