

PONTÍFICA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA

ANTONIO HENRIQUE COSTA GUINLE

No. de matrícula: 1710265

ORIENTADOR: STEFAN ALEXANDER

COORIENTADOR: ANDRÉ D'ALMEIDA MONTEIRO

**SISTEMAS DE PRECIFICAÇÃO DE DEBÊNTURES: COMPARAÇÃO ENTRE
AS METODOLOGIAS ANBIMA E B3**

Rio de Janeiro, Brasil

Julho 2021

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA
DO RIO DE JANEIRO



Antonio Guinle

**Sistemas De Precificação De Debêntures: Comparação Entre As Metodologias
ANBIMA E B3**

Monografia de Final de Curso

Orientador: Stefan Alexander

Coorientador: André d'Almeida Monteiro

Declaro que o presente trabalho é de minha autoria e que não recorri para realizá-lo, a nenhuma forma de ajuda externa, exceto quando autorizado pelo professor tutor.

Rio de Janeiro, Brasil

Julho 2021

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço aos meus pais que sempre me apoiaram e me deram a oportunidade de estar me formando na PUC.

Agradeço aos meus orientadores, André Monteiro e Stefan Alexander, pela ajuda no desenvolvimento desta monografia.

Agradeço a toda minha família, amigos e à minha namorada por todo apoio durante essa trajetória e por terem feito essa minha jornada mais leve. Agradeço principalmente ao Felipe Correa do Lago, Gustavo Martins, João Pedro Castello Branco, Daniel Castello Branco, Marco Tulio Chavino Aranha, Gabriel Felix Sabino e Alexandre Esteves.

As opiniões expressas neste trabalho são de responsabilidade única e exclusiva do autor.

SUMÁRIO

1	Introdução.....	6
1.1	Motivação.....	6
1.2	Contexto.....	8
1.3	Metodologia e Fonte de dados.....	11
2	Metodologia de Precificação de Debêntures da ANBIMA.....	12
2.1	Comentários Iniciais.....	12
2.1.1	Seleção de Ativos.....	12
2.1.2	Amostra de Instituições contribuidoras.....	13
2.2	Resumo da Metodologia.....	13
2.2.1	Cálculo das Taxas de Fechamento.....	13
2.2.1.1	Filtros estatísticos.....	13
2.2.1.1.1	Box Plot.....	13
2.2.1.1.2	Intervalo indicativo para debêntures.....	14
2.2.1.1.3	Teste t.....	15
2.2.2	Cálculo das taxas indicativas de debêntures.....	15
2.2.2.1	Média da Coleta de informações.....	15
2.2.2.2	Média REUNE.....	17
2.2.2.3	Taxa Indicativa.....	17
2.3	Cálculo dos Preços Unitários.....	18
2.3.1	Debêntures remuneradas pelo DI.....	18
2.3.2	Debêntures remuneradas em IPCA ou em IGP-M.....	21
2.4	Comentários Finais.....	22
3	Metodologia da B3 de Precificação de Debêntures.....	23
3.1	Contexto Histórico.....	23
3.2	Introdução à Metodologia Completa.....	23
3.3	Metodologia para Atribuição de Perfis de Risco de Crédito de Debêntures..	24

3.3.1	Público Elegível.....	26
3.3.2	Estimação de Probabilidade de inadimplência	26
3.3.2.1	Definição de evento de inadimplência e conceito de default.....	27
3.3.2.2	Seleção das variáveis (<i>Ii, d, t</i>)	28
3.3.3	Ajuste Macrossetorial da Probabilidade de Inadimplência.....	29
3.3.4	Atribuição de Perfil de Risco de Crédito	30
3.3.5	Ajustes Qualitativos	32
3.3.5.1	Ajustes Qualitativos Predefinidos.....	32
3.3.5.2	Ajustes Qualitativos Adicionais.....	32
3.4	Manual de Apreçamento de Debêntures.....	33
3.4.1	Modelos de Apreçamento dos Contratos de Renda Fixa.....	33
3.4.1.1	Contratos prefixados	33
3.4.1.2	Contratos pós-fixados	35
3.4.1.3	Contratos indexados.....	35
3.4.2	Curva de Spread de Debêntures.....	35
3.4.2.1	Modelo	35
3.4.2.2	Estimação do modelo.....	36
3.4.2.2.1	Método de otimização.....	36
3.4.2.2.2	Espaçamento entre curvas de crédito.....	37
3.4.2.2.3	Preço de mercado.....	38
3.5	Comentários Finais	40
4	Análise Comparativa	41
4.1	Comentários Iniciais	41
4.2	Desenvolvimento Histórico	41
4.3	Resumo Comparativo	42
5	Conclusão	43
6	Bibliografia e Anexo	45

1. Introdução

1.1 Motivação

A consolidação de um mercado de crédito corporativo é uma das etapas necessárias para o amadurecimento e desenvolvimento econômico em uma economia livre. No Brasil, o mercado de debêntures tem aumentado significativamente nos últimos anos. Com o cenário econômico mundial de redução significativa dos níveis de juros e, como resultante, juros básicos mais baixos no Brasil, existem incentivos e condições que geram uma expectativa que este desenvolvimento permaneça e acelere com um aumento relativo do crédito corporativo privado no volume de operações de crédito totais da economia.

Um aspecto relevante para o desenvolvimento e higidez deste mercado no passado e no futuro é o processo de formação de preço e sua transparência para os investidores. Quanto mais confiantes os investidores estiverem sobre o “preço de mercado” de um ativo, mais propensos a negociar eles estarão. Os mercados de crédito privado no mundo e no Brasil apresentam dois desafios em relação aos mercados acionários no que se refere a descoberta do “preço de mercado” pelo investidor.

O primeiro desafio está na forma de sua organização. Os mercados acionários são organizados em forma de bolsa de valores. Cada ação possui um livro centralizado de ofertas de compra e de venda com critérios de prioridade para fechamento de negócios. Assim, o “preço de mercado” é facilmente monitorado.

Salvas algumas poucas exceções, os mercados de crédito privado são organizados não na forma de bolsa, mas sim na forma de balcão. Existem diversos formatos de mercados de balcão. O mais simples é aquele no qual as partes negociam entre elas. Uma organização de balcão mais sofisticada é um conjunto de diferentes plataformas de negociação descentralizadas,

oferecidas, por exemplo, por diferentes corretoras para seus clientes. O mercado brasileiro é de balcão, seguindo o padrão internacional.

O segundo desafio é inerente a um título de renda fixa. Uma parcela significativa de investidores compra tais títulos e os carregam até seus vencimentos. Desta forma, a negociação no mercado secundária já nasce limitada.

Algumas iniciativas para fornecer o “preço de mercado” para os investidores de debêntures foram implementadas ao longo do tempo, contribuindo para o desenvolvimento deste mercado. Em 2000, a Associação Brasileira das Entidades dos Mercados Financeiro e de Capitais (Anbima) iniciou a divulgação diária de preços de referência para debêntures. Sua metodologia mescla preços negociados e preços coletados junto a alguns investidores. Por diversos anos, a quantidade de debêntures negociadas diariamente era de poucas dezenas. Nos últimos anos, este número saltou para a casa da centena. Com um mercado secundário mais desenvolvido e líquido, em 2019, a B3 propôs uma metodologia que mescla preços negociados, atribuição de risco de crédito e estimação estatística de curvas de juros para apreçar diariamente as debêntures.

O principal objetivo deste estudo é comparar as metodologias da ANBIMA e da B3 de precificação de debêntures corporativas no mercado secundário. Inicialmente apresentaremos as duas metodologias e concluiremos com um resumo comparativo. Apesar de não nos furtarmos a realizar comentários eventuais sobre os impactos decorrentes de uma metodologia ou outra, este trabalho não tem o objetivo de emitir opinião ou avaliação relativa entre as metodologias, e sim apenas prover ao leitor a compreensão e as informações necessárias para que ele possa escolher a melhor metodologia para seus objetivos acadêmicos ou de investimentos.

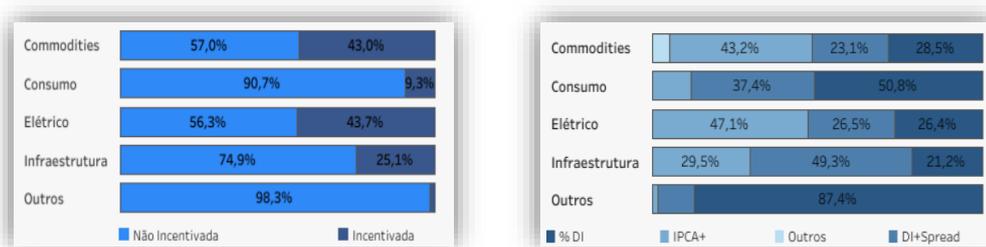
1.2 Contexto

A debênture é um produto de renda fixa, mais precisamente, é um título de dívida que gera um direito de crédito ao investidor¹, remunerado por meio de juros pré-fixados ou pós-fixados. Ou seja, o investidor que aplicar em uma debênture será credor e terá direito a um valor acrescido de juros. Por meio disso, o tipo de rendimento e as garantias variam de acordo com o papel investido.

As debêntures podem ser emitidas por sociedades anônimas de capital aberto ou fechado e são utilizadas para financiar projetos ou reestruturar dívidas da empresa. Desta forma, uma companhia em vez de tomar um empréstimo junto ao banco, pode realizar uma emissão de debêntures para captar recursos e financiar projetos que, por exemplo, aumentarão a sua capacidade produtiva ou permitirão a sua entrada em um novo segmento de negócios.

Individualmente, as debêntures podem ser ranqueadas por métricas que ajudam a avaliar sua liquidez, como volume financeiro e quantidade de negócios. Esse universo é dividido entre títulos incentivados e não incentivados, com diferentes indexadores de remuneração dos ativos (**Gráfico 1**).

Gráfico 1 – Percentuais importantes



Fonte: http://www.b3.com.br/pt_br/market-data-e-indices/servicos-de-dados/datawise/dashboard-publico/

A história das debêntures tem provavelmente mais de 500 anos, na qual já era usado, na prática financeira inglesa, um título de características idênticas às

¹ Fonte: http://www.b3.com.br/pt_br/produtos-e-servicos/negociacao/renda-fixa/debentures.htm

debêntures. Após o surgimento da Lei nº 6.404 (Lei das Sociedades Anônimas – SA) no Brasil, o título em questão começou a ser utilizado como instrumento de captação no país². Ao passo que, na década de 1980, a ANBIMA criou o SND – Sistema Nacional de Debêntures, que tinha como objetivo aumentar a liquidez do mercado secundário de debêntures para que, com isso, o mercado primário crescesse junto.

Atualmente, o mercado brasileiro de debêntures é formado por um pouco mais de mil títulos de diferentes setores da economia (**Tabela 1**). Juntos, eles somam em torno de R\$ 400 bilhões em recursos que, quando captados, contribuem para o crescimento dessas empresas.

No entanto, a liquidez, especialmente no mercado secundário, ainda é bastante restrita, como pode-se ver no **Gráfico 2** que tem dados de uma série de debêntures públicas registradas na B3. Este gráfico traz a liquidez do mercado e há duas formas de vê-la: pela porcentagem de presença em pregão (eixo vertical) e pelo volume negociado médio (eixo horizontal). Quanto mais para a direita superior, maior a liquidez do papel. Como podemos ver, a porcentagem de presença de diversas debêntures fica abaixo de 50%, ou seja, há alguns títulos cujo tempo de não negociação é superior ao de negociação. Acredita-se que o principal motivo é o fato de não haver uma precificação em massa destes títulos no mercado brasileiro, fazendo com que os investidores não tenham confiança e informação o bastante para negociar debêntures no mercado secundário.

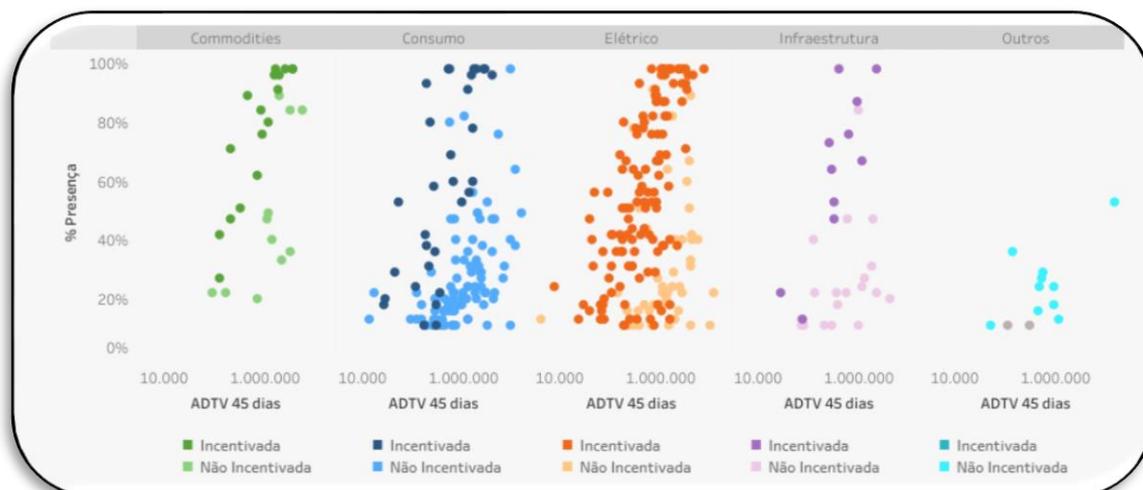
Tabela 1 – Números absolutos de debêntures públicas

Quantidade de Debêntures: 1.482
Média Diária de Negócios: 1.039
Volume Médio Diário: R\$ 623.998.676,24

Fonte: http://www.b3.com.br/pt_br/market-data-e-indices/servicos-de-dados/datawise/dashboard-publico/

²Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Deb%C3%AAnture#:~:text=Ap%C3%B3s%20o%20surgimento%20da%20Lei,emiss%C3%A3o%20de%20certificados%20de%20deb%C3%AAntures.>

Gráfico 2 – Maior presença nos dias de negociação X volume médio diário nos últimos 45 dias



Fonte: http://www.b3.com.br/pt_br/market-data-e-indices/servicos-de-dados/datawise/dashboard-publico/

Diante deste cenário, no começo dos anos 2000 a ANBIMA produziu uma metodologia própria de apreçamento de debêntures, com o objetivo de desenvolver o mercado primário e secundário do ativo. Para isso, a ANBIMA elaborou o sistema de “coleta”, onde a instituição junta diversas informações que conseguiu e gera um preço a partir delas. Ao precificar as debêntures, o mercado acaba tendo mais informação e hígidez, conseguindo, assim, se desenvolver de maneira significativa.

Alguns anos depois, com o mercado de debêntures mais maduro e líquido, a B3, com o mesmo intuito, criou um sofisticado sistema que precifica uma série de debêntures. Este modelo tem como base uma extensa metodologia de atribuição de perfil de risco de crédito e, concomitantemente, uma precificação de debêntures para marcação a mercado.

Lembrando que a B3 não é uma agência de classificação de risco de crédito e, portanto, a atividade de apreçamento não deve ser interpretada nem comparada com uma agência. Esta atividade serve ao consumo interno para o apreçamento de debêntures, e, assim, a categorização dos perfis de crédito produzidos pela B3 não serão divulgados.

1.3 Metodologia e Fonte de dados

Tendo em vista o que foi discutido acima, o trabalho será dividido em 3 seções: metodologia de precificação da ANBIMA, da B3 e uma conclusão comparando as duas. Lembrando que o objetivo do estudo em questão é descrever o passo a passo das metodologias de maneira clara e imparcial, com o intuito de informar o leitor das especificidades do cálculo de cada instituição.

Em termos de método de pesquisa, será utilizado a pesquisa explicativa com metodologia de pesquisa bibliográfica, baseado em dados de natureza quantitativa e qualitativa. Ou seja, o trabalho irá se basear em diversos materiais já publicados, como livros, artigos e periódicos. Sobre os dados quantitativos, serão usados alguns sites com suas devidas citações, com foco especial para o site da B3, mais precisamente da base de dados do UP2DATA, onde será possível encontrar índices, curvas, indicadores econômicos e afins

Para os dados de natureza qualitativa, será feita uma revisão bibliográfica acerca do “Guia de metodologias ANBIMA de precificação”, da “Metodologia para atribuição de perfis de risco de crédito de debêntures” e do “Manual de apreçamento de debêntures”, que são os conceitos fundamentais para dar uma base teórica para o trabalho.

2. Metodologia de Precificação de Debêntures da ANBIMA

2.1 Comentários Iniciais

A Associação Brasileira das Entidades dos Mercados Financeiro e de Capitais (ANBIMA) é responsável por documentar e definir boas práticas para as empresas do setor em questão, tentando estabelecer regras feitas pelo mercado. Bancos de investimento, corretoras de títulos, gestora de recursos de terceiros, banco comerciais e outros, são algumas das inúmeras entidades que fazem parte da ANBIMA. A instituição tem diversas iniciativas com o objetivo de desenvolver estes setores por meio de quatro principais pilares: autorregular, representar, educar e informar.

A metodologia de precificação de debêntures da ANBIMA, iniciada em 2000, utiliza-se de preços de negócios realizados (capturados pelo sistema REUNE) e do processo de “Coleta”, no qual um grupo de Instituições participantes que aderiram ao termo de adesão ao processo de Precificação contribuem com o envio de informações de uma série de debêntures do mercado primário e secundário.

2.1.1 Seleção de Ativos

O ativo (debênture) será elegível, portanto, participará deste processo de “Coleta”, se for sugerido pelas instituições, se possuir quantidade de subscritores acima ou igual a cinco, se for emitido pela ICVM 400 e pela ICVM 476 e se tiver um prazo de investimento superior a um ano. Recebido as informações das Instituições Contribuidoras, a ANBIMA faz um monitoramento de qualidade e frequência de envio, analisando-as em base mensal e por classe de ativo. A Metodologia também abrange outras classes de ativos públicos e privados, incluindo CRI e CRA, que não são objeto deste estudo.

2.1.2 Amostra de Instituições contribuidoras

Dentro do grupo das Instituições Contribuidoras há uma série de empresas e instituições que são estrategicamente distribuídas pela ANBIMA, para que se tenha o melhor arranjo possível de instituições enviando as informações. No caso de debêntures, os maiores gestores e as instituições financeiras mais ativas tendem a serem priorizadas nesta amostra.

2.2 Resumo da Metodologia

2.2.1 Cálculo das Taxas de Fechamento

A ANBIMA divulga dois tipos de taxas para ativos privados: as que tem ofertas firmes de compra e venda praticadas ou avaliadas pelas Instituições Contribuidoras, chamadas de “taxas de compra e venda indicativas”; e aquelas que a oferta encontra sua demanda e têm referências de preço justo, as “Taxas indicativas”. As debêntures estão categorizadas pela segunda, as quais são apuradas e expressadas em percentual ao ano e na base 252.

2.2.1.1 Filtros estatísticos

A metodologia da ANBIMA faz alguns métodos para tratar e retirar outliers dentro das informações que foram enviadas pelas Instituições Contribuidoras, conseguindo, assim, ter uma amostra mais precisa.

2.2.1.1.1 Box Plot

O gráfico do box é plot usado para tratar os outliers e avaliar a distribuição empírica dos dados. Ele é formado pelo primeiro e terceiro quartil e pela mediana (**Gráfico 3**). As linhas inferiores e superiores se estendem formando um intervalo limitador calculado pela **Equação 1**, onde qualquer observação que esteja fora deste espaço será cortada do estudo.

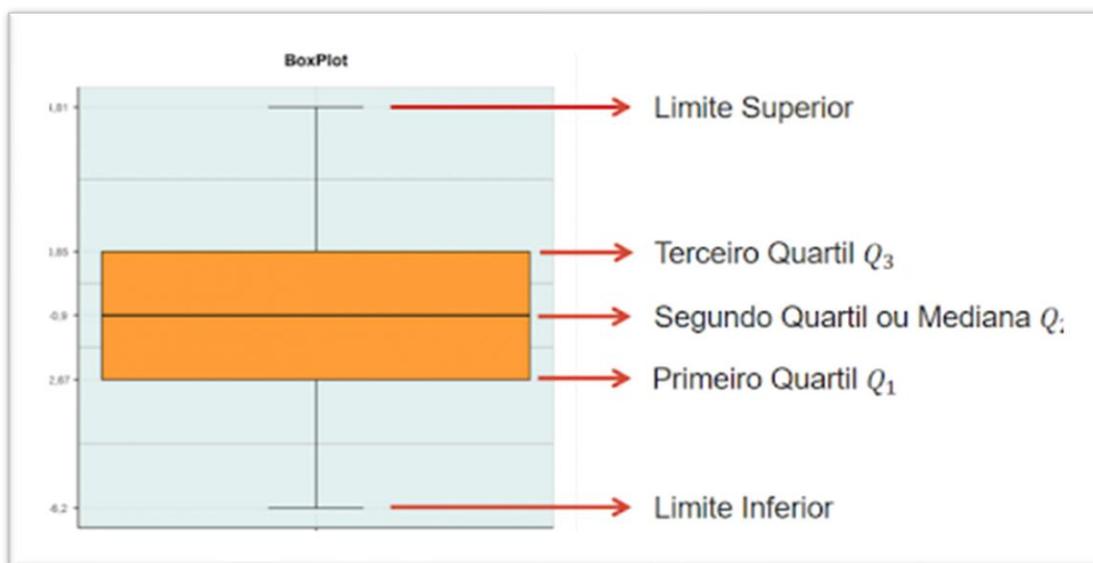
Equação 1 – Intervalo limitador

$$L1 = Q1 - 1,5 (Q3 - Q1)$$

$$L2 = Q3 + 1,5 (Q3 - Q1)$$

- i. L1 – Limite inferior;
- ii. L2 – Limite superior;
- iii. Q1 – Primeiro quartil, calculado a partir da mediana das observações à esquerda do valor da mediana da amostra total;
- iv. Q3 – Terceiro quartil, calculado a partir da mediana das observações à direita do valor da mediana da amostra total.

Fonte: https://www.anbima.com.br/data/files/41/33/64/17/5EAB77103EDB69776B2BA2A8/Guia%20de%20metodologias%20ANBIMA%20de%20Precificacao_161120.pdf

Gráfico 3 – Box Plot Ilustrativo

Fonte: <http://www.portalaaction.com.br/estatistica-basica/31-boxplot>

2.2.1.1.2 Intervalo indicativo para debêntures

Após fazer o box plot, para debêntures, é feito um intervalo indicativo onde o centro é a média e os limites correspondem ao desvio padrão da amostra

informada pelas Instituições Contribuidoras, fazendo um filtro de acordo com este intervalo.

2.2.1.1.3 **Teste t**

Este tipo de teste é feito para comparar uma média amostral com um valor alvo. Neste caso, a ANBIMA calcula o intervalo de confiança (**Equação 2**) em volta da média utilizando uma distribuição t. Se a informação dada pela Instituição Contribuidora não estiver dentro deste intervalo, esta será eliminada da amostra e uma nova média será feita.

Equação 2 – Intervalo de Confiança

$$\text{Intervalo}=[\bar{X}-t\times S,\bar{X}+t\times S]$$

- i. S = Desvio padrão da amostra;
- ii. t = estatística t a ser encontrada com base no nível de significância (1%) e no grau de liberdade que depende do tamanho da amostra;
- iii. \bar{X} = Média da amostra.

Fonte:https://www.anbima.com.br/data/files/41/33/64/17/5EAB77103EDB69776B2BA2A8/Guia%20de%20metodologias%20ANBIMA%20de%20Precificacao_161120.pdf

2.2.2 **Cálculo das taxas indicativas de debêntures**

2.2.2.1 **Média da Coleta de informações**

Para encontrar a taxa indicativa das debêntures, a ANBIMA arrecada informações da coleta diária das Instituições Contribuidoras e do resultado de negócios registrados no Sistema de Pré-Registro de debêntures (REUNE). No primeiro caso, depois de fazer os filtros estatísticos, calcula-se a média de coleta para cada ativo enviado nos últimos 3 dias úteis.

Desde 6 de fevereiro de 2017 a ANBIMA considera em seu cálculo da média da coleta os resultados dos *calls* enviados pelas corretoras, os quais servirão como peso para o cálculo e serão ponderados pelo Comitê de Precificação do Ativos da associação. Se a oferta de cada série estiver na mesma “ponta” durante mais de um dia, dentro de uma janela de observação de 3 dias úteis, a oferta mais recente é escolhida.

Calcula-se, portanto, duas médias com a amostra disponível:

- i. Uma com todas as informações validadas (X_A);
- ii. Outra com as informações resultantes da seleção do Comitê (X_D), onde o peso é escolhido de acordo com o número de informações válidas (**Equação 3**).
- iii.

Equação 3 – Peso das informações consistentes

$$P_A = \frac{\text{(número de informações consistentes com as ofertas dos calls)}}{\text{(número total de informações válidas)}}$$

Fonte: https://www.anbima.com.br/data/files/41/33/64/17/5EAB77103EDB69776B2BA2A8/Guia%20de%20metodologias%20ANBIMA%20de%20Precificacao_161120.pdf

A média final de coleta é determinada com a ajuda destas duas médias e baseia-se nos últimos três dias úteis de informação:

Equação 4 – Média de Coleta

$$MC = \frac{\sum_{i=1}^{i=3} (P_{A,i} \times X_{D,i} + (1 - P_{A,i}) \times X_{A,i})}{3}$$

- i. MC = Média de Coleta;

- ii. $P_{A,i}$ = Peso atribuído às informações consistentes com as ofertas dos *calls*;
- iii. $X_{A,i}$ = Média com todas as informações válidas;
- iv. $X_{D,i}$ = Média com as informações consistentes com as ofertas dos *calls*.

Fonte: https://www.anbima.com.br/data/files/41/33/64/17/5EAB77103EDB69776B2BA2A8/Guia%20de%20metodologias%20ANBIMA%20de%20Precificacao_161120.pdf

2.2.2.2 Média REUNE

O REUNE (Registro Único de Negócios) é um sistema de registro das negociações do mercado secundário de debêntures³, disponibilizando os preços, as taxas e o volume financeiro negociado para cada ativo.

Todas as debêntures que passarem pelos filtros estatísticos e estiverem registradas no sistema REUNE até o momento da apuração das médias são avaliadas. No entanto, para ser registrado para o cálculo da taxa indicativa, o ativo precisa ter três ou mais negócios com ticket acima de R\$500 mil ou um ou dois com ticket acima de R\$ 950 mil.

2.2.2.3 Taxa Indicativa

Equação 5 – Taxa Indicativa

$$\text{Taxa Indicativa} = 0,5 \times MC + 0,35 \times MR(d0) + 0,10 \times MR(d - 1) + 0,05 \times MR(d - 2)$$

- i. MC é a média de coleta;
- ii. MR(d) é a média REUNE para a data d

Fonte: https://www.anbima.com.br/data/files/41/33/64/17/5EAB77103EDB69776B2BA2A8/Guia%20de%20metodologias%20ANBIMA%20de%20Precificacao_161120.pdf

³ Fonte: https://www.anbima.com.br/pt_br/informar/precos-e-indices/precos/reune.htm

A fórmula da taxa indicativa acima tem dois aspectos importantes. O primeiro aspecto é que, mesmo que haja negociação no mercado, as informações da coleta fazem parte da taxa indicativa. Segundo, as médias de taxas negociadas no REUNE dos dois dias anteriores impactam a taxa indicativa. Desta forma, existe uma suavização da taxa negociada na taxa indicativa.

2.3 Cálculo dos Preços Unitários

Calculada a taxa indicativa das debêntures, a metodologia entra em detalhes sobre os aspectos gerais dos cálculos do Preço Unitário (PU) do ativo e divide-os em três grupos: os ativos que são remunerados pelo DI, os que são pelo IPCA e os que são pelo IGP-M. O cálculo do segundo e do terceiro, são significativamente parecidos, enquanto o primeiro tem suas especificidades comparado com os outros dois.

2.3.1 Debêntures remuneradas pelo DI

Como estas debêntures não têm seus valores nominais atualizados (VNA) em moeda corrente, o valor nominal na data de emissão (VNE) será igual ao VNA. O cálculo dos juros, portanto, é feito de acordo com as fórmulas a seguir:

Equação 6 – Valor nominal da emissão acrescido dos juros

$$PUPAR = VNA \times (Fator de Juros)$$

- i. **PU PAR** – valor nominal de emissão, acrescido da remuneração acumulada desde o último evento de pagamento de juros até a data de referência, calculado com seis casas decimais, sem arredondamento.

Fonte: https://www.anbima.com.br/data/files/41/33/64/17/5EAB77103EDB69776B2BA2A8/Guia%20de%20metodologias%20ANBIMA%20de%20Precificacao_161120.pdf

Equação 7 – Fator de juros incorporando o percentual

$$\text{Fator de Juros} = \prod_{i=1}^n \left\{ \left[\left(1 + \frac{\text{Taxa DI}_i}{100} \right)^{\frac{1}{252}} - 1 \right] \times \frac{P}{100} + 1 \right\}$$

Fonte: https://www.anbima.com.br/data/files/41/33/64/17/5EAB77103EDB69776B2BA2A8/Guia%20de%20metodologias%20ANBIMA%20de%20Precificacao_161120.pdf

Equação 8 – Fator de Juros incorporando o spread

$$\text{Fator de Juros} = \left\{ \prod_{i=1}^n \left[\left(1 + \frac{\text{Taxa DI}_i}{100} \right)^{\frac{1}{252}} \right] \right\} \times \left[1 + \frac{S}{100} \right]^{\frac{du}{252}}$$

- i. **Fator de Juros** – fator de variação acumulado da Taxa DI, incorporando o percentual (P), ou o Spread (S), entre a data de início (inclusive) e data final (exclusive) do período de capitalização da remuneração, calculado com nove casas decimais com arredondamento;
- ii. **Taxa DI** – taxa apurada com base nas operações de emissão de Depósitos Interfinanceiros prefixados, pactuadas por um dia útil, em percentual ao ano, base 252 dias, calculada e divulgada pela B3 diariamente, com duas casas decimais com arredondamento;
- iii. **P** – Percentual da Taxa DI (remuneração) definido na escritura, utilizado com duas casas decimais;
- iv. **S** – Spread acima da Taxa DI (remuneração) definido na escritura, utilizado com quatro casas decimais
- v. **du** – número de dias úteis entre a data do último pagamento de juros e a data de referência.

Fonte: https://www.anbima.com.br/data/files/41/33/64/17/5EAB77103EDB69776B2BA2A8/Guia%20de%20metodologias%20ANBIMA%20de%20Precificacao_161120.pdf

Algo interessante que é feito na metodologia em questão é o cálculo do pagamento de juros utilizando uma taxa de expectativa (Exp) divulgada

diariamente pelo B3 para cada data específica. Como, por exemplo, o primeiro vencimento de juros é calculado pela fórmula a seguir:

Equação 9 – Pagamento de Juros no 1º vencimento

$$\text{Pagamento Juros}_{1^{\text{º}} \text{vencimento}} = [VNA \times (\text{fator de juros} - 1)] X \left[\left[\left(\frac{\text{Exp}}{100} + 1 \right)^{\frac{1}{252}} - 1 \right] \times \frac{P}{100} + 1 \right]^{du}$$

Fonte: https://www.anbima.com.br/data/files/41/33/64/17/5EAB77103EDB69776B2BA2A8/Guia%20de%20metodologias%20ANBIMA%20de%20Precificacao_161120.pdf

Em seguida, é feito um ajuste prospectivo na expectativa para os prazos entre as prestações, calculando a taxa a termo da curva de juros na Taxa DI:

Equação 10 – Taxa a termo da taxa de juros

$$\text{Termo}_i = \frac{\left[\left[\left(\frac{\text{Exp}_i}{100} + 1 \right)^{\frac{1}{252}} - 1 \right] \times \frac{P}{100} + 1 \right]^{du_i}}{\left[\left[\left(\frac{\text{Exp}_{i-1}}{100} + 1 \right)^{\frac{1}{252}} - 1 \right] \times \frac{P}{100} + 1 \right]^{du_{i-1}}}$$

Fonte: https://www.anbima.com.br/data/files/41/33/64/17/5EAB77103EDB69776B2BA2A8/Guia%20de%20metodologias%20ANBIMA%20de%20Precificacao_161120.pdf

Calculando esta taxa a termo e sabendo o valor nominal na data de emissão da debênture (VNE), é possível estimar o pagamento de juros de todas as datas de vencimento (**Equação 11**):

Equação 11 – Taxa a termo da taxa de juros

$$PagamentoJuros_i = (VNE) \times Termo_i$$

Fonte: https://www.anbima.com.br/data/files/41/33/64/17/5EAB77103EDB69776B2BA2A8/Guia%20de%20metodologias%20ANBIMA%20de%20Precificacao_161120.pdf

Ressaltando que a metodologia diferencia os ativos remunerados por DI ou por um *spread*, ou seja, para a **Equação 9** e **Equação 10** há, também, as equações acrescidas pelo *spread*.

Por fim, somam-se todos os pagamentos de juros e de principal, descontados pela Taxa indicativa calculada anteriormente, e chega-se no resultado do Preço Unitário (**Equação 12**):

Equação 12 – Preço Unitário

$$PUdaOperação = \sum_{i=1}^n \left[\frac{PagamentoJuros_i + PagamentoPrincipal_i}{\left[\left[\left(\frac{Exp_i}{100} + 1 \right)^{\frac{1}{252}} - 1 \right] \times \frac{TaxaIndicativa}{100} + 1 \right]^{dtu_i}} \right]$$

Fonte: https://www.anbima.com.br/data/files/41/33/64/17/5EAB77103EDB69776B2BA2A8/Guia%20de%20metodologias%20ANBIMA%20de%20Precificacao_161120.pdf

2.3.2 Debêntures remuneradas em IPCA ou em IGP-M

Para estes dois grupos de debêntures o cálculo do Preço Unitário é similar ao das debêntures remuneradas pelo DI, onde nos dois casos o PU é o somatório dos pagamentos de juros e de principal descontados pela Taxa Indicativa (**Equação 12**). No entanto, para o cálculo em questão, o VNA não é igual ao

VNE, pois é necessário ter um fator de variação acumulado do índice de preços destas debêntures. Para atualizar o VNA será importante identificar:

- i. As datas de aniversário das debêntures
- ii. Projeções para o índice, divulgadas pela ANBIMA
- iii. Períodos de incidência do índice fechado

Equação 13 – Cálculo do VNA

$$VNA = VNE \times C$$

- i. C= Fator da variação acumulada do índice de preços

Fonte: https://www.anbima.com.br/data/files/41/33/64/17/5EAB77103EDB69776B2BA2A8/Guia%20de%20metodologias%20ANBIMA%20de%20Precificacao_161120.pdf

Com o resultado dos valores nominais atualizados (VNA), o passo a passo para chegar no Preço Unitário (PU) será igual ao das debêntures remuneradas pelo DI (**Equação 12**).

2.4 Comentários Finais

A metodologia de precificação de debêntures da ANBIMA foi uma das precursoras deste tema e ainda é de importância fundamental para o mercado. Ao utilizar-se de sua influência, a associação tornou possível o cálculo dos preços e taxas através do simples, mas eficiente, processo de coleta.

Este cálculo foi o principal mecanismo de precificação pelas últimas duas décadas e um notável evento no mercado de debêntures, o qual trouxe um maior volume de informações para os investidores e aumentou a hígidez do mercado. No ano de 2019 a B3 desenvolveu outra metodologia com o mesmo intuito e uma complexa modelagem de crédito, viabilizando uma precisa categorização de diferentes emissões de debêntures. O próximo passo deste trabalho será entrar em detalhes sobre este novo modelo de apreçamento do ativo.

3. Metodologia da B3 de Precificação de Debêntures

3.1 Contexto Histórico

No final de 2018, havia 665 empresas com debêntures ativas na B3 e um pouco mais de mil debêntures no total, capitalizando um valor de aproximadamente R\$ 425 bilhões. Concomitantemente, a taxa de juros estava com uma tendência de queda e um valor cada vez mais baixo. Entretanto, a liquidez do mercado secundário continuava extremamente limitada, tendo apenas 80 debêntures negociadas em média diariamente e aproximadamente R\$334 bilhões negociados no mercado secundário. Com o intuito de desenvolver o mercado primário e secundário de debêntures, a B3 começou a calcular diariamente os preços de referência para uma série destes ativos.

3.2 Introdução à Metodologia Completa

A Metodologia de Precificação de Debêntures adotada pela B3 é um processo analítico matricial que conjuga dois pilares alicerçados por literaturas independentes e bem estabelecidas na academia e nos mercados financeiros internacionais e sua intercessão permite a estimação dos preços a partir de critérios objetivos e estatísticos.

O primeiro pilar é a atribuição de perfis de riscos de crédito para os emissores de debêntures elegíveis. As debêntures emitidas por emissores que possuem riscos de crédito similares são agrupadas em um perfil de risco de crédito. Assim, todas as debêntures elegíveis, independentemente de terem serem negociados no mercado, são associadas diariamente a um perfil de risco de crédito (A, B, C e C-).

O segundo pilar é a estimação estatística conjunta de uma curva de *spread* de risco de crédito para cada perfil de risco de crédito e da curva de juros livre de risco a partir dos preços de debêntures negociadas no dia que atenderam certos critérios de liquidez. Esta estimação é realizada diariamente.

De acordo com a metodologia da B3, o preço de referência de uma debênture negociada no dia e que atingiu determinados critérios de liquidez é a média dos preços negociados no dia ponderado pelo volume. Assim, para debêntures com tais características, o preço de referência resulta de marcação a mercado.

Já o preço de uma debênture que não foi negociada no dia ou que não tenha atingido os critérios de liquidez é o valor presente do seu fluxo de caixa descontado pela curva da taxa de juros livre de risco acrescida da curva do *spread* de risco de crédito associada ao perfil de risco de crédito ao qual pertence o seu emissor. Ambas as curvas são referentes ao dia em questão. Assim, para debêntures com tais características, o preço de referência resulta de marcação a modelo.

A metodologia da B3 está descrita em duas fontes bibliográficas: (i) “Metodologia para atribuição de Perfis de Risco de Crédito de Debêntures” e (ii) “Apreçamento de Debêntures”.

3.3 Metodologia para Atribuição de Perfis de Risco de Crédito de Debêntures

O perfil de risco de crédito está ligado à probabilidade de inadimplência da debênture. É o risco de o emissor não honrar os pagamentos nos 12 meses seguintes à data da avaliação. A metodologia considera três grupos de variáveis: um associado às características de sua emissão e outros dois às características do emissor da debênture.

O primeiro grupo tem exemplos como senioridade, subordinação e cláusulas de proteção para credores. O segundo engloba variáveis que capturam o perfil de risco do negócio, como, por exemplo, o setor da atividade econômica e posicionamento do emissor nesse mercado, estrutura do grupo econômico no qual a companhia está incluída, estratégia de negócio, entre outras. Por último, tem-se as variáveis que capturam o perfil de risco financeiro do emissor: rentabilidade, estrutura e flexibilização financeiras, informações de bureau de crédito e características do fluxo de caixa são alguns exemplos. No entanto, é necessário ressaltar que o modelo estimará uma probabilidade de

inadimplência futura, pelo fato de que estas variáveis se referem a períodos anteriores àquele no qual a inadimplência será feita.

Há quatro componentes sequenciais da metodologia para atribuição de perfil de risco de crédito, sendo três quantitativos e um ajuste final:

- i. Modelo estatístico para estimação de probabilidade de inadimplência;
- ii. Modelo estatístico para ajuste de probabilidade de inadimplência por fatores macrossetoriais;
- iii. Atribuição de perfil de risco de crédito por agrupamento de probabilidades de inadimplência similares; e
- iv. Ajustes qualitativos nos perfis⁴

Por meio das variáveis dos três tipos acima descritos, a probabilidade de inadimplência da debênture é estimada por uma regressão logística que tem como resposta a adimplência ou a inadimplência da debênture. O modelo é estimado segundo dados mensais de todas as debêntures adimplentes disponíveis na janela de observação específica.

Por ter uma defasagem temporal para cada macrossetor (commodities, consumo, infraestrutura), as probabilidades de inadimplência serão ajustadas por previsões de variáveis macroeconômicas. Para tirar o viés desta defasagem, ajustam-se as probabilidades para incorporarem as condições esperadas para o período no qual ela pode ocorrer.

No último componente quantitativo da metodologia, cada grupo recebe um perfil de risco de crédito: uma letra que indica sua qualidade. As probabilidades de inadimplência são ordenadas da menor para a maior e agrupadas de acordo com os seus respectivos níveis de risco, sendo A o menos arriscado e F o mais.

Para finalizar, caso sejam identificadas situações nas quais a abordagem quantitativa não seja suficiente, perfis de risco de crédito podem ser alterados

⁴Fonte:<http://www.b3.com.br/data/files/57/73/83/57/120E1710498EEB17DC0D8AA8/Metodologia%20de%20Atribui%C3%A7%C3%A3o%20de%20Perfil%20de%20Risco%20de%20Cr%C3%A9dito%20-%203%C2%BA%20vers%C3%A3o%20-%20Portugues.pdf>

para um nível acima ou abaixo por causa de alguma especificidade do emissor não capturada pelo modelo de atribuição de perfil de risco.

3.3.1 Público Elegível

As debêntures englobam uma série de empresas, desde grandes bancos e empresas de capital aberto a fintechs de capital fechado, variando bastante em termos de risco de crédito.

Esta metodologia propõe duas principais exigências que o emissor deve atender: possuir pelo menos uma emissão pública e demonstrativos financeiros. Se a debênture não se adequar às soluções propostas, ela não será elegível à atribuição da classificação do perfil de risco de crédito.

3.3.2 Estimacão de Probabilidade de inadimplência

Como foi dito na introdução da metodologia, usa-se a regressão logística para modelar a probabilidade de inadimplência das debêntures. Na metodologia, y é a variável categórica binária que indica 1 para ocorrência de evento de inadimplência e 0 para adimplência, e X é o conjunto de variáveis explicativas. Enquanto $P(A)$ é a probabilidade de ocorrência do evento A .

As variáveis emitidas são discretizadas em categorias de acordo com seus valores, sendo N a quantidade total de grupos resultantes da discretização de todas as variáveis explicativas referentes ao mês t . A regressão logística explica a probabilidade de adimplência da debênture “ d ” no período entre os meses $t + 1$ e $t + 12$ por meio dos N grupos, segundo a **Equação 14**:

Equação 14 – Regressão Logística

$$P(Y_{d,t+12} = 0/Y_{d,t} = 0) = \frac{e^{\sum_{i=0}^N \beta_i I_{i,d,t}}}{1 + e^{\sum_{i=0}^N \beta_i I_{i,d,t}}} \quad (1)$$

- i. Y é a variável categórica binária que indica 1 para ocorrência de evento de inadimplência e 0 caso contrário;
- ii. β_0 é o intercepto da regressão;
- iii. β_i é o coeficiente linear referente a cada grupo, sendo $1 \leq i \leq N$; e
- iv. $I_{i,d,t}$ é a variável explicativa i para a debênture d pertencer no momento t, sendo $1 \leq i \leq N$.

Fonte: <http://www.b3.com.br/data/files/57/73/83/57/120E1710498EEB17DC0D8AA8/Metodologia%20de%20Atribui%C3%A7%C3%A3o%20de%20Perfil%20de%20Risco%20de%20Cr%C3%A9dito%20-%203%C2%BA%20vers%C3%A3o%20-%20Portugues.pdf>

A equação é estimada pela maximização de função de verossimilhança, a qual em estatística é uma função que permite inferir sobre o seu valor a partir de um conjunto de observações. Ou seja, todo mês as debêntures que entram nesta variável contribuem com suas variáveis explicativas e com a informação de que foi adimplente ou não em 12 meses, o que é denominado de safra de desenvolvimento.

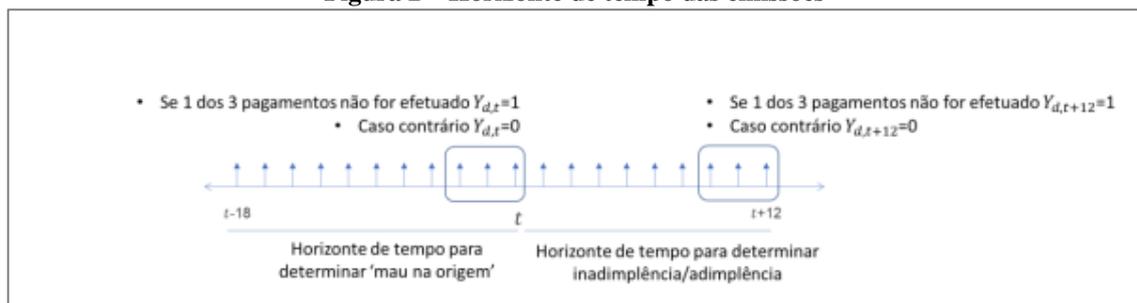
3.3.2.1 Definição de evento de inadimplência e conceito de default

Na **Equação 14**, há duas maneiras de o emissor não ser aceito: quando este é inadimplente ou quando é considerado em default (ou “mau na origem”). No momento em que o emissor não efetua o pagamento de uma amortização ou juros entre os três últimos eventos numa janela de 12 meses futuros à data da avaliação, ele é caracterizado como inadimplente. Se ocorrer estas condições o $y_{d,t+12}$ da **Equação 14** será igual a 1. Caso contrário, $y_{d,t+12}$ será igual a 0.

Nesse sentido, o caso de default ocorre se o emissor apresentar pelo menos um não pagamento de juros ou amortização entre as últimas três amortizações/juros nos últimos 18 meses.

Estes dois casos estão exemplificados na **Figura 2** abaixo:

Figura 2 – Horizonte de tempo das emissões



Fonte: <http://www.b3.com.br/data/files/57/73/83/57/120E1710498EEB17DC0D8AA8/Metodologia%20de%20Atribui%C3%A7%C3%A3o%20de%20Perfil%20de%20Risco%20de%20Cr%C3%A9dito%20-%203%C2%BA%20vers%C3%A3o%20-%20Portugues.pdf>

3.3.2.2 Seleção das variáveis ($I_{i,d,t}$)

Para a escolha das variáveis que entrarão no modelo é necessário um processo bem definido de seleção, o qual deve-se contar com aspectos que capturem as características dos grupos de variáveis mencionados anteriormente. O processo feito pela B3 é de seleção sequencial que conta com três etapas: univariada, bivariada e multivariada.

A primeira etapa tenta selecionar variáveis explicativas que atendam algumas características:

- i. Correlação com a variável dependente que seja estatisticamente significativa e faça sentido econômico;
- ii. Estável ao longo do tempo;
- iii. Disponível no momento da estimação do modelo; e
- iv. Poder discriminatório significativo⁵.mn

⁵Fonte: <http://www.b3.com.br/data/files/57/73/83/57/120E1710498EEB17DC0D8AA8/Metodologia%20de%20Atribui%C3%A7%C3%A3o%20de%20Perfil%20de%20Risco%20de%20Cr%C3%A9dito%20-%203%C2%BA%20vers%C3%A3o%20-%20Portugues.pdf>

Na etapa bivariada é analisado a correlação de uma variável explicativa com outra para evitar problemas de colinearidade no modelo, entrando em detalhes sobre o comportamento de uma variável explicativa em relação com outras variáveis, dependente e explicativas. Caso o módulo de duas variáveis explicativas possua correlação superior a determinado limite, a variável que tenha a menor correlação em valor absoluto com a variável dependente é descartada.

As variáveis que sobraem precisam ser tratadas para atender às relações de linearidade da equação logística, sendo, portanto, necessário categorizar variáveis de diversas maneiras, criando grupos, faixas e outros tipos de diferenciação, para que se tenha uma monotonicidade com a taxa de inadimplência durante o tempo. Desenvolvendo, assim, variáveis que possam discriminar no mínimo dois grupos, fazendo com que o modelo fique mais preciso.

Com o conjunto $I_{i,d,t}$ de variáveis explicativas que determinam a **Equação 14** para o modelo, o processo multivariado consiste na estimação dos β_i pela regressão logística.

A base de dados é dividida entre uma de teste e outra de validação, para que seja possível averiguar caso tenha algum Overfitting (sobre-ajuste). Diante dos resultados de métricas como o índice Gini e o KS nas bases de dados de teste, chega-se em uma conclusão: o modelo terá continuação ou haverá algumas mudanças? Tendo continuação, parte-se para a etapa de ajuste macrossetorial.

3.3.3 Ajuste Macrossetorial da Probabilidade de Inadimplência

Depois de ter selecionado o público e as variáveis para o modelo, a metodologia implementa um dos grandes diferenciais da modelagem da B3: um ajuste temporal e econômico para diminuir o viés da metodologia de atribuição de perfil de risco de crédito.

Como há uma defasagem temporal entre as variáveis explicativas da regressão logística, é feito um ajuste nas probabilidades de inadimplência para que sejam incorporadas condições esperadas para o período que esta possa ocorrer.

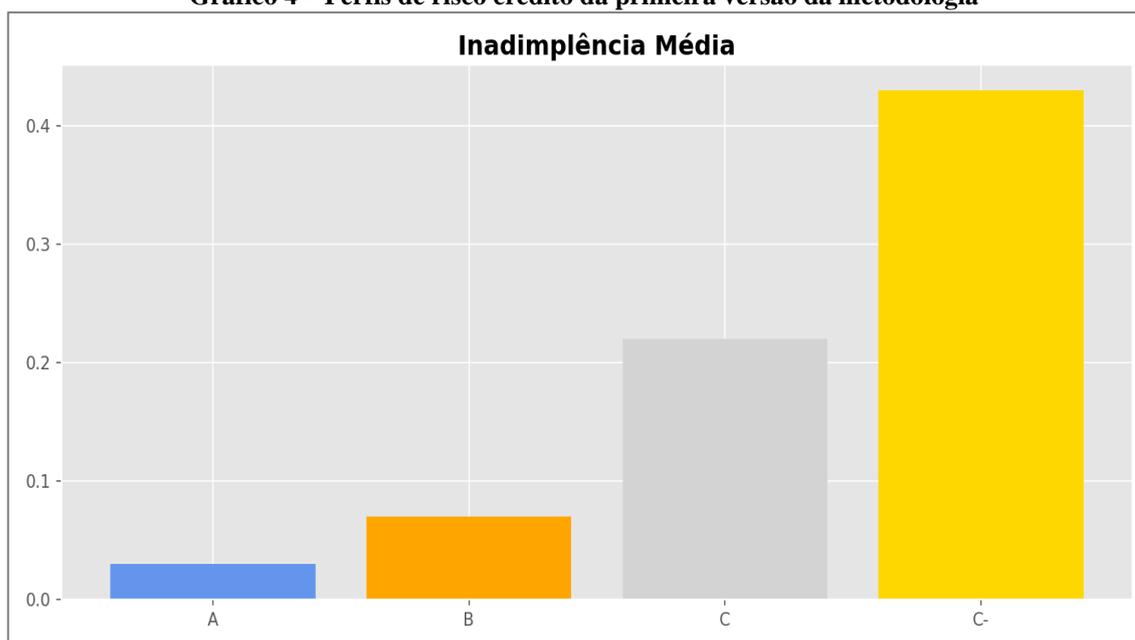
Tal ajuste ocorre por meio de duas etapas quantitativas. Primeiro, as probabilidades de inadimplência são ajustadas por previsões de variáveis macroeconômicas que impactam conjuntamente os emissores durante o período, criando-se os macrossetores. Para cada um destes grupos, uma regressão modela pela probabilidade de inadimplência média estimada e pelas previsões de variáveis macroeconômicas. Na segunda etapa, a probabilidade de inadimplência de cada emissor é corrigida de acordo com uma transformação bayesiana e o modelo macrossetorial em questão, distribuindo o ajuste de forma proporcional ao risco de cada emissor.

3.3.4 Atribuição de Perfil de Risco de Crédito

As debêntures são ordenadas pelas suas probabilidades de inadimplência calculadas pelo modelo de forma crescente e agrupadas de acordo com um intervalo dessas probabilidades. Cada grupo recebe uma letra que representa seu perfil de risco de crédito: quanto mais próximo do final do alfabeto, maior o seu risco, portanto, maior a sua probabilidade de inadimplência.

Com a limitada liquidez da negociação no mercado secundário de debêntures, na primeira versão da metodologia o público elegível foi dividido em apenas quatro letras: A, B, C e C- (**Gráfico 4**).

Gráfico 4 – Perfis de risco crédito da primeira versão da metodologia



Fonte: Elaboração própria com dados do UP2DATA

O perfil de crédito “A”, por exemplo, tem de ter a probabilidade de inadimplência média inferior às dos outros perfis, pelo fato de que os emissores deste grupo são menos arriscados em média do que os outros, como podemos ver pelo gráfico acima. As debêntures de grupos iguais têm que ter probabilidade de inadimplências e estabilidade ao longo do tempo parecidas, para que haja uma boa diferenciação entre os perfis de risco de crédito. Conseqüentemente, será possível associar cada perfil com uma curva de spread estimada diariamente.

Além dos quatro perfis apresentados a seguir no **Gráfico 4** (A, B, C e C-), a escala de classificação de risco de crédito inclui outros três perfis: D, E, F. O perfil D é dado aos emissores que estão em processo de recuperação judicial ou àqueles em default; o perfil E, aos emissores que estão em processo de recuperação judicial e seus respectivos planos de recuperação não foram aprovados; e o perfil F, aos emissores que estão encerrando suas atividades.

3.3.5 Ajustes Qualitativos

Após o processo quantitativo, para finalizar a metodologia para atribuição de perfil de risco de crédito, a B3 implementa alguns ajustes qualitativos no modelo. Este consiste, em resumo, em alterar o perfil de risco de crédito atribuído pelo modelo caso encontre-se alguma nova informação relevante não capturada pelo método quantitativo. Dentro disto, fazem-se dois tipos de ajustes: os qualitativos predefinidos e os qualitativos adicionais.

3.3.5.1 Ajustes Qualitativos Predefinidos

Há empresas que fazem um pedido de recuperação judicial que não apresentam eventos de inadimplência, fazendo com que os perfis destas empresas sejam alterados para D.

Existem também projetos em fase inicial que possuem debêntures com garantia de um acionista, de modo que todo risco de crédito da emissão seja igual ao do garantidor. Nesta situação, a informação está disponível nas escrituras das debêntures, o que é algo que não é capturado durante a parte quantitativa da metodologia para atribuição de perfil de risco de crédito. A partir disso, é feito um ajuste para que o rating da emissão seja o do perfil do acionista.

3.3.5.2 Ajustes Qualitativos Adicionais

Tenta-se encontrar fatores abstratos que não são capturados de forma quantitativa no modelo, podendo gerar uma atribuição de perfil de risco de crédito com menos viés. A B3 entra em mais detalhes sobre o emissor em si, tentando encontrar qual o seu posicionamento de mercado, notícias em geral, o quão arriscados são os seus acionistas, entre outros. Diante desses fatores, avalia-se se é necessária uma mudança do perfil de risco de crédito da empresa emissora atribuído pelo modelo.

3.4 Manual de Apreçamento de Debêntures

A metodologia descrita neste manual parte dos resultados obtidos na metodologia para atribuição de perfil de risco de crédito de debêntures da B3. Depois de ter sido feito os ratings para as debêntures, esta literatura tenta caracterizar os ativos e modelar a curva de *spread* para cada rating, demonstrando o passo a passo do cálculo empregado na geração de taxas e preços de mercado de debêntures.

Neste trabalho não será discutido em extenso a definição de cada variável usada, estas estão disponíveis no glossário de variáveis presente no manual em referência. Nosso objetivo é descrever a metodologia a partir do funcionamento de seu modelo e dos parâmetros de apreçamento para os grupos de contratos de debêntures, que resultam em estimativas de seus preços de mercado.

3.4.1 Modelos de Apreçamento dos Contratos de Renda Fixa

Os contratos de debêntures são divididos em quatro grupos: prefixados, pós-fixados com spread percentual, pós-fixados com spread multiplicativo e indexados. Estes diferem quanto ao indicador financeiro utilizado para a correção monetária, o que se reflete no cálculo do apreçamento do título de cada grupo.

Para as debêntures ilíquidas, o preço é determinado de acordo com seus grupos específicos via os modelos descritos abaixo. Por outro lado, o preço de referência das debêntures líquidas, quais sejam, é a média dos preços dos negócios do dia ponderada pela quantidade.

3.4.1.1 Contratos prefixados

Caracterizam-se por terem sua taxa de juros (r_{e_i}) e o rendimento conhecidos no momento de sua emissão. Ou seja, as taxas de juros prefixadas são definidas previamente e permitem que o consumidor conheça, na data da contratação, o valor exato de todas as parcelas a pagar.

Para se calcular o valor presente do contrato ($P(e_i)$) e saber sua taxa única de desconto (TU), é necessário usar algumas fórmulas e variáveis introduzidas no manual de precificação. Primeiramente, estima-se o valor financeiro ($F(e_i)$) do evento de juros a ser pago na data:

Equação 15 – Valor financeiro

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

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

Fonte: [http://www.b3.com.br/data/files/C7/91/E5/21/ABFF47102C784E47AC094EA8/Manual de Aprecaemento - Debentures 20200929.pdf](http://www.b3.com.br/data/files/C7/91/E5/21/ABFF47102C784E47AC094EA8/Manual_de_Aprecaemento_-_Debentures_20200929.pdf)

E, em seguida, consegue-se encontrar o valor presente e a taxa de desconto da debênture de acordo com as fórmulas abaixo:

Equação 16 – Valor presente e taxa de desconto

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

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

Fonte: [http://www.b3.com.br/data/files/C7/91/E5/21/ABFF47102C784E47AC094EA8/Manual de Aprecaemento - Debentures 20200929.pdf](http://www.b3.com.br/data/files/C7/91/E5/21/ABFF47102C784E47AC094EA8/Manual_de_Aprecaemento_-_Debentures_20200929.pdf)

As equações dos próximos grupos de contratos são significativamente similares, com isso não será discutido sobre como é calculado cada uma. O

importante é entender qual a diferença entre os contratos, para conseguir agrupá-los e precificá-los.

3.4.1.2 Contratos pós-fixados

Os contratos pós-fixados caracterizam-se por terem uma correção monetária de acordo com algum indexador. Os contratos em questão são divididos em dois tipos: *spread* percentual e *spread* multiplicativo. O primeiro observa um percentual da taxa de juros do indexador definida no momento da emissão do contrato, enquanto o segundo considera a composição da taxa de cupom do contrato com a sua taxa de juros.

3.4.1.3 Contratos indexados

Este grupo é similar aos contratos pré-fixados, no entanto, seus títulos atualizam seu valor nominal de emissão segundo a variação de algum índice N definido na emissão do contrato, como o Índice Geral de Preços do Mercado (IGP-M) ou o Índice Nacional de Preços ao Consumidor (IPCA).

3.4.2 Curva de Spread de Debêntures

3.4.2.1 Modelo

O modelo utiliza o tratamento de Nelson-Iegel para ajustar o nível e a inclinação da curva de crédito com o objetivo de encontrar uma estrutura a termo homogênea entre as debêntures. Introduce-se na **Equação 17** o parâmetro de nível de perfil de crédito β_x diferenciado por cada rating e o fator de inclinação $\beta_{credito}$ comum a todos os perfis:

Equação 17 – Curva de juros

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

- i. x é um dos perfis de crédito possíveis que foram calculados na metodologia de atribuição de perfil de risco de crédito no começo do capítulo.
- ii. $r_x(\tau)$ é a estrutura temporal do spread de crédito do perfil de crédito x ;
- iii. τ é o prazo da curva anualizado;
- iv. λ é a velocidade de decaimento de r_x ;
- v. β_x é o nível das taxas de longo prazo para a curva de spread de crédito do perfil de crédito x ;
- vi. β_{credito} é a inclinação comum a todas as curvas de juros; e
- vii. $\epsilon(\tau)$ é o termo de erro do modelo.

Fonte: [http://www.b3.com.br/data/files/C7/91/E5/21/ABFF47102C784E47AC094EA8/Manual_de_Aprecaimento - Debentures 20200929.pdf](http://www.b3.com.br/data/files/C7/91/E5/21/ABFF47102C784E47AC094EA8/Manual_de_Aprecaimento_-_Debentures_20200929.pdf)

3.4.2.2 Estimação do modelo

3.4.2.2.1 Método de otimização

As curvas de spread de crédito não são diretamente observáveis, criando um problema para estimar o preço de mercado mais realístico possível. Consiste, portanto, em encontrar uma curva de desconto para cada categorização de perfil de crédito que minimize a diferença entre o preço teórico e o preço negociado e, também, o diferencial entre o peso ρ da **Equação 18**. Para isso, usa-se o método de mínimos quadrados ponderados (MQP) para estimar todas as curvas de crédito:

Equação 18 – Minimização do erro dos preços

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

- i. n_x é o número de debêntures usadas na estimação do perfil de crédito x ;
- ii. $w_i = 1 / \text{Duration}(i)$, sendo a Duration expressada em anos;

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

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

Fonte: [http://www.b3.com.br/data/files/C7/91/E5/21/ABFF47102C784E47AC094EA8/Manual_de_Apreçamento - Debentures_20200929.pdf](http://www.b3.com.br/data/files/C7/91/E5/21/ABFF47102C784E47AC094EA8/Manual_de_Apreçamento_-_Debentures_20200929.pdf)

Pela equação, para minimizar a diferença entre os preços é necessário calcular o preço de mercado e o parâmetro β_x para cada perfil de crédito. Os próximos subtítulos do manual de apreçamento se concentram nestas duas variáveis.

3.4.2.2.2 Espaçamento entre curvas de crédito

No cálculo da variável β_x é usado o parâmetro β_a como referencial para obter o resultado dos parâmetros dos ratings B, C e C-, pelo fato de que a liquidez das debêntures está concentrada no perfil de crédito A.

Os espaçamentos são obtidos à partir de um modelo de vetores autorregressivos (VAR) de ordem 1, conseguindo, assim, construir as taxas de acordo com as séries temporais e estimar os parâmetros do modelo VAR (a_p e $\Phi_{p,q}$). Feito isto, é possível chegar nos valores do $\beta_{x,t}$ para cada perfil de risco de crédito:

Equação 19 – Cálculo do $\beta_{x,t}$

$$\beta_{x,t} = \beta_{A,t} - y_t^{(x)} = \beta_{A,t} - \left(a_x + \phi_{x,B} \bar{y}^{(B)} + \phi_{x,C} \bar{y}^{(C)} + \phi_{x,C-} \bar{y}^{(C-)} \right)$$

Fonte: [http://www.b3.com.br/data/files/C7/91/E5/21/ABFF47102C784E47AC094EA8/Manual de Apreca mento - Debentures_20200929.pdf](http://www.b3.com.br/data/files/C7/91/E5/21/ABFF47102C784E47AC094EA8/Manual_de_Apreca mento_-_Debentures_20200929.pdf)

3.4.2.2.3 Preço de mercado

O preço de mercado é estimado calculando uma média ponderada entre todos os negócios que estejam dentro de um específico intervalo de preços (**Equação 22**). Sendo os pesos desta média as quantidades de negócio da debênture, dando mais peso quanto mais líquida.

É calculado um spread implícito no preço de cada negócio, com o objetivo de retirar aqueles com spreads não compatíveis com o perfil da emissão. Este spread é denotado por $p_{t,j}$, onde j é a variável do tipo de negócio e t a sua data. O preço é definido pela **Equação 20**:

Equação 20 – Preço do negócio

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

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

Fonte: [http://www.b3.com.br/data/files/C7/91/E5/21/ABFF47102C784E47AC094EA8/Manual de Aprecaemento - Debentures_20200929.pdf](http://www.b3.com.br/data/files/C7/91/E5/21/ABFF47102C784E47AC094EA8/Manual_de_Aprecaemento_-_Debentures_20200929.pdf)

Algo importante de se calcular é a mediana p_{med} dos negócios dos últimos dias com negociação da debênture e o desvio padrão de spreads implícitos na janela histórica (σ). Com eles é possível definir dois spreads necessários para chegarmos nos extremos do intervalo de preços (**Equação 21** e **Equação 22**):

Equação 21 – Spreads

$$\begin{aligned}\rho_{\alpha} &= \rho_{med} + \sigma * d \\ \rho_{1-\alpha} &= \rho_{med} - \sigma * d\end{aligned}$$

- i. d é um fator de ponderação do desvio padrão.

Fonte: [http://www.b3.com.br/data/files/C7/91/E5/21/ABFF47102C784E47AC094EA8/Manual de Aprecaemento - Debentures_20200929.pdf](http://www.b3.com.br/data/files/C7/91/E5/21/ABFF47102C784E47AC094EA8/Manual_de_Aprecaemento_-_Debentures_20200929.pdf)

Equação 22 – Extremos do intervalo de preços

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

Fonte: [http://www.b3.com.br/data/files/C7/91/E5/21/ABFF47102C784E47AC094EA8/Manual de Aprecaemento - Debentures_20200929.pdf](http://www.b3.com.br/data/files/C7/91/E5/21/ABFF47102C784E47AC094EA8/Manual_de_Aprecaemento_-_Debentures_20200929.pdf)

Como comentado anteriormente, a média ponderada pela quantidade de negócios que estejam no intervalo da **Equação 22** resultará na estimativa do preço de mercado da debênture no dia de cálculo.

3.5 Comentários Finais

A metodologia de precificação da B3 tem seu começo no final de 2018 com o objetivo de ampliar o volume de informação do mercado de debêntures e desenvolvê-lo a partir disso. Para isso, usufrui-se da volumetria dos ativos líquidos e de um modelo extremamente preciso e robusto, que consegue categorizar as debêntures de acordo com seus riscos e encontrar os “preços de mercado” dos ativos ilíquidos.

Com o desenvolvimento desta metodologia, a B3 consegue calcular o preço diariamente de todas as debêntures estudadas, fazendo com que o mercado tenha um aumento significativo no volume de informações disponíveis. Diante disso, o mercado de debêntures atualmente depara-se com dois importantes e fortes cálculos de apreçamento do ativo, da ANBIMA e da B3. Cada metodologia tem seu ponto focal e especificidades, sendo, as duas, extremamente importantes para o desenvolvimento do mercado. A seguir, será feito um breve resumo comparando os dois métodos de cálculo com o intuito de informar suas principais diferenças e pontos fortes.

4. Análise Comparativa

4.1 Comentários Iniciais

Conforme já abordamos, a consolidação de um mercado de crédito corporativo é uma das etapas necessárias para o amadurecimento e desenvolvimento econômico em uma economia livre. No Brasil o mercado de debêntures tem aumentado significativamente nos últimos anos. Com o cenário econômico mundial de redução significativa dos níveis de juros e, como resultante, juros básicos mais baixos no Brasil, existem incentivos e condições que geram uma expectativa que este desenvolvimento permaneça e acelere com um aumento relativo do crédito corporativo privado no volume de operações de crédito totais da economia e no atual cenário existe uma enorme urgência dos atores de mercado em trabalharem em condições que aumente a liquidez e a eficiência do mercado de debêntures no seu desenvolvimento e higidez. E concluímos que, dentre os maiores desafios está a dificuldade existente na determinação de “preço de mercado” no mercado secundário para a maioria das debêntures, dado o número reduzido de transações e dada a organização do mercado.

4.2 Desenvolvimento Histórico

O Mercado de Capitais Brasileiro possui poucas alternativas de referências para a precificação de debêntures privadas no mercado secundário. Hoje este mercado tem um volume estimado de R\$ 400 bilhões e vem crescendo. Sua participação no total da dívida corporativa privada cresce constantemente e deve ser tornar a mais importante fonte de capital de terceiros no futuro.

A metodologia da ANBIMA criada em 2000 permanece como uma das mais importantes referências e até o lançamento da metodologia da B3 em 2020 era considerada a única referência amplamente aceita pelos agentes.

No atual momento, estas duas metodologias são as principais referências de precificação de debêntures privadas no mercado secundário. Desta forma, é

extremamente importante a compreensão das diferenças metodológicas existentes pelos diversos agentes econômicos, para que, possam avaliar e definir qual das alternativas existentes deve ser a mais adequada para cada situação específica. Este foi o principal propósito deste trabalho.

4.3 Resumo Comparativo

Com intuito de permitir uma análise das diferenças conceituais entre as metodologias e dar visibilidade ao que consideramos serem os principais pontos de atenção, apresentamos a tabela abaixo.

Tabela 2 – PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DAS METODOLOGIAS DE PRECIFICAÇÃO DE DEBÊNTURES DA ANBIMA E DA B3

Característica		
Ano de lançamento	2000	2019
Quantidade de debêntures com preços divulgados	~ 500	~ 1.000
Taxa de debêntures negociadas	Média entre taxas negociada no dia, nos dois dias anteriores e coletadas	Média do dia
Taxa de debêntures não negociadas		Perfil de risco e curva de spread de crédito
Escalabilidade para maior quantidade de debêntures	Coleta dificulta	Métodos quantitativos facilitam
Pontos de atenção	Coleta e suavização da taxa negociada	Não divulgação dos perfis de risco do emissor

5. Conclusão

As metodologias têm significativa importância no mercado de debêntures e são fundamentais no processo de desenvolvimento deste ativo e de sua liquidez. Cada uma tem sua especificidade e foco, no entanto, as duas iniciativas atuam na mesma direção, contribuindo para que a divulgação dos preços de referência possa ser o diferencial no processo de formação de preços das debêntures, aumentando, assim, o volume negociado e a confiança dos investidores.

A metodologia da ANBIMA, foi a pioneira e tem como ponto forte a sua simplicidade e originalidade. Antes da metodologia da B3, o principal modelo de apuração de debêntures utilizado amplamente pelo mercado sempre foi o da ANBIMA, com um universo de um pouco menos de 500 debêntures, e utilizando o método de coleta e o sistema REUNE para obter as informações necessárias para seu cálculo de preços e taxas.

A metodologia da B3, lançada posteriormente, apresenta sofisticação metodológica e objetiva uma maior precisão, valendo-se de um mercado atual com maior liquidez do que no passado. Para isto, a metodologia parte de uma pré-classificação de risco de crédito. A metodologia da B3 tem um universo de mais de mil debêntures, que além dos métodos de modelagem de crédito, possui ajustes macrosetoriais e permite uma alta eficiência e rapidez na divulgação dos preços do ativo.

Consideramos, a atribuição de perfil de risco de crédito um grande diferencial da precificação da B3, conseguindo discriminar e categorizar as debêntures de maneira extremamente precisa. O complexo processo de seleção de variáveis ajuda a metodologia a capturar apenas aquelas que amplificam o poder do modelo, tendo, assim, uma maior precisão nos resultados das taxas e preços. O ajuste macro-setorial é de extrema importância para retirar o viés do modelo e modificá-lo de acordo com a conjuntura atual, fazendo com que o resultado fique mais realístico e rigoroso. Há, também, os ajustes qualitativos, que ajudam a controlar casos mais específicos que não entram no modelo em si, dando suporte e robustez para ele. Todos estes pontos possibilitam a criação

de uma curva de spread para cada perfil de risco de debêntures, conseguindo, portanto, precificar cada grupo de maneira certa.

Cada metodologia tem sua história e especificidade, sendo, as duas, de extrema importância para o mercado primário e secundário das debêntures. Em 2000 a precificação da ANBIMA começou o processo de apreçamento e deu uma certa robustez para o mercado em questão, sendo a principal metodologia por praticamente duas décadas. A da B3 é uma metodologia mais recente que proporciona para o mercado uma estável complexidade e eficiência, fazendo com que haja uma alta precisão na precificação. A convivência das duas é extremamente vantajoso para o mercado em geral, pois a relação entre as metodologias é algo harmônico e complementar, no qual a existência das duas oferece uma maior gama de opções dentro do mercado de debêntures. Esperamos que este trabalho seja mais um elemento de contribuição ao desenvolvimento e hígidez deste mercado.

6. Bibliografia e Anexo

MANUAL de apreçamento de debêntures. **Brasil Bolsa Balcão**, 2019. Disponível em: <[http://www.b3.com.br/data/files/C7/91/E5/21/ABFF47102C784E47AC094EA8/Manual de Apreçamento - Debentures 20200929.pdf](http://www.b3.com.br/data/files/C7/91/E5/21/ABFF47102C784E47AC094EA8/Manual%20de%20Apreçamento%20-20200929.pdf)>. Acesso em 18/10/2020.

METODOLOGIA para atribuição de perfis de risco de crédito de debêntures. **Brasil Bolsa Balcão**, 2019. Disponível em: <<http://www.b3.com.br/data/files/57/73/83/57/120E1710498EEB17DC0D8AA8/Metodologia%20de%20Atribui%C3%A7%C3%A3o%20de%20Perfil%20de%20Risco%20de%20Cr%C3%A9dito%20-%203%C2%BA%20vers%C3%A3o%20-%20Portugues.pdf>>. Acesso em 18/10/2020.

GUIA de metodologias ANBIMA de Precificação: <https://www.anbima.com.br/data/files/41/33/64/17/5EAB77103EDB69776B2BA2A8/Guia%20de%20metodologias%20ANBIMA%20de%20Precificacao_161120.pdf>. Acesso 16/11/2020.

THOMAS, Lyn. CONSUMER CREDIT MODELS. 2009

MCKINNEY, Wes. PYTHON PARA ANÁLISE DE DADOS. Outubro, 2019

EVANS, David S.; SCHMALENSEE, Richard. PAYING WITH PLASTIC. 2005

THOMAS, Lyn; EDELMAN, David B.; CROOK, Jonathan N. READINGS IN CREDIT SCORING. 2007

FRIEDMAN, Thomas L. O MUNDO É PLANO. 2005