

MANUAL DE PRECIFICAÇÃO DE EVENTOS CORPORATIVOS

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	4
NOTAÇÃO	5
1 CÁLCULO DO PREÇO PARA EVENTOS SIMPLES.....	6
1.1 Eventos em recursos financeiros.....	6
1.2 Eventos em ativos sem alteração do ativo objeto	6
1.3 Eventos de cisão de BDR.....	6
2 PREMISSAS GERAIS DE UMA SUBSCRIÇÃO	7
3 CÁLCULO DO PREÇO EX E DO DIREITO DE SUBSCRIÇÃO	9
3.1 Subscrição em ação ou fundo imobiliário negociável	9
3.2 Subscrição em bônus de opção	9
3.3 Subscrição em ação ou FII e bônus de subscrição	10
3.4 Subscrição em bônus de letra financeira ou debênture	11
4 CÁLCULO DO PREÇO DO DIREITO DE SUBSCRIÇÃO.....	12
4.1 Subscrição em ação negociável.....	12
4.2 Subscrição em bônus de opção	13
4.3 Subscrição em ação e bônus de subscrição.....	13
4.4 Subscrição em bônus de letra financeira ou debênture	13
5 CÁLCULO DO PREÇO PARA OUTROS PROVENTOS.....	14
5.1 Eventos de incorporação com bônus	14
5.2 Decretação de falência ou liquidação extrajudicial do emissor	14

A. FÓRMULAS COMPLEMENTARES	16
A.1 Volatilidade.....	16
A.2 Valor de uma letra financeira ou debênture não conversível	17
A.3 Valor de debênture conversível em ação	18
A.4 Valor de debênture perpétua conversível em ação	20
REGISTRO DE ALTERAÇÕES	22

INTRODUÇÃO

Neste Manual são apresentadas as metodologias para o cálculo dos principais eventos corporativos, enfatizando nos eventos considerados complexos, como por exemplo, subscrição de bônus onde o bônus pode ser uma opção ou uma debênture. O tratamento do evento corporativo acontece em dois momentos. O primeiro é na data de virada quando a ação passa a ser negociada ex do evento corporativo. Nesse cálculo é estimado simultaneamente o preço ex e o valor do direito de subscrição com o intuito de fornecer os valores de referência para abertura do pregão, para ajuste dos preços de exercício das opções listadas, das barreiras das opções flexíveis e para ajuste nas participações das ações nos Índices que a ação ex evento corporativo faz parte. O segundo é na data de liquidação financeira do direito de subscrição pelo tomador de uma posição de aluguel ao doador. Nesse segundo cálculo é estimado somente o preço do direito sendo o valor da ação já conhecido (valor de fechamento da ação).

NOTAÇÃO

- P_{com} : último preço com direito ao provento.
- P_{ex} : preço ex provento.
- N : quantidade de ações da companhia antes da subscrição.
- M : quantidade de ações da subscrição.
- w : $\frac{M}{N}$ percentual de subscrição.
- T : data do vencimento do exercício da subscrição.
- \tilde{T} : data final para o exercício do bônus de subscrição.
- $S(t)$: preço da ação, FII ou BDR na data t .
- K : preço da subscrição.
- K_b : preço da subscrição do bônus.
- \tilde{K} : preço de exercício do bônus da subscrição
- $P(t)$: valor na data t do ativo da subscrição.
- q_b : quantidade de bônus por ação subscrita.
- q_a : quantidade de ações por bônus de subscrição.
- $D(T)$: fator de desconto com prazo T .
- 1_b : função indicadora, assume o valor 1 quando b é verdadeiro e 0 caso contrário.
- VD : valor do direito de subscrição.
- σ_T : volatilidade do preço da ação para o prazo T .
- $Call()$: valor de uma opção de compra determinada pelo modelo de Black&Scholes.
- $E[]$: valor esperado de uma variável aleatória.

1 CÁLCULO DO PREÇO PARA EVENTOS SIMPLES

A premissa geral para a precificação do preço ex provento é preservar o financeiro do acionista. Quando houver mais de um evento no mesmo dia, o cálculo deverá ser recursivo seguindo a ordem do evento declarada pela empresa emissora.

1.1 Eventos em recursos financeiros

Contempla eventos como dividendos, juros sobre capital próprio, bonificações em recursos financeiros, restituição de capital e juros e rendimentos

$$P_{com}(t) = P_{ex}(t) + X \quad (1.1)$$

A solução da equação (1.1) retorna o valor do P_{ex} .

1.2 Eventos em ativos sem alteração do ativo objeto

Contempla eventos como grupamento, desdobramento e bonificação em ativos. Para bonificação com percentual B , a solução da equação (1.2) retorna o valor do P_{ex} . Para desdobramento e grupamento a solução vem da equação (1.3) onde Q é a proporção de grupamento ou desdobramento

$$P_{com}(t) = P_{ex}(t) * (1 + B) \quad (1.2)$$

$$P_{com}(t) = Q * P_{ex}(t) \quad (1.3)$$

1.3 Eventos de cisão de BDR

A premissa geral para a precificação do preço ex provento é usar a informação disponível de negociação da ação lastro. Para o cálculo do preço na data da transição de com provento para ex provento é utilizada a sequência de cálculos a seguir conforme a informação disponível, denotando por TC a taxa de câmbio

da moeda na qual negocia a ação lastro para reais, F o fator de paridade e q a proporção de ações da nova companhia recebida para cada ação lastro

- i. A ação lastro da nova companhia pós cisão tiver preço P_{wi} de negociação na data de cálculo no modo “When issued”

$$P_{ex}(t) = P_{com}(t) - TC * F * q * P_{wi}(t)$$

- ii. Caso não existir o preço do item 1 e a ação lastro tem preço P_{wi} de negociação na data de cálculo no modo “When issued”

$$P_{ex}(t) = TC * F * P_{wi}(t)$$

- iii. Caso não exista nenhum dos preços do modo “When issued” será avaliada a possibilidade de adiar a data de cálculo em um dia de negociação da ação lastro para ter insumos para a precificação. Nesse caso são aplicadas as fórmulas a seguir a depender a informação disponível (a aplicação de uma fórmula para o processo e desconsidera as seguintes)

- a. Preço da empresa nova está disponível

$$P_{ex}(t) = P_{com}(t) - TC * F * q * P_{new}(t)$$

- b. Preço da empresa antiga está disponível

$$P_{ex}(t) = TC * F * P_{old}(t)$$

- iv. Caso não seja possível adiar a data do evento, a B3 avaliará caso a caso o tratamento a ser aplicado.

2 PREMISSAS GERAIS DE UMA SUBSCRIÇÃO

Todos os proventos são calculados procurando preservar o financeiro do acionista na transição da data com provento para ex provento.

A premissa geral para os cálculos é que no momento t sabe-se que o valor da carteira do acionista é $N * S(t)$, sendo N o número de ações e $S(t)$ o valor da ação no instante t . Deseja-se que na transição entre a data t e a data ex provento

o valor financeiro da carteira do acionista fique inalterado. Por simplicidade será usado $N = 1$.

Pela premissa geral de manutenção do financeiro do acionista, o preço ex (P_{ex}) deve satisfazer a relação a seguir para o preço P_{com}

$$P_{com} = P_{ex} + w * E[g(P(S_T), K, T) * D(T)]$$

sendo que w é a proporção de subscrição por ação, a função g representa o payoff da subscrição e $P(S_T)$ o valor no vencimento do ativo a ser subscrito. De praxe essa função g é o máximo entre 0 e a diferença entre o valor do ativo subscrito e o valor de subscrição K , ou seja,

$$P_{com} = P_{ex} + w * E[\max(P(S_T) - K, 0) * D(T)].$$

Nesse caso, o valor esperado pode ser substituído pelo prêmio de uma call

$$P_{com} = P_{ex} + w * Call(P(P_{ex}), K, T).$$

Sob a premissa da subscrição vencer em no máximo um mês, o preço da Call de uma subscrição costuma ser aproximado pelo payoff, obtendo assim

$$P_{com} = P_{ex} + w * \max(P(P_{ex}) - K, 0) \quad (2.1)$$

Nas seguintes seções será aplicada a fórmula (2.1) para subscrição em diferentes tipos de ativos. As fórmulas apresentadas são aplicáveis para os eventos com as seguintes condições.

- A subscrição é vantajosa, ou seja, $P_{com} > K$;
- O prazo para exercício da subscrição é de no máximo um mês;
- Assume-se que a subscrição terá exercício total;
- Assume-se que companhia não pagará dividendos até a data do vencimento da subscrição ou do bônus de subscrição;

- Caso o bônus de subscrição tenha um período de exercício, é considerada a data mais longa como vencimento do bônus;
- Considera-se que o bônus somente impacta o preço ex se a subscrição for vantajosa;
- Para precificação dos ativos de subscrição considera-se a taxa de juros e o spread de crédito determinísticos

Observa-se que cada subscrição possui as suas próprias características que devem ser analisadas para avaliar a sua aderência com os modelos de cálculos apresentados na sequência

3 CÁLCULO DO PREÇO EX E DO DIREITO DE SUBSCRIÇÃO

3.1 Subscrição em ação ou fundo imobiliário negociável

Nesse caso o ativo de subscrição é a própria ação ou fundo imobiliário (FII), ou seja, na fórmula (2.1) tem-se que $P(P_{ex}) = P_{ex}$. Logo,

$$P_{ex} = P_{com} - w * \max(P_{ex} - K, 0), \quad (3.1)$$

equivalentemente, assumindo que a subscrição é vantajosa (ou seja, $P_{com} > K$),

$$P_{ex} = \frac{P_{com} + w * K}{1 + w}$$

A fórmula (3.1) define o preço ex do dia e o preço do direito VD é $\max(P_{ex} - K, 0)$.

Caso a ação ou o FII de subscrição não seja negociável, o valor de $P(P_{ex})$ e o modelo de apreçamento irão depender da informação divulgada pela companhia emissora.

3.2 Subscrição em bônus de opção

Nesse evento o ativo de subscrição é uma opção, logo, pela fórmula (2.1) obtém-se

$$P_{com} = P_{ex} + w * \max(Call(P_{ex}, \tilde{K}, \tilde{T}) - K, 0). \quad (3.2)$$

A solução da equação (3.2) retorna o valor do P_{ex} , ela é resolvida por um método numérico achando o P_{ex} que minimiza o problema de otimização

$$\min_{P_{ex}} (P_{com} - P_{ex} - w * \max(Call(P_{ex}, \tilde{K}, \tilde{T}) - K, 0))^2.$$

O preço do direito VD é dado pela equação

$$VD = \frac{P_{com} - P_{ex}}{w}. \quad (3.3)$$

3.3 Subscrição em ação ou FII e bônus de subscrição

Pela premissa geral, o preço ex deve satisfazer a relação

$$P_{com} = P_{ex} + w * E[\max(S_T - K + q_b * Call(q_a * S_T, \tilde{K}, \tilde{T}) - q_b * K_b, 0) * D(T)] * 1_{P_{com} > K} \quad (3.4)$$

Observa-se que o bônus somente afeta o preço na situação em que seja exercida a subscrição padrão no ativo.

Considerando essas premissas e as da fórmula (2.1), a fórmula (3.4) pode ser escrita como

$$P_{com} = P_{ex} + w * \max(P_{ex} - K + q_b * Call(q_a * P_{ex}, \tilde{K}, \tilde{T}) - q_b * K_b, 0) * 1_{P_{com} > K}$$

A solução da equação anterior retorna o valor do P_{ex} ela é resolvida por um método numérico achando o P_{ex} que minimiza o problema de otimização

$$\min_{P_{ex}} (P_{com} - P_{ex} - w * \max(P_{ex} - K + q_b * Call(q_a * P_{ex}, \tilde{K}, \tilde{T}) - q_b * K_b, 0) * 1_{P_{com} > K})^2. \quad (3.5)$$

O preço do direito VD é dado pela equação (3.3).

No caso em que o bônus for em uma cesta de ações, a $Call$ é calculada sobre a cesta. A volatilidade é calculada formando uma série histórica do preço sintético da cesta conforme seção A.1. Se ambas as ações tiverem subscrição em ação com bônus de subscrição na cesta, o resultado dos preços ex é obtido como segue.

$$P_{com}^{ON} = P_{ex}^{ON} + w^{ON} * \max(P_{ex}^{ON} - K^{ON} + w^{ON} * q_b^{ON} * Call(q_a^{ON} * P_{ex}^{ON} + q_a^{PN} * P_{ex}^{PN}, \tilde{K}, \tilde{T}) - w^{ON} * K_b^{ON}) * 1_{P_{com}^{ON} > K^{ON}}$$

$$P_{com}^{PN} = P_{ex}^{PN} + w^{PN} * \max(P_{ex}^{PN} - K^{PN} + w^{PN} * q_b^{PN} * Call(q_a^{ON} * P_{ex}^{ON} + q_a^{PN} * P_{ex}^{PN}, \tilde{K}, \tilde{T}) - w^{PN} * K_b^{PN}) * 1_{P_{com}^{PN} > K^{PN}}$$

Denotando $P_{com}^{ON} = g(P_{ex}^{ON}, P_{ex}^{PN})$ e $P_{com}^{PN} = h(P_{ex}^{ON}, P_{ex}^{PN})$ a solução das equações acima é obtida pela solução da otimização na sequência

$$\min_{(P_{com}^{ON}, P_{com}^{PN})} (P_{com}^{ON} - g(P_{ex}^{ON}, P_{ex}^{PN}))^2 + (P_{com}^{PN} - h(P_{ex}^{ON}, P_{ex}^{PN}))^2 \quad (3.6)$$

3.4 Subscrição em bônus de letra financeira ou debênture

Nesse evento o ativo de subscrição é uma letra financeira ou uma debênture e o valor dele é denotado por PRD , a fórmula de cálculo é

$$P_{com} = P_{ex} + w * \max(PRD - K, 0). \quad (3.7)$$

A solução da equação (3.7) retorna o valor do P_{ex} e o preço do direito VD é dado pela equação (3.3).

No anexo desse manual são apresentados modelos de apreçamento de debêntures com características de emissão que já tem sido objeto de subscrição em eventos corporativos na B3.

4 CÁLCULO DO PREÇO DO DIREITO DE SUBSCRIÇÃO

A presente seção trata do cálculo do direito e do bônus de subscrição para casos específicos do sistema de contratação de empréstimo de ativos. Conforme o Manual de Procedimentos Operacionais da Câmara B3, o preço do direito calculado será usado para posições de empréstimo do ativo no caso em que se satisfaçam todas as condições a seguir

- i. O tomador não entregou o direito de subscrição ao doador.
- ii. O doador não optou pelo registro do contrato em recibo de subscrição.
- iii. O direito não foi negociado na data de cálculo.

Quando a subscrição dá direito a bônus de subscrição e o mesmo não é passível de contratação no sistema de empréstimo de ativos, também conforme o Manual de Procedimentos Operacionais, a B3 deverá calcular o preço do bônus.

A premissa geral para a precificação do direito é que no momento t do cálculo já é conhecido o valor da ação ou do FII, S_t , porque o evento ex de alteração do valor já aconteceu.

Seguindo as premissas e o racional da seção 2, a fórmula geral de apreçamento do direito VD é

$$VD = \max(P(S_t) - K, 0) \quad (4.1)$$

Sendo $P(S_t)$ o valor do ativo de subscrição na data de cálculo.

4.1 Subscrição em ação negociável

O valor do direito para uma subscrição em ação ou FII fora da data de virada para ex provento é obtido pela equação (4.1) onde $P(S_t) = S_t$ e t a data de cálculo.

4.2 Subscrição em bônus de opção

O valor do direito para uma subscrição em bônus de opção é dado pela equação (4.1) sendo $P(S_t)$ o valor calculado para o bônus como segue

$$P(t) = \frac{1}{1+w} * \text{Call}(S(t) + w * P(t), \tilde{K}, \tilde{T}). \quad (4.2)$$

4.3 Subscrição em ação e bônus de subscrição

O valor do direito para uma subscrição em ação com bônus de subscrição é dado pela equação (4.1) onde $P(t)$ é a solução da equação a seguir obtida via solução numérica de um método de otimização similar aos apresentados na seção 3

$$P(t) = \frac{1}{1+w*q_a} \text{Call}(S(t) + w * P(t) + w * q_b * (Z - K_b), K, \tilde{T}) \quad (4.3)$$

onde, por simplificação, $Z = \text{Call}(q_a * S(t), \tilde{K}, \tilde{T})$.

Caso seja necessário precificar somente o bônus pode ser assumido que $VD = q_b * \text{bônus} + \max(S_t - K, 0)$ e por tanto o bônus será calculado como

$$\text{bônus} = \frac{\max(VD - \max(S_t - K, 0), 0)}{q_b} \quad (4.4)$$

Sendo VD o preço do direito negociado na data de cálculo ou calculado pela equação (4.3) caso não tenha sido negociado. Essa mesma regra da equação (4.4), poderá ser usada para qualquer subscrição em ação ou FII com bônus, mesmo o bônus não sendo de subscrição em ação ou FII.

4.4 Subscrição em bônus de letra financeira ou debênture

Cálculo do preço de referência do direito de subscrição de debêntures é calculado a partir da equação (4.1) onde $P(t) = PRD$, sendo que PRD é o preço de referência da debênture.

5 CÁLCULO DO PREÇO PARA OUTROS PROVENTOS

5.1 Eventos de incorporação com bônus

Para precificar o bônus de uma incorporação com bônus onde as duas empresas (incorporada e incorporadora) são negociadas na B3, o preço do bônus é calculado como segue

$$bônus = P_{mãe}(t) - P_{filha}(t)$$

Sendo

$P_{mãe}$ = preço da empresa incorporadora na data de cálculo

P_{filha} = preço da empresa incorporada na data de cálculo

5.2 Decretação de falência ou liquidação extrajudicial do emissor

A presente seção traz os passos de como é realizada, em caso de falência de uma companhia listada na B3, a apuração do preço que será utilizado para liquidar as posições em aberto de derivativos e de empréstimo, se houver, conforme Manual de Procedimentos Operacionais da Câmara B3. De acordo com o Manual de Procedimentos Operacionais de Negociação da B3, a B3 pode estabelecer leilão específico para determinação do preço de referência.

O preço do leilão $P_{lei}(t)$ será definido com base nos critérios abaixo.

- i. Caso o total negociado seja superior ao parâmetro de validade:

$$P_{lei}(t) = P_{neg}(t)$$

onde $P_{neg}(t)$ é o preço dos negócios realizados no leilão

- ii. Caso não seja possível definir o preço conforme o item i será considerado o preço médio das melhores ofertas de compra que totalizam o parâmetro de validade:

$$P_{lei}(t) = \frac{\sum_n q_n * P_n}{Q_{min}}$$

onde:

P_n é o preço das ofertas de compra do nível n do book;

Q_{min} parâmetro de validade;

$$q_n = \min\{Q_n, Q_{min} - \sum_{n=1}^n Q_n\};$$

Q_n é a quantidade de ações do nível n do book.

- iii. Caso não seja possível definir o preço conforme o item ii:

$$P_{lei}(t) = R\$ 0,00$$

O parâmetro de validade será expresso em quantidades de ações.

A B3 poderá definir túnel de preço máximo e mínimo para o leilão.

A. FÓRMULAS COMPLEMENTARES

A.1 Volatilidade

Para cada cálculo que seja necessário utilizar a volatilidade da ação para o prazo T , denotada por σ_T , ela é estimada pela fórmula (A.1), sendo uma estimativa da volatilidade temporal de um modelo GARCH(1,1) com resíduos normais

$$\sigma_T = \sqrt{252 V_T} \quad (\text{A.1})$$

para

$$V_T = V_L + \frac{1 - \exp(-\theta T \cdot 252)}{\theta T \cdot 252} (\hat{\sigma}^2(t+1) - V_L)$$

Sendo $\theta = \ln\left(\frac{1}{\alpha+\beta}\right)$ e os coeficientes ω , α , β estimados sobre a série de retornos $x(t)$ da ação por meio da técnica de máxima verossimilhança, conforme equação (A.2) e (A.3)

$$\hat{\sigma}^2(t) = \omega + \alpha x^2(t-1) + \beta \hat{\sigma}^2(t-1) \quad (\text{A.2})$$

$$x(t) = \sqrt{\hat{\sigma}^2(t)} z_t \quad (\text{A.3})$$

onde z_t segue uma distribuição gaussiana padrão e

$$V_L = \frac{\omega}{1-\alpha-\beta} \quad (\text{A.4})$$

Observa-se que para as ações com baixa liquidez, o número de retornos nulos pode inviabilizar a estimação da volatilidade pelo modelo GARCH. Nesses casos será utilizada a volatilidade histórica estimada num período equivalente ao tempo entre a data de cálculo e a data de exercício ou será utilizada a volatilidade de uma ação similar na classificação por segmento.

A.2 Valor de uma letra financeira ou debênture não conversível

O preço de referência da letra financeira ou da debênture será calculado conforme equação (A.5), considerando-se as variáveis de fechamento do mercado do dia de cálculo, desde que as características de emissão sejam aderentes com o modelo aqui proposto

$$PRD = \sum_{i=1}^N \frac{Juros_i \times VNU_i + PA_i \times VNU}{(1+r_i)^{pr_i} \times (1+spr_{cred})^{pr_i}} \quad (A.5)$$

onde:

PRD: preço de referência da debênture ou da letra financeira.

i: indicador referente às datas de pagamento de juro e de amortização.

N: número de fluxo de pagamentos.

Juros_i: fator de juros remuneratórios pagos na data *i*, calculado conforme equação (A.6).

r_i: taxa prefixada para o prazo correspondente à data de pagamento *i*, calculada por meio da interpolação exponencial dos preços de ajuste do Contrato Futuro de Taxa Média de Depósitos Interfinanceiros de Um Dia (DI1).

VNU: valor nominal unitário de emissão.

VNU_i: valor nominal unitário na data *i*, que corresponde ao valor nominal unitário de emissão subtraído do percentual amortizado, conforme cronograma de amortização divulgado na escritura da letra financeira.

PA_i: percentual amortizado na data *i*, conforme cronograma de amortização divulgado na escritura da letra financeira.

pr_i: prazo em anos correspondente à data *i*, calculado a partir dos dias de saques do período.

spr_{cred} : spread de crédito, em base anual, referente às emissões com características de crédito e prazos semelhantes.

O fator de juros remuneratórios é determinado pelas equações (A.6) e (A.7)

$$Juros_i = (1 + p \times CDI_{Proj})^n - 1 \quad (A.6)$$

$$CDI_{Proj} = (1 + r_i)^{\frac{1}{252}} - 1 \quad (A.7)$$

onde:

n : quantidade de dias de saque correspondentes ao período de vigência do juro.

p : percentual da taxa CDI a ser pago.

A equação (A.6) é utilizada como proxy da equação

$$Juros_i = \prod_{s=0}^{i-1} \left(\left[(1 + r(s, s+1))^{1/252} - 1 \right] * p + 1 \right) - 1$$

para $r(s, s+1)$ a taxa entre o prazo s e o dia seguinte implícita nos preços de ajuste do Contrato Futuro de Taxa Média de Depósitos Interfinanceiros de Um Dia (DI1).

A.3 Valor de debênture conversível em ação

O preço de referência da debênture será calculado a partir de uma árvore binomial, que avalia em cada dia, durante o período de conversão, sua conversão em ações, desde que as características de emissão sejam aderentes com o modelo aqui proposto. O payoff para avaliação da conversão é diferenciado para (i) data de vencimento, (ii) datas compreendidas no período de conversão e (iii) demais datas. O preço de referência da debênture é denotado por PRD e o preço na data T no cenário j por $PRD(T, j)$.

(i) Data de vencimento, pela premissa de conversão obrigatória no vencimento,

$$PRD(T, j) = S_c(T, j)Q_c \quad (A.8)$$

onde

j : índice que representa o cenário do preço das ações em cada instante de avaliação.

T : é a data de vencimento da debênture.

$S_c(T, j)$: preço da ação no instante T e no cenário de preço j , calculado a partir da árvore binomial.

Q_c : quantidade de ações recebidas por conta da conversão, conforme parâmetros estabelecidos na escritura da debênture.

(ii) Datas compreendidas no período de conversão

A partir dos valores de $PRD(T, j)$ de cada cenário j , caminha-se na árvore do vencimento até a origem calculando os valores esperados das decisões de cada instante de tempo i , descontadas pela taxa de juros e spread de crédito.

$$PRD(i, j) = \max \left[\frac{p PRD(i+1, j+1) + (1-p) PRD(i+1, j)}{(1+r(T_{i-1}, T_i))^{\frac{1}{252}} (1+spr_{cred})^{\frac{1}{252}}}; S_c(i, j)Q_c \right] \quad (A.9)$$

onde

i : índice que representa a data ou instante de avaliação, considera passos diários até a data de vencimento da debênture.

p : probabilidade associada ao preço de referência $PRD(i+1, j+1)$, calculada conforme equação (A.12).

$r(T_{i-1}, T_i)$: taxa entre T_{i-1} e T_i , calculada por meio da interpolação exponencial dos preços de ajuste dos Contratos Futuros de DI1.

spr_{cred} : spread de crédito. Pode ser usado o spread implícito no preço unitário da debênture.

(iii) Demais datas

Para as demais datas anteriores e posteriores à data de conversão, o preço de referência da debênture conversível, $PRD(i, j)$ é calculado a partir da equação

$$PRD(i, j) = \frac{p \cdot PRD(i+1, j+1) + (1-p) \cdot PRD(i+1, j)}{(1+r(T_{i-1}, T_i))^{\frac{1}{252}} (1+spr_{cred})^{\frac{1}{252}}} \quad (A.10)$$

Os choques aplicados aos preços dos ativos u e d são dados por

$$u = \exp(\sigma_T \sqrt{\delta}) \text{ e } d = \frac{1}{u} \quad (A.11)$$

onde

δ : intervalo de tempo para avaliação da opção de conversão, considerado 1 dia útil.

σ_T : volatilidade de cada ação, calculada pela equação (A.1)

A probabilidade p , utilizada na expressão (A.9) e (A.10), associada a cada caminho (i, j) é calculada pela equação a seguir

$$p = \frac{\exp(r(T_{i-1}, T_i)\delta) - d}{u - d} \quad (A.12)$$

A.4 Valor de debênture perpétua conversível em ação

O preço de referência da debênture perpétua conversível em ações é denotado por PNR e o valor nominal unitário da debênture por VNU . PNR é calculado considerando-se as seguintes premissas:

- a debênture perpétua pode ser convertida em ações a qualquer momento.
- para simular o efeito de perpetuidade é definido um prazo máximo em anos T_M , geralmente 20 (vinte) anos.

- a remuneração da debênture na data t é denotada por Rem_t , essa remuneração pode ser atrelada a fluxos de percentual do lucro R_i da companhia, ou seja, $Rem_t = VNU + \sum_{i=t}^{T_M} R_i$ ou a remuneração pode ser pagamento de juros com amortização

$$Rem_t = \sum_{i=t}^N \frac{(Juros_i \times VNU_i + PA_i \times VNU)}{\left((1 + r(t, T_i))(1 + spr_{cred})\right)^{(T_i - t)}}$$

Por outro lado, o preço da ação é gerado via uma simulação de um caminho aleatório diário dado pela expressão a seguir

$$S_t = S_{t-1} \cdot \left[\left(r - \frac{1}{2} \sigma^2 \right) \frac{1}{252} + \sqrt{\frac{1}{252}} \sigma \epsilon \right] \quad ; \epsilon \sim N(0,1)$$

sendo

S_0 : o preço na data de cálculo da ação.

r : a taxa de juro prefixada (taxa contínua) para o prazo T_M .

$N(0,1)$: distribuição normal padrão.

$\sigma^2 = 252 V_L$ para V_L a volatilidade obtida conforme a equação (A.4).

Para cada data simulada, a conversão da debênture em ações acontece quando $\gamma S_t \geq Rem_t$, caso contrário, a debênture não é convertida. Considera-se γ o fator de conversão por ação.

O PNR é dado pela média do valor presente de todos os cenários simulados. Nos cenários em que há conversão, considera-se o valor presente da ação no prazo em que a conversão ocorre. Nos demais, considera-se o valor presente da debênture no prazo máximo estabelecido. O cálculo do valor presente considera, no fator de desconto, a taxa de juro prefixada e o spread de crédito referente à Companhia emissora.

Registro de alterações

Versão	Item modificado	Modificação	Data
1	Versão original	--	1/12/2019
2	Seção 2	Inserção para generalização dos cálculos	01/02/2021
3	Título	Mudança da palavra complexos para corporativos	15/09/2022
	Seção 1	Inclusão da seção e alteração da numeração das seguintes	
	Seção 2	Inserção de primeiro parágrafo e simplificação da notação	
	Seção 3.3	Alteração das fórmulas da seção e inclusão do bônus de cesta	
	Seção 4	Alteração da fórmula (4.3) e (4.4) e inclusão de parágrafo geral explicando o uso dos preços	
	Seção 5	Incluída no manual	
4	Seção 1	Inclusão de variáveis nas fórmulas da seção 1.3	22/12/2022
5	Seção 5.2	Incluída no manual	09/01/2023