MANUAL DE APREÇAMENTO DE DEBÊNTURES

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO 3

1 GLOSSÁRIO DE VARIÁVEIS 4

2 MODELOS DE APREÇAMENTO DOS CONTRATOS DE RENDA FIXA 7

3 DEBÊNTURES PRECIFICADAS 11

4 PROCEDIMENTOS ADOTADOS EM FUNÇÃO DA ALTERAÇÃO NAS CARACTERÍSTICAS DA DEBÊNTURE 12

ANEXO – METODOLOGIAS 14

1 CURVA DE *SPREAD* DE DEBÊNTURES 14

2 MODELO PARA CORREÇÃO DE VIÉS SISTEMÁTICO PARA DEBÊNTURES NEGOCIADAS 22

INFORMAÇÕES DE CONTROLE 24

INTRODUÇÃO

Este manual apresenta as metodologias de cálculo empregadas na geração de preços e taxas de referência de debêntures divulgados pela B3 no segmento de Renda Fixa Privada. Também são listadas as características a serem observadas para que um título seja elegível ao apreçamento por um dos métodos aqui expostos.

A *Seção 1* define as variáveis utilizadas nos modelos de apreçamento. A *Seção 2* apresenta o modelo de apreçamento para as categorias nas quais as debêntures são agrupadas. A *Seção 3* traz os indicadores econômicos e financeiros cobertos pelos modelos e as exceções. Por fim, a *Seção 4* descreve os procedimentos adotados em função de alteração nas características da debênture. O *Anexo* mostra as metodologias de cálculo dos parâmetros utilizados para o apreçamento.

Os cálculos apresentados ao longo deste documento são realizados sem a aplicação de truncamentos ou arredondamentos. Somente o PU (valor presente do papel), aquele enviado aos usuários, recebe arredondamento na décima casa decimal.

1 GLOSSÁRIO DE VARIÁVEIS

Os contratos de debêntures são divididos em quatro grupos: (i) prefixados, (ii) pós-fixados com *spread* percentual, (iii) pós-fixados com *spread* multiplicativo e (iv) indexados. A metodologia utilizada para calcular o preço e a taxa de referência é específica para cada um dos grupos; as variáveis e os conceitos, entretanto, são comuns a todos. Esta sessão apresenta o glossário das variáveis utilizadas nas metodologias de apreçamento dos contratos de renda fixa e suas descrições.

$\boldsymbol{t}$	Data de marcação a mercado.
$\boldsymbol{t_{-1}}$	Dia útil anterior à data de marcação a mercado.
$\boldsymbol{t_0}$	Data de início de remuneração do título.
$\boldsymbol{AMT}\%(\boldsymbol{e_i})$	Percentual do valor nominal a ser pago nas datas de fluxo de pagamento $(\boldsymbol{e_i})$**.**
$\%\boldsymbol{Inc}(\boldsymbol{e_i})$	Percentual de incorporação do valor futuro do i-ésimo fluxo de juros ao valor nominal de emissão (VNE).
$\boldsymbol{e_i}$	Datas de fluxo de pagamento, $0 \leq i \leq n$; datas em que o emissor deve remunerar o investidor. Na notação utilizada neste documento, e_i é a i-ésima data de fluxo de pagamento. Será considerado que e_0 é a data de início de rentabilidade do papel (t_0) e e_n é a data do último pagamento. O conjunto de todas essas datas será denominado E, e o subconjunto, em que $e_i \geq t$, E_t.
$\boldsymbol{N_t}$	Valor, em pontos, na data de cálculo $\boldsymbol{t}$ do indicador que corrige o valor nominal de emissão do título.

$\boldsymbol{N_{t_0}}$ Valor, em pontos, na data de início de cálculo do título $\boldsymbol{t_0}$ do indicador que corrige o valor nominal de emissão do título.

$\boldsymbol{r_{e_i}}$ Taxa de juros expressa em % ao ano (a.a.) que remunera o evento de juros e_i. Todas as taxas contidas nos modelos apresentados são expressas em % a.a., na base 252 de dias úteis (d.u.), capitalizadas sob o regime de juros compostos. Caso as taxas de juros de um título qualquer apresentem características distintas das mencionadas acima, serão convertidas para uma taxa equivalente, de tal modo que os cálculos realizados sejam coincidentes com as características de emissão do título.

$\boldsymbol{VNE}$ Valor nominal de emissão do título.

$\boldsymbol{VNR}$ Valor nominal remanescente, ou seja, a quantia do valor nominal de emissão (VNE) que o emissor ainda deve ao investidor, descontadas as amortizações já realizadas.

$$VNR(t) = (VNE + \sum_{e_k : e_k \in \mathbb{E}_t} \boldsymbol{F(e_k)} * \%Inc(e_k)) - \sum_{e_k : e_k \leq t} AMT(e_k)$$

$\boldsymbol{TU}$ Taxa única de desconto do contrato obtida por meio do processo de bissecção.

As variáveis a seguir são definidas apenas em E_t, ou seja, nos fluxos de pagamento que ocorrem em datas onde $e_i \geq t$.

$\boldsymbol{AMT(e_i)}$ Valor financeiro de amortização.

No caso de amortização sobre o valor nominal de emissão:

$$AMT(e_i) = (VNE + \sum_{e_k : e_k \in \mathbb{E}_t} \boldsymbol{F(e_i)} * \%Inc(e_i)) \cdot AMT\%(e_i)$$

No caso de amortização sobre o valor nominal remanescente:

$$AMT(e_i) = (VNR + \sum_{e_k:e_k \in \mathbb{E}_t} \boldsymbol{F(e_i)} * \%Inc(e_i)) \cdot AMT\%(e_i)$$

$\boldsymbol{DU(e_i)}$ Contagem de dias úteis entre t e e_i.

$\boldsymbol{DUCupom(e_i)}$ Contagem de dias úteis entre os fluxos de pagamento e_{i-1} e e_i.

$\boldsymbol{Dur(t)}$ *Duration* do contrato de renda fixa.

$$Dur(t) = \frac{\sum_{e_k:e_k \in \mathbb{E}_t} DU(e_k) \cdot P(e_k)}{PU} \cdot \frac{1}{252}$$

$\boldsymbol{F(e_i)}$ Valor financeiro do evento de juros a ser pago na data e_i.

$\boldsymbol{I(t)}$ Prêmios deliberados e não pagos pelo emissor.

$\boldsymbol{p}$ Prêmio percentual, que pode ser um ágio ou deságio, aplicado ao *spread* de crédito da debênture. O prêmio é diferenciado por debênture e possibilita incorporar ao preço outros fatores além do perfil de crédito.

$\boldsymbol{P(e_i)}$ Valor presente referente ao total a ser pago no fluxo $F(e_i)$

$\boldsymbol{PU(t)}$ Valor presente do contrato, preço de referência (PU = preço unitário).

$$PU(t) = I(t) + \sum_{e_k:e_k \in \mathbb{E}_t} P(e_k)$$

$\boldsymbol{R(e_i)}$ Taxa de juros de desconto para o vencimento e_i, calculada por meio da interpolação exponencial. Essa taxa depende do indexador do contrato e será detalhada nas próximas sessões.

$S(e_i)$	*Spread* de crédito para o vencimento e_i, calculado por meio da interpolação exponencial. O *spread* é obtido das curvas de *spread* de crédito para o perfil de crédito da debênture. A cada contrato de renda fixa é atribuído um perfil de crédito, utilizado para obter a curva de *spread* de crédito correspondente.

As características e os fluxos de pagamentos das debêntures utilizados no apreçamento são aqueles definidos nas escrituras de emissão pública de debêntures e refletidos no sistema de registro de títulos e valores mobiliários da B3.

A seguir serão expostas especificidades de cálculo dos diferentes grupos de debêntures, utilizando-se a notação apresentada.

2 MODELOS DE APREÇAMENTO DOS CONTRATOS DE RENDA FIXA

O preço de referência das debêntures líquidas, quais sejam, aquelas que possuem uma frequência de negociação mínima em janela de tempo, é a média dos preços dos negócios do dia que atendem a critério de dispersão máxima ponderada pela quantidade. Para as outras debêntures, o preço é determinado via os modelos descritos nos itens que se seguem.

Os tipos de contratos de renda fixa diferem quanto ao indicador financeiro utilizado para correção monetária, o que se reflete na metodologia usada para o apreçamento do título. Os contratos são classificados em prefixados, pós-fixados (com *spread* percentual ou multiplicativo) e indexados. Confira, a seguir, as fórmulas empregadas no apreçamento dos títulos.

2.1 Contratos prefixados

Caracterizam-se por terem sua taxa de juros (r) e o rendimento conhecidos no momento de sua emissão.

$$acc_F(e_i) = \left(1 + r_{e_i}\right)^{DUCupom(e_i)/252} - 1$$

$$F(e_i) = VNR(e_{i-1}) * \ acc_F(e_i)$$

$$P(e_i) = \frac{F(e_i) * \%Inc(e_i) + AMT(e_i)}{\left[\left(1 + R(e_i)\right) * \ \left(1 + S(e_i)\right) * (1 + p)\right]^{DU(e_i)/252}}$$

$$[(1 + TU)]^{DU(e_i)/252} = \ \left[\left(1 + R(e_i)\right) * \ \left(1 + S(e_i)\right) * (1 + p)\right]^{DU(e_i)/252}$$

2.2 Contratos pós-fixados

Têm correção monetária baseada em algum indexador ($Indic(t)$). Esse indexador deve ser uma taxa anualizada no regime de juros compostos sob a base de contagem de 252 dias úteis, como no Certificado de Depósito Interbancário (CDI), utilizado na maioria dos contratos.

Os contratos pós-fixados podem ser de dois tipos: *spread* percentual e *spread* multiplicativo.

2.2.1 Contratos pós-fixados com *spread* percentual

Contratos com *spread* percentual negociam um percentual (ϕ_{e_i}) da taxa de juros do indexador definido na emissão do contrato.

Caso e_i seja o primeiro evento imediatamente posterior à data de marcação a mercado t, então:

$$acc_F(e_i) = fatorIndic * \left\{\left[\left(1 + R(e_i)\right)^{1/252} - 1\right] * \phi_{e_i} + 1\right\}^{DU(t,e_i)}$$

$$fatorIndic = \prod_{k=e_{i-1}}^{t} \left[(1 + Indic_k)^{1/252} - 1\right] * \phi_{e_i} + 1$$

Caso contrário:

$$acc_F(e_i) = \left[1 + \left(\left(\left(1 + R(e_i)\right)^{\frac{1}{252}}\right) - 1\right) * \phi_{e_i}\right]^{DU(e_i)}$$

$$F(e_i) = VNR(e_{i-1}) * \left[\frac{acc_F(e_i)}{acc_F(e_{i-1})} - 1\right]$$

$$P(e_i) = \frac{F(e_i) * \%Inc(e_i) + AMT(e_i)}{\left[\left(1 + R(e_i)\right) * \left(1 + S(e_i)\right) * (1 + p)\right]^{DU(e_i)/252}}$$

$$\left[\left[\left(1 + R(e_i)\right)^{\frac{1}{252}} - 1\right] * (1 + TU)\right]^{DU_i} = \left[\left(1 + R(e_i)\right) * \left(1 + S(e_i)\right) * (1 + p)\right]^{DU(e_i)/252}$$

2.2.2 Contratos pós-fixados com *spread* multiplicativo

Os pagamentos de fluxo de contratos pós-fixados com *spread* multiplicativo consideram a composição da taxa de cupom do contrato (r) com a taxa de juros do indexador para o cálculo da remuneração do contrato. O desconto dos fluxos de caixa considera a composição do *spread* de crédito de mercado referente ao contrato e a taxa de desconto ($R(e_i)$) referente ao indexador ($Indic$).

Caso e_i seja o primeiro evento imediatamente posterior à data de marcação a mercado t, então:

$$acc_F(e_i) = fatorIndic * \left(1 + R(e_i)\right)^{\frac{DU(t,e_i)}{252}} * \left(1 + r_{e_i}\right)^{\frac{DU(e_i)}{252}}$$

$$fatorIndic = \prod_{k=e_{i-1}}^{t} (1 + Indic_k)^{1/252}$$

Caso contrário:

$$acc_F(e_i) = \left[\left(1 + R(e_i)\right)\left(1 + r_{e_i}\right)\right]^{\frac{DU(e_i)}{252}}$$

$$F(e_i) = VNR(e_{i-1}) * \left[\frac{acc_F(e_i)}{acc_F(e_{i-1})} - 1\right]$$

$$P(e_i) = \frac{F(e_i) * \%Inc(e_i) + AMT(e_i)}{\left[\left(1 + R(e_i)\right) * \left(1 + S(e_i)\right) * (1 + p)\right]^{DU(e_i)/252}}$$

$$\left[\left(1 + R(e_i)\right) * (1 + TU)\right]^{\frac{DU_i}{252}} = \left[\left(1 + R(e_i)\right) * \left(1 + S(e_i)\right) * (1 + p)\right]^{DU(e_i)/252}$$

2.3 Contratos indexados

Títulos indexados atualizam seu valor nominal de emissão (VNE) segundo a variação de algum índice N determinado na emissão do contrato, como o Índice Geral de Preços do Mercado (IGP-M) ou o Índice Nacional de Preços ao Consumidor (IPCA). A taxa de juros de cupom do contrato (r_{e_i}) é então aplicada sobre o valor nominal atualizado para determinar o valor financeiro do evento a ser pago pelo emissor.

$$acc_F(e_i) = \left(1 + r_{e_i}\right)^{DUCupom(e_i)/252} - 1$$

$$F(e_i) = VNR(e_{i-1}) * \frac{N_t}{N_{t_0}} * \ acc_F(e_i)$$

$$P(e_i) = \frac{F(e_i) * \%Inc(e_i) + AMT(e_i) * \frac{N_t}{N_{t_0}}}{\left[\left(1 + R(e_i)\right) * \left(1 + S(e_i)\right) * (1 + p)\right]^{DU(e_i)/252}}$$

$$[(1 + TU)]^{DU(e_i)/252} = \left[\left(1 + R(e_i)\right) * \left(1 + S(e_i)\right) * (1 + p)\right]^{DU(e_i)/252}$$

3 DEBÊNTURES PRECIFICADAS

Emissões públicas realizadas por meio das Instruções Normativas da Comissão de Valores Mobiliários (CVM) 400 e 476.

3.1 Indicadores econômicos e financeiros cobertos pelos modelos

- CDI com deslocamento de [d-1] útil.
- IPCA com data de aniversário igual ao dia 15 e capitalização *pro rata* com base em 252 dias úteis em regime de juros compostos.
- IGP-M com data de aniversário igual ao dia 1 e capitalização *pro rata* com base em 252 dias úteis em regime de juros compostos.

3.2 Indicadores econômicos e financeiros não cobertos pelos modelos

- Indexadores diferentes de IPCA, DI e IGP-M. Se as características de atualização do indicador forem equivalentes às características dos indicadores IPCA, DI ou IGP-M, será utilizado o modelo com características mais próximas.
- IPCA com data de aniversário diferente do dia 15. A precificação será realizada pelo IPCA com data de aniversário igual ao dia 15.
- IGP-M com data de aniversário diferente do dia 1º. A precificação será realizada pelo IGP-M com data de aniversário igual ao dia 1º.
- IPCA com defasagem superior a 1 mês.
- Ativos com eventos de amortização anteriores a eventos de pagamento de juros com incorporação.
- Vencimento perpétuo.
- Amortização sem juros: o fluxo de pagamento compreende apenas a amortização.

- Conversibilidade em ações ou qualquer outro ativo oferecido pelo emissor como objeto para conversão.
- Formalização de pagamento de prêmios por performance (evento de participação).
- Emissores com fluxos de juros e amortizações inadimplidos e/ou que estejam com *status confirmado com restrição* no sistema de títulos e valores mobiliários da B3.
- Emissões sem liquidez e concentradas em poucos detentores.
- Emissões feitas por companhias securitizadoras com fluxo de pagamento lastreado em direitos creditórios.

4 PROCEDIMENTOS ADOTADOS EM FUNÇÃO DA ALTERAÇÃO NAS CARACTERÍSTICAS DA DEBÊNTURE

As alterações deliberadas por Assembleia Geral de Debenturistas (AGDs) serão refletidas no apreçamento após a formalização da alteração na Superintendência de Valores Mobiliários da B3. As alterações deliberadas e os tratamentos aplicados estão listados a seguir.

- Alteração de datas de eventos (juros, amortização, prêmio, dentre outras): as novas datas são atualizadas no cadastro da debênture utilizado para o apreçamento.
- Pagamento de prêmio em data futura: o valor financeiro do prêmio é atualizado no campo ***I(t)*** (prêmios devidos) e incorporado ao preço de referência conforme fórmula de cálculo do preço unitário (PU) disponível no glossário deste documento.
- Alteração da taxa de remuneração da debênture entre eventos de pagamento: a taxa de remuneração utilizada no apreçamento da

debênture é substituída pela taxa equivalente para o período, calculada conforme a taxa original e a taxa alterada nos respectivos prazos de vigência.

- Amortização extraordinária com redefinição dos fluxos de amortizações futuras: os novos fluxos de amortização são atualizados no cadastro da debênture utilizado para o apreçamento.

- Resgate total antecipado: a data do resgate da debênture é atualizada na sua data de vencimento.

- Evento genérico: o valor do evento calculado ou estimado (juros, amortização, prêmio, dentre outros) é incorporado ao preço da debênture.

- Alteração do tipo de amortização (de valor base remanescente para valor base de emissão ou vice-versa): os percentuais de amortização da debênture são atualizados de forma a refletir o novo tipo de amortização.

- Não pagamento de evento (juros, amortização, prêmio, dentre outros): neste caso, a debênture se torna não elegível à precificação.

- Amortização extraordinária sem redefinição dos fluxos futuros: quando o emissor não deliberar sobre a redistribuição dos fluxos, o pagamento extraordinário será debitado uniformemente nas demais parcelas vincendas.

- Incorporação de juros: nesse caso, os valores dos juros são incorporados ao valor nominal da debênture a partir da data de incorporação.

Alterações promovidas por meio de AGDs que não forem tratadas pelos modelos de apreçamento disponíveis não são incorporadas no preço de referência da debênture.

ANEXO – METODOLOGIAS

Neste anexo, são apresentadas as metodologias para a estimação dos insumos necessários ao apreçamento.

1 CURVA DE *SPREAD* DE DEBÊNTURES

1.1 Modelo

O modelo utiliza a abordagem de Nelson-Siegel para ajustar o nível e a inclinação da curva de crédito corporativo, características observadas nos fatos estilizados de curva de juros:

$$r_x(\tau) = \beta_x + \beta_{Crédito}\left(\frac{1 - e^{-\lambda\tau}}{\lambda\tau}\right) + \epsilon(\tau) \qquad (1)$$

Onde:

- *x* é um dos perfis de crédito possíveis. Para efeitos de notação, neste manual são usados os perfis de crédito A, B, C e C-. Detalhes acerca da metodologia utilizada para determinar os perfis de crédito estão descritos no documento **"Metodologia para Atribuição de Perfis de Risco de Crédito de Debêntures"**;
- $r_x(\tau)$ é a estrutura temporal do *spread* de crédito do perfil de crédito x;
- τ é o prazo da curva anualizado;
- λ é a velocidade de decaimento de r_x;
- β_x é o nível das taxas de longo prazo para a curva de *spread* de crédito do perfil de crédito x;
- $\beta_{Crédito}$ é a inclinação comum a todas as curvas de juros; e

- $\epsilon(\tau)$ é o termo de erro do modelo.

Com o objetivo de encontrar uma estrutura a termo homogênea entre as debêntures, a curva possui o parâmetro de nível de perfil de crédito β_x diferenciado por perfil de crédito e o fator de inclinação $\beta_{Crédito}$ comum a todos os perfis. Essa formulação visa a evitar o cruzamento na estrutura temporal das curvas.

1.2 Estimação do modelo

1.2.1 Método de otimização

Dado que curvas de *spread* de crédito não são diretamente observáveis, o problema de estimação consiste em encontrar uma curva de desconto para cada agrupamento de perfil de crédito que minimize o diferencial entre o preço teórico e o preço negociado e também o diferencial entre os parâmetros das curvas da data de geração e data anterior. É usado o método de mínimos quadrados ponderados (MQP) para a estimação conjunta de todas as curvas de crédito:

$$\min_{\beta_A,\beta_{Crédito},\lambda}(1-\rho)\sum_{x\in\{A\}}\sum_{i=1}^{n_x}W_i\left(\left(P^x_{i,teórico}-P_{i,mercado}\right)/P_{i,mercado}\right)^2+\rho\omega_1 \qquad (2)$$

Onde:

- n_x é o número de debêntures usadas na estimação do perfil de crédito x;
- $P^x_{i,teórico}=\sum_{k=1}^{m}FC_{i,k}*DF^x_{i,k}$, sendo $FC_{i,k}$ e $DF^x_{i,k}$ o fluxo de caixa e a função desconto para o k-ésimo fluxo, respectivamente. A função de desconto pode ser descomposta da seguinte forma:

$$P^x_{i,teórico}=\sum_{k=1}^{m}FC_{i,k}*\frac{1}{\left(\left(1+R(\tau_{i,k})\right)\left(1+r_x(\tau_{i,k})\right)\right)^{\tau_{i,k}}}$$

Onde:

- $R(\tau_k)$ é a curva de desconto (DI ou IPCA) e r_x é o *spread* de crédito do perfil de crédito x ao qual pertence a debênture i, conforme equação (1). O prazo $\tau_{i,k}$ é o vencimento de cada fluxo anualizado;

- $P_{mercado}$ é o preço observado no mercado (ver Seção 1.2.4);

- $W_i = {}^{1}/_{Duration_i}$, sendo a *Duration* expressada em anos:

$$Duration_i = \frac{\sum_{k=1}^{m_i} FC_{i,k} * \tau_{i,k}}{\sum_{k=1}^{m_i} FC_{i,k}}$$

- $\omega_1 = \left(\frac{\beta_{A,t} - \beta_{A,t-1}}{\beta_{A,t-1}}\right)^2 + \left(\frac{\beta_{cred,t} - \beta_{cred,t-1}}{\beta_{cred,t-1}}\right)^2 + \left(\frac{\lambda_t - \lambda_{t-1}}{\lambda_{t-1}}\right)^2$

- $\rho \in [0,1]$é o parâmetro que determina o peso dado ao ajuste do dia e à diferença da curva do dia anterior.

1.2.1 Espaçamento entre curvas de crédito

Debêntures incentivadas tendem a apresentar menor nível de *spread* em relação às debêntures sem incentivo fiscal. Essa característica pode também distorcer o efeito observado nos fundamentos dos emissores (perfil de crédito). Desse modo, justifica-se diferenciar títulos incentivados dos não incentivados na estimação do *spread* para o perfil de crédito. Ou seja, para cada grupo de perfil de crédito x é estimada a curva de *spread* de incentivadas r_x^{incent} e de não incentivadas $r_x^{não-incent}$.

1.2.2 Espaçamento entre curvas de crédito

Como a liquidez das debêntures está concentrada no perfil de crédito A incentivado, é usado o parâmetro desse grupo (β_A) como referencial para obter os β dos outros ratings de créditos denotados por β_x. Mais especificamente, com

intuito de preservar o sentido econômico dos parâmetros de nível das curvas de crédito ao longo do tempo, o espaçamento entre elas é estimado por meio de duas etapas. Na primeira, a função objetivo da equação (2) acomoda a heterogeneidade entre amostras ao adicionar a função $Q(n_x^{inc})$, assim:

$$\min_{\beta_x,\beta_{Crédito},\lambda}(1-\rho)\sum_x\sum_{i=1}^{n_x}Q(n_x^{inc})W_i\left(\left(P_{i,teórico}^x-P_{i,mercado}\right)/P_{i,mercado}\right)^2+\rho\omega_1 \qquad (3)$$

Com $Q(n_x^{inc}) = \frac{1}{n_x^{inc}}$, para n_x^{inc} o número de debêntures para o rating x que teve preço de mercado na data, mesmo estimando um único parâmetro para as incentivadas e não incentivas, a ponderação pela função $Q(n_x^{inc})$ é feita segregando esses dois tipos para cada rating.

Uma vez estimados os parâmetros do modelo minimizando a função objetivo da equação (3) para os x perfis de crédito conjuntamente com os negócios do dia obtém-se β_x. A segunda etapa consiste em fazer a diferença entre o perfil de crédito e os demais ($\beta_{x,dif} = \beta_x - \beta_A$) e logo aplicar esse deslocamento paralelo na curva de rating A do tipo de incentivo fiscal correspondente. Ou seja, após a estimação da curva de rating A, é obtida a curva de cada um dos outros ratings pela equação (1) e os parâmetros

$$\beta_x^{incent} = \beta_{x,dif} + \beta_A^{incent}$$

$$\beta_x^{não-incent} = \beta_{x,dif} + \beta_A^{não-incent}$$

Caso a diferença de um rating ficar menor à diferença de um rating de melhor classificação de crédito, os dois ratings usarão a diferença estimada para o aquele que tiver melhor classificação. Desse modo, evitam-se algumas inconsistências econômicas observadas na estimação com a heterogeneidade de liquidez entre os grupos, característica desse mercado.

1.2.3 Tratamento de *outliers*

Nos preços negociados, comumente são observados alguns valores que apresentam uma taxa de retorno implícita no negócio que não condiz com os *spreads* observados para as outras debêntures do mesmo perfil de crédito. Essas discrepâncias (*outliers*) nos *spreads* implícitos nos preços de debêntures podem ser explicadas por diversas razões. Algumas delas são listadas a seguir.

- Os perfis de crédito podem estar defasados devido ao intervalo de tempo existente entre a percepção do mercado e a atualização e divulgação das informações econômico-financeiras que permitem o ajuste do perfil de crédito.

- Inconsistências no fluxo de caixa (FC_k), existência de eventos de prêmios, amortização ou juros prorrogados ou cancelados.

- A liquidez de uma debênture pode gerar preços negociados distorcidos de seus fundamentos (perfil de crédito).

Por isso é aplicado um filtro de *outliers*. O filtro considera um *outlier* se a debênture satisfizer o critério da seguinte estatística padronizada:

$$\left|\frac{\varepsilon_i - med(\varepsilon_1, \cdots, \varepsilon_n)}{\sigma(\varepsilon_1, \cdots, \varepsilon_n)}\right| > 1{,}5 \qquad (4)$$

Onde:

- $\varepsilon_i = \left(W_i\left(P_{teórico} - P_{negócio}\right)/P_{negócio}\right)^2$ é o resíduo resultante do processo de ajuste da i-ésima debênture;

- $P_{mercado}$ e $P_{teórico}$, conforme descritos na equação (2);

- $med(\varepsilon_1, \cdots, \varepsilon_n)$ é a mediana do resíduo de todas as debêntures negociadas na data de referência;

- n é o número de debêntures negociadas na data de referência;

- $\sigma(\varepsilon_1, \cdots, \varepsilon_n)$ é o desvio-padrão amostral do resíduo na data de referência;
- O critério $|\cdots| > 1{,}5$ se justifica como ajuste da distribuição empírica de resíduos a uma distribuição normal.

1.2.4 Preço de mercado

Para a estimação do preço médio negociado, são utilizados os preços informados nas operações do tipo 52 e 552, de compra e venda definitiva registradas em sistema da B3 e devidamente liquidadas no dia (denominadas a partir de agora de **negócios**). É aplicado um filtro de volume mínimo e outro no *spread* implícito no preço de cada negócio, com o objetivo de retirar aqueles negócios com *spreads* não compatíveis com o perfil de negociação da emissão. Denotando o *spread* implícito do negócio *j* na data *t* por $\rho_{t,j}$, ele é obtido resolvendo numericamente a igualdade a seguir:

$$P_{t,j} = \sum_{k=1}^{m} \frac{FC_k}{\left(\left(1 + R_t(\tau_k)\right)\left(1 + \rho_{t,j}\right)\right)^{\tau_k}}$$

Onde:

- $P_{t,j}$ é o preço do negócio *j* na data t;
- FC_k são os fluxos de caixa da debênture;
- τ_k é o prazo em dias úteis até o fluxo k;
- R_t é a curva de desconto.

Para uma janela histórica calibrada com base na liquidez da debênture, são coletados para cada debênture os *spreads* implícitos nos preços dos negócios extragrupo. Nesse histórico obtêm-se:

- A mediana ρ_{med} dos negócios dos últimos dias com negociação da debênture. O tamanho da janela é configurável a curto para capturar a mudança de tendência da debênture, por exemplo 3 dias.

- O desvio padrão σ dos spreads implícitos na janela histórica.

Com eles, são definidos os spreads

$$\rho_{\alpha} = \rho_{med} + \sigma * d$$
$$\rho_{1-\alpha} = \rho_{med} - \sigma * d$$

sendo d um fator de ponderação do desvio padrão. Finalmente é definido o intervalo de preço.

$$P_{min} = \sum_{k=1}^{m} \frac{FC_k}{\left((1+R_t(\tau_k))(1+\rho_{\alpha})\right)^{\tau_k}} \text{ e } P_{max} = \sum_{k=1}^{m} \frac{FC_k}{\left((1+R_t(\tau_k))(1+\rho_{1-\alpha})\right)^{\tau_k}}$$

Logo, para o dia de cálculo, são considerados todos os negócios que estejam dentro desse intervalo. A média ponderada pela quantidade dos negócios no intervalo define o preço de mercado, $P_{mercado}$, da debênture na data de cálculo. Para as debêntures que tiveram negócios extragrupo e que nenhum negócio passou pelo filtro, o preço do mercado é a média ponderada de todos os negócios extragrupo do dia.

Entende-se como negócio extragrupo aquele em que o grupo econômico (indicado no cadastro da instituição em sistema da B3) do comprador é diferente do grupo econômico do vendedor.

Para negócios realizados envolvendo fundos de investimentos, o grupo econômico considerado para fins de classificação do negócio será aquele indicado no cadastro do gestor do fundo.

Negócios realizados entre fundos de gestores pertencentes ao mesmo grupo econômico, através de intermediação de uma mesma instituição, são considerados intragrupo, desde que a quantidade transferida da debênture seja a mesma nas duas pontas do negócio.

1.3 Algoritmo de estimação

A estimação de todas as curvas de *spread* para os perfis de crédito é realizada em dois estágios.

I**) Procedimento diário** – estimação em D+0 dos parâmetros da curva do perfil A incentivada e dos parâmetros do perfil A não incentivado e uso dos parâmetros estimados periodicamente para obter as curvas dos demais perfis.

II) Procedimento periódico – estimação de espaçamento entre as curvas de perfil de crédito.

Procedimento diário

- **1º passo:** calcula-se o preço de mercado das debêntures negociadas na data de referência segundo os preços dos negócios (conforme Seção 1.2.4), agrupando-as por perfil de crédito e qualificadas como incentivadas ou não.
- **2º passo:** calcula-se a Duration (W_i) de cada debênture negociada.
- **3º passo:** estima-se por mínimos quadrados ponderados a decomposição Nelson-Siegel para o perfil de crédito de referência (A) com debêntures incentivadas e com debêntures não incentivadas.
- **4º passo:** são usados os resíduos do modelo estimado para gerar a estatística padronizada (ver Seção 1.2.3).
- **5º passo:** é aplicado o filtro de *outliers*. As debêntures com estatística padronizada maior que 1,5 são excluídas, e o modelo é estimado novamente e aplicada uma segunda análise de *outliers*.
- **6º passo:** são coletados os parâmetros de nível (β_A) e inclinação ($\beta_{crédito}$) estimados.
- **7º passo:** são coletados os parâmetros de espaçamento ($\beta_{x,dif}$).

- **8º passo:** cálculo do nível da curva dos demais perfis de crédito apartir do nível estimado para o rating A.

- **9º passo:** usa-se a fórmula Nelson-Siegel com os parâmetros $\beta_{x,t}^{não-incent}, \beta_x^{incent}, \beta_{Crédito}$ estimados para gerar as curvas r_x^{incent} $r_x^{não-incent}$ nos vértices para o cálculo.

Procedimento periódico

- **1º passo:** são realizados, para cada dia t dentro de uma janela de h dias, os passos 1º ao 6º do **procedimento diário,** usando-se todos os perfis de crédito de debêntures incentivadas e não incentivadas.

- **2º passo:** são obtidas as estimativas dos parâmetros de nível (β_x) e espaçamento entre todos os perfis de crédito e o perfil de referência como formalizado na Seção 1.2.2.

2 MODELO PARA CORREÇÃO DE VIÉS SISTEMÁTICO PARA DEBÊNTURES NEGOCIADAS

O prêmio para correção de viés sistemático é modelado com o objetivo de promover melhor ajuste nos preços dos negócios das debêntures capturando suas características próprias e individuais. Entra como um choque aplicado à curva de *spread* para o perfil de crédito da debênture.

O prêmio é estimado quando a debênture possui um mínimo de negócios dentro do período de cálculo. Para essas debêntures, o preço de mercado do dia $P_{mercado}$ (calculado conforme Seção 1.2.4) permite calcular o prêmio implícito pela equação

$$P_{mercado} = \sum_{k=1}^{m} \frac{FC_k}{\Big(\big(1+R(\tau_k)\big)\big(1+r_x(\tau_k)\big)(1+prêmio)\Big)^{\tau_k}} \qquad (5)$$

Nas datas em que a debênture não for negociada aplica-se a sequência de procedimentos a seguir para o cálculo do prêmio, considerando-se como primeiro procedimento o dado pela equação (5).

P2 debêntures consideradas líquidas dentro do período do cálculo usam o último *prêmio* calculado.

P3 debêntures ilíquidas que recebem, quando possível a sua geração, o prêmio médio de outras emissões que possuem liquidez do seu emissor tendo como critérios de agrupamento possíveis CNPJ, indicador de incentivo fiscal, índice de remuneração e intervalo de duration.

P4 debêntures que não se enquadram nos métodos P2, P3 e P5, terão seu prêmio estimado de acordo com análise individual da emissão e respectivo perfil de negociação.

P5 debêntures recém-emitidas, que ainda não tiveram perfil de negociação definido, tem seu prêmio definido com base nos primeiros negócios observados, podendo ser o preço do mercado primário para emissões que não tenham negócios logo após a emissão ou estejam em período de lock-up, sendo esse prêmio conservado até que o título se torne elegível a algum dos métodos baseados em liquidez

P0 recebem prêmio igual a zero as debentures que não encontram correspondência em nenhum dos modelos supracitados

É possível verificar a metodologia de prêmio para correção de viés sistemático utilizada para cada debênture precificada através das informações disponibilizadas no Up2Data.

INFORMAÇÕES DE CONTROLE

Vigência: a partir de 01/07/2019

1ª versão: 01/07/2019

Responsáveis pelo documento na B3:

Responsável	Área
Elaboração	Gerência de Apreçamento de Renda Fixa e Gerência de Modelagem de Apreçamento
Revisão	Superintendência de Apreçamento
Aprovação	Diretoria de Administração de Riscos

Registro de alterações

Versão	Item Modificado	Motivo	Data
01	Versão Original	-	01/07/2019
02	Seções 1 e 2	Inclusão do tratamento de incorporação de juros no cálculo do preço de referência.	01/09/2019
03	Seção 2 do Anexo	Inclusão da estimação do prêmio das debêntures com pouca liquidez.	12/09/2019
04	Seção 1 do Anexo	Menção ao documento que descreve a metodologia para atribuição dos perfis de risco de crédito.	24/10/2019
05	Seções 1.2.2 e 1.3 do Anexo	Geração das curvas de spread para emissões não incentivadas passa a ser feita a partir dos negócios realizados para essas emissões	31/03/2020
06	Seção 1.2.1 do Anexo	Inclusão de componente na função objetivo para estimação das curvas de spread de crédito, equação (2)	08/09/2020
07	Seção 1.2.4	Alteração na metodologia de	01/10/2020

		definição do túnel de aceitação de negócios	
08	Seções 1.2.4 e 2 do Anexo	Detalhamento da metodologia de classificação dos negócios em intra e extragrupo, assim como dos tipos de prêmio atribuído às debêntures	04/08/2021
09	Seções 1.2.2, 1.2.4 e 2. do Anexo	Alteração na metodologia de Espaçamento entre curvas de crédito. Inclusão de filtro de volume mínimo para o preço de mercado. Alteração do prêmio P3	14/03/2022
10	Seção 2 do Anexo	Inclusão da metodologia P5	30/05/2022
11	Introdução Anexo 1.2.4	Alteração do número de casas decimais para a publicação Adição da menção ao tipo de operação 552	08/01/2025
12	Seções 1 e 2	Simplificação da fórmula de incorporação de juros no cálculo do preço de referência.	04/07/2025