

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA E RELAÇÕES INTERNACIONAIS**

MAÍSA DE MOURA

**GERENCIAMENTO DE RISCO DE CRÉDITO DE INSTITUIÇÕES FINANCEIRAS:
UMA APLICAÇÃO DO MODELO KMV**

Porto Alegre

2020

MAÍSA DE MOURA

**GERENCIAMENTO DE RISCO DE CRÉDITO DE INSTITUIÇÕES FINANCEIRAS:
UMA APLICAÇÃO DO MODELO KMV**

Trabalho de conclusão submetido ao Curso de Graduação em Ciências Econômicas da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, como requisito parcial para obtenção do título Bacharel em Economia.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo
Schönerwald da Silva

Porto Alegre

2020

MAÍSA DE MOURA

**GERENCIAMENTO DE RISCO DE CRÉDITO DE INSTITUIÇÕES FINANCEIRAS:
UMA APLICAÇÃO DO MODELO KMV**

Trabalho de conclusão submetido ao Curso de Graduação em Ciências Econômicas da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, como requisito parcial para obtenção do título Bacharel em Economia.

Aprovado em: Porto Alegre, ____ de _____ de 2020.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Carlos Eduardo Schönerwald da Silva – Orientador
UFRGS

Prof. Dr. Nelson Seixas dos Santos
UFRGS

Prof. Dr. Sabino da Silva Porto Júnior
UFRGS

“If you don't invest in risk management, it doesn't matter what business you're in, it's a risky business.”

(Gary David Cohn)

RESUMO

O modelo KMV, utilizado comercialmente para gestão de portfólios de crédito, é o principal objeto de análise desse trabalho. Por meio da adaptação e aplicação do modelo para instituições financeiras do mercado brasileiro, o estudo busca identificar a eficiência desse recurso para estimação da probabilidade de inadimplência e para a gestão de risco de crédito de empresas. Ademais, o estudo busca averiguar a existência de relação entre risco de mercado - representado pelo variável preço das ações - e risco de crédito - representado pela probabilidade de *default*, com o intuito de propiciar argumentos sobre a necessidade da obtenção de uma gestão de riscos integrada.

Palavras-chave: Risco de Crédito. Probabilidade de *default*. Modelo KMV. Gestão de portfólios de crédito.

ABSTRACT

The KMV model, used commercially in credit portfolio management, is the main object of this study. Through the adaptation and application of the model for financial institutions in the Brazilian market, the study seeks to identify the efficiency of KMV in estimating probability of default and in credit risk management. In addition the study analyzes the existence of connection between market risk, represented by share prices, and credit risk, represented by the probability of default, in order to provide arguments about the need to obtain integrated risk management.

Keywords: Credit Risk. Probability of default. KMV Model. Credit portfolio management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Classificação das principais agências de <i>rating</i>	20
Figura 2 – Estrutura do modelo <i>Credit Metrics</i>	30
Figura 3 – Estrutura do modelo <i>Credit Risk+</i>	32
Figura 4 – Estrutura do modelo <i>Credit Portfolio View</i>	34
Figura 5 – Estimação da Frequência Esperada de <i>Default</i> no modelo KMV.....	43
Figura 6 – Validação da EDF para instituições financeiras globais (1996-2006).....	44
Figura 7 – Validação da EDF para instituições financeiras globais (2007-2010).....	45
Figura 8 – Valores de EDF para a empresa Lehman Brothers Holdings (2000-2008).....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Empresas selecionadas para a aplicação do modelo KMV.....	53
Tabela 2 – Informações para a aplicação do modelo KMV – Banco ABC.....	55
Tabela 3 – Resultados da aplicação do modelo KMV – Banco ABC.....	55
Tabela 4 – Informações para a aplicação do modelo KMV – Banestes.....	56
Tabela 5 – Resultados da aplicação do modelo KMV – Banestes.....	57
Tabela 6 – Informações para a aplicação do modelo KMV – Banrisul.....	58
Tabela 7 – Resultados da aplicação do modelo KMV – Banrisul.....	58
Tabela 8 – Informações para a aplicação do modelo KMV – Banco do Brasil.....	59
Tabela 9 – Resultados da aplicação do modelo KMV – Banco do Brasil.....	59
Tabela 10 – Informações para a aplicação do modelo KMV – Bradesco.....	60
Tabela 11 – Resultados da aplicação do modelo KMV – Bradesco.....	61
Tabela 12 – Informações para a aplicação do modelo KMV – BTG Pactual.....	62
Tabela 13 – Resultados da aplicação do modelo KMV – BTG Pactual.....	62
Tabela 14 – Informações para a aplicação do modelo KMV – Banco Inter.....	63
Tabela 15 – Resultados da aplicação do modelo KMV – Banco Inter.....	63
Tabela 16 – Informações para a aplicação do modelo KMV – Itaú Unibanco.....	64
Tabela 17 – Resultados da aplicação do modelo KMV – Itaú Unibanco.....	65
Tabela 18 – Informações para a aplicação do modelo KMV – Banco Pan.....	66
Tabela 19 – Resultados da aplicação do modelo KMV – Banco Pan.....	66
Tabela 20 – Informações para a aplicação do modelo KMV – Santander Brasil.....	67
Tabela 21 – Resultados da aplicação do modelo KMV – Santander Brasil.....	67
Tabela 22 – Relação entre preço de ações e PD (Banco Pan e Itaú Unibanco).....	69
Tabela 23 – Comparação entre <i>rating</i> e PD estimada.....	70

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

B3	Brasil Bolsa Balcão
BC	Banco Central
BCBS	<i>Basel Committee on Banking Supervision</i>
BIS	<i>Bank for International Settlements</i>
CAPM	<i>Capital Asset Pricing Model</i>
CMN	Conselho Monetário Nacional
CMPC	Custo Médio Ponderado de Capital
CSFB	<i>Credit Suisse First Boston</i>
D	Ponto de <i>default</i>
DD	Distância ao <i>default</i>
EAD	<i>Exposure at Default</i>
EDF	<i>Expected Default Frequency</i>
FLC	Fluxos livres de caixa
IRB	<i>Internal Ratings-based Approach</i>
KMV	Kealhofer, McQuown e Vasicek
LBTR	Liquidação pelo Valor Bruto em Tempo Real
LGD	<i>Loss Given Default</i>
PD	Probabilidade de <i>Default</i>
PIT	<i>Point in Time</i>
PL	Patrimônio Líquido
PLE	Patrimônio Líquido Exigido
S&P	Standard & Poor's
SFI	Sistema Financeiro Internacional
SIM	<i>Single-Index Model</i>
SML	<i>Security Market Line</i>
TMP	Teoria Moderna de Portfólio
TTC	<i>Through the Cycle</i>
VaR	<i>Value at Risk</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
2.1	Gerenciamento de riscos em instituições financeiras.....	14
2.1.1	Risco de crédito.....	16
2.1.2	<i>Ratings</i> de crédito.....	17
2.1.3	Agências de classificação de risco.....	18
2.2	Regulação de instituições financeiras - os Acordos de Basileia.....	20
2.3	Teoria Moderna de Portfólio.....	26
2.3.1	Teoria de precificação de ativos.....	26
2.3.2	Modelo estrutural de Merton.....	28
2.4	Modelos de gestão de portfólio de crédito.....	28
2.4.1	<i>Credit Metrics</i>	29
2.4.2	<i>Credit Risk +</i>	31
2.4.3	<i>Credit Portfolio View</i>	33
2.4.4	<i>Risk Frontier</i> (KMV).....	34
3	O MODELO KMV.....	36
3.1	Premissas do modelo.....	36
3.1.1	Valor de mercado.....	38
3.1.2	Volatilidade de retorno dos ativos.....	39
3.1.3	Ponto de <i>default</i>	41
3.1.4	Distância ao <i>default</i>	42
3.1.5	Frequência esperada de <i>default</i> (EDF).....	42
3.2	Vantagens e desvantagens do modelo KMV.....	48
4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	51
4.1	Seleção da amostragem.....	52
4.2	Aplicação do modelo KMV.....	54
4.2.1	Banco ABC.....	54
4.2.2	Banco do Estado do Espírito Santo (Banestes).....	56
4.2.3	Banco do Estado do Rio Grande do Sul (Barrisul).....	57

4.2.4	Banco do Brasil.....	58
4.2.5	Bradesco.....	60
4.2.6	BTG Pactual.....	61
4.2.7	Banco Inter.....	62
4.2.8	Itaú Unibanco.....	64
4.2.9	Banco Pan.....	65
4.2.10	Santander Brasil.....	66
4.3	Avaliação dos resultados.....	68
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	71
	REFERÊNCIAS.....	73

1 INTRODUÇÃO

As crises financeiras fazem parte da história da humanidade. O movimento de perda abrupta de valor de ativos e de valor de instituições resultante das crises possui um grande reflexo não só no setor econômico, como também nos demais setores da sociedade. Os períodos de recessão econômica são característicos pela redução do nível de atividade econômica, que se reflete na queda da taxa de lucro, na redução da produção de bens e serviços, no fechamento e falência de empresas, no aumento da taxa de desemprego e na redução da renda de famílias.

Para identificar, analisar, avaliar, mensurar e monitorar a probabilidade de que eventos negativos ocorram e incidam em perdas financeiras para a economia, existe a gestão de riscos. Solomon, Solomon, Norton e Joseph (2000) definem risco como a incerteza associada com um ganho ou perda potencial. Toda empresa se depara com diferentes riscos e a priorização deles é uma parte essencial do processo de gerenciamento de riscos.

A crise financeira de 2008 evidenciou, especialmente no setor bancário, uma fragilidade na mensuração da probabilidade de inadimplência, ou seja, no risco de crédito de empresas. As três principais e mais antigas agências de classificação de risco, Standard & Poor's, Moody's e Fitch concentram o maior número de avaliações de empresas, nas quais estão depositadas a confiança de milhões de investidores. O objetivo dessas agências é minimizar problemas ligados à assimetria de informações por meio da classificação de títulos, empresas e países. A partir de 2008, a credibilidade dessas agências começou a ser amplamente questionada. Carvalho (2010) menciona como principais fatores desse questionamento a falta de concorrência no mercado de classificação de risco, o formato de avaliação realizado, em que empresas pagam pela avaliação e, em alguns casos, tentam obter a melhor nota possível pelo menor preço, e a falta de alerta sobre o alto grau de risco das operações classificadas.

Desde então, diversas medidas foram tomadas no mercado financeiro a fim de aumentar a confiança dos investidores e garantir solidez para as instituições financeiras. O presente estudo se torna importante na medida em que avalia se a aplicabilidade do modelo de uma das grandes agências de *rating* fornece uma boa medida de avaliação de risco, bem como propicia argumentos sobre a necessidade da obtenção de uma gestão de riscos integrada e robusta para as instituições financeiras. Somado a isso, pretende-se demonstrar, com o trabalho, como esse tipo de informação pode ser aplicada, permitindo que acionistas e possíveis investidores tenham condições de fazer

análises de risco de maneira mais simples – já que as informações sobre riscos estão bastante concentradas nas instituições financeiras e nas agências de *rating*.

Assim, por meio da adaptação e aplicação do modelo KMV, da Moody's Analytics Inc., a hipótese a ser verificada é de que quanto maior o valor de mercado de uma empresa, ou seja, quanto maior o preço de suas ações no mercado, menor será sua probabilidade de *default*. A hipótese relaciona os principais riscos aos quais uma instituição financeira incorre (risco de mercado e risco de crédito), além de estar embasada nos trabalhos de Black-Scholes (1973) e Merton (1974) e apresentar uma reflexão sobre as expectativas dos investidores. Nesse caso, dado que o preço de uma ação seja considerado alto, existe a expectativa que de aquela empresa cuja ação está sendo negociada é uma empresa relativamente segura, que irá cumprir com seus compromissos de crédito.

A estrutura do presente trabalho está dividida em três principais capítulos. O primeiro é destinado à apresentação conceitual dos principais tipos de riscos aos quais uma empresa está exposta, e à breve explicação das principais regulamentações internacionais que as instituições financeiras devem se nortear para a gestão de riscos. O capítulo ainda faz uma breve apresentação da Teoria Moderna do Portfólio e de importantes trabalhos, como Sharpe (1964), Black-Scholes (1973) e Merton (1974), que são fundamentais para a compreensão dos modelos de gestão de portfólios de crédito. São ainda apresentados os quatro principais modelos de gestão de portfólio utilizados atualmente no mercado financeiro (*Credit Metrics*, do J. P. Morgan, *Credit Risk+*, do Credit Suisse, *Credit Portfolio View*, da McKinsey e, por fim, o KMV, da Moody's).

O capítulo seguinte explora o modelo KMV, detalhando cada uma de suas variáveis. Ao final da seção, é realizado um estudo de caso, verificando a eficácia da variável *core* do modelo KMV, a frequência esperada de *default*, para o banco de investimentos Lehman Brothers, antes de sua falência, em 2008.

Por fim, o último capítulo apresenta a aplicação prática do modelo KMV para o mercado brasileiro, via seleção de 10 instituições financeiras e estimação da probabilidade de *default* de cada uma delas com base em dados de mercado e dados contábeis obtidos entre 2018 e 2019. Após apresentação dos resultados, são feitas análises e comparações entre as amostras selecionadas e entre os *ratings* estimados pela Moody's e os valores de probabilidade de *default* encontrados, para verificar se os resultados obtidos são confiáveis e para propor outras análises a fim de reduzir assimetrias e fornecer mais insumos para a gestão de risco de crédito das instituições financeiras.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 GERENCIAMENTO DE RISCOS EM INSTITUIÇÕES FINANCEIRAS

A atividade bancária consiste em captar e emprestar recursos, que se manifestam no formato de dinheiro. A administração desse dinheiro envolve grande responsabilidade, já que as instituições financeiras estão em posse de recursos de terceiros (acionistas, entidades governamentais, empresas e a comunidade em geral). Assim, uma parte importante da atividade bancária está em avaliar, regular, monitorar e decidir sobre os riscos que essa instituição está disposta a assumir.

O risco é uma medida de potenciais alterações de valor no gerenciamento de portfólio em decorrência de diferenças no ambiente econômico e na qualidade creditícia dos tomadores de crédito entre o presente momento e um específico ponto no futuro. (BLACKWELL; GRIFFITHS; WINTERS, 2007) Existem diferentes tipos de risco que a atividade bancária enfrenta na sua operação. Silva (2003) elenca como os principais riscos: riscos de liquidez e captação, risco de gestão dos fundos, riscos de administração e controle, risco de estrutura de capitais, riscos de mercado e de taxas de juros e risco de crédito.

O risco de liquidez diz respeito à capacidade de solvência de um banco, ou seja, à capacidade em obter recursos para cumprir os compromissos junto a seus depositantes e para fornecer novos empréstimos aos demandantes por crédito. (SILVA, 2003) Para isso, é fundamental que as instituições financeiras tenham uma reserva mínima de liquidez, de forma a garantir disponibilidade de recursos para o pagamento de suas obrigações, bem como uma gestão adequada de prazos do ativo e do passivo. Uma instituição financeira que possui uma carteira de crédito saudável, reservas mínimas e bons índices de lucratividade incorre em baixo risco de liquidez.

O risco de gestão dos fundos, por sua vez, contempla o risco de liquidez. Os fundos de uma instituição financeira devem ser líquidos, seguros e rentáveis. Assim, além de garantir que a instituição tenha uma reserva de liquidez, para se administrar os fundos ainda é necessário garantir que as operações de crédito realizadas sejam seguras, ou seja, realizadas com clientes confiáveis que efetivamente cumpram com suas obrigações, e também sejam lucrativas – já que o objetivo principal de uma instituição financeira é a obtenção de resultados operacionais positivos.

O risco de administração e controle está relacionado à estratégia da instituição, identificando oportunidades e ameaças ao negócio, à organização da instituição - fornecendo

mecanismos de controle e de auditoria a fim de que não ocorram roubos e falhas, tanto sistêmicas, quanto operacionais, que comprometam a segurança da instituição – e à administração de recursos tecnológicos, para tornar mais competitiva a instituição nas suas atividades administrativas e na prestação de serviços para seus clientes.

Em relação ao risco de estrutura de capitais, é necessário que a instituição financeira tenha um percentual mínimo de seu capital representado por recursos próprios. Isso ocorre porque o funcionamento da instituição está fundamentalmente atrelado a recursos de terceiros, o que, em cenários de recessão econômica, pode cair consideravelmente. Para reforçar a estabilidade e reduzir a desigualdade competitiva entre bancos, são definidas algumas normas a fim de ajustar o capital próprio das instituições ao risco que seus ativos representam. Essas normas, no Brasil, são representadas por meio de resoluções do Banco Central, dentre as quais é possível destacar a Resolução nº 4.193/2013, que dispõe sobre os requerimentos mínimos de capital e de patrimônio de referência, e a Resolução nº 4.557/2017, que dispõe sobre a estrutura de gerenciamento de riscos e de gerenciamento de capital. Ambos os normativos têm como base os Acordos de Basileia, que serão abordados adiante.

O risco de mercado se manifesta pela variação de preços e do comportamento de indicadores – como taxa de juros, taxa de câmbio, preço de ações e preço de *commodities* - diante de eventos do mercado. É possível que ocorram oscilações nas taxas de juros de mercado devido a mudanças na política monetária de um país. Eventos externos, que gerem mudanças na oferta e na demanda de produtos, podem causar alteração dos preços de ações de empresas, bem como variação no preço de *commodities*, como petróleo, ouro e soja. Eventos externos também podem impactar na mudança no preço de uma moeda em relação a outra, estando investidores e empresas detentoras de ativos em outro país sujeitos a risco cambial. Assim, é fundamental que as instituições financeiras mantenham mecanismos de controle desses riscos, e uma das metodologias mais utilizadas para avaliação de risco de mercado é o VaR (*Value at Risk*) - medida que verifica a perda esperada de uma carteira de ativos para um determinado período de tempo, a um intervalo de confiança previamente estabelecido.

Por fim, o risco que se manifesta de maneira mais evidente nas operações de crédito de uma instituição financeira é o risco de crédito. Esse risco decorre da probabilidade de a contraparte de um empréstimo não cumprir com suas obrigações financeiras, estando diretamente conectado à probabilidade de inadimplência e à probabilidade de perda financeiras. A fim de mitigar as perdas

financeiras, os bancos adotam mecanismos de gerenciamento de risco de crédito que passam por toda a esteira de crédito de uma operação. A análise de crédito realiza uma primeira avaliação em relação à saúde financeira e à capacidade de pagamento de seus tomadores de crédito. As operações, após a análise, são classificadas em graus de risco conforme diretrizes estabelecidas pelos Bancos Centrais (BC). Por fim, de acordo com o grau de risco da operação, as instituições financeiras precisam realizar uma reserva financeira a fim de evitar perdas, chamada de provisão. O risco de crédito também envolve o monitoramento de índices como a inadimplência a fim de manter uma carteira saudável e um nível de provisão adequado.

2.1.1 RISCO DE CRÉDITO

O gerenciamento eficaz do risco de crédito é um componente crítico de uma abordagem abrangente de gerenciamento de riscos, como visto na seção anterior, além de ser essencial para o sucesso a longo prazo de qualquer organização bancária. De acordo com o *Basel Committee on Banking Supervision* (BCBS), uma instituição financeira deve adotar uma conduta de boas práticas para que tenha um adequado gerenciamento de risco de crédito. Dentre elas, estão: (i) estabelecimento de um ambiente de risco de crédito apropriado; (ii) obtenção de um sólido processo de concessão de crédito; (iii) manutenção de um processo adequado de administração, medição e monitoramento de crédito; e (iv) garantia de controles adequados sobre o risco de crédito. (BASEL COMMITTEE ON BANKING SUPERVISION – BCBS, 2000)

Para que os bancos consigam cumprir com essas boas práticas, o BCBS recomenda algumas medidas a serem implementadas para cada um dos pontos elencados. Em relação ao ambiente de risco de crédito, os bancos precisam ter comitês ou conselhos que tenham a responsabilidade de aprovar e revisar periodicamente a estratégia de risco de crédito e políticas de risco do banco. A estratégia deve refletir o apetite a riscos e o nível de rentabilidade que o banco espera alcançar por incorrer em vários riscos de crédito.

Em relação ao processo de concessão de crédito, cada proposta de crédito deve ser sujeita a uma análise. É fundamental a existência de políticas sobre as informações e a respectiva documentação necessárias para aprovar novos créditos, renovar créditos existentes e alterar os termos e condições dos créditos aprovados anteriormente. As informações recebidas pelas

instituições são utilizadas como base para a avaliação de risco e classificação de *rating* atribuída às operações. (BCBS, 2000)

A fim de manter um processo adequado de monitoramento de crédito, os bancos precisam desenvolver e implementar sistemas para monitorar a condição de créditos e de tomadores em todos os seus portfólios. O sistema de monitoramento deve ser capaz de identificar inadimplências, classificar créditos como ativos problemáticos¹, compreender a evolução da situação financeira de um tomador, avaliar a cobertura de garantias em relação à condição presente do empréstimo, e direcionar efetivamente problemas para correção. Esse processo precisa estar em constante atualização, conforme as diretrizes dos Bancos Centrais, para manter a condição saudável da instituição financeira. (BCBS, 2000)

Sobre a garantia de controles adequados do risco de crédito, mantendo, assim, a exposição ao risco de crédito dentro dos parâmetros definidos pela instituição, é necessário estabelecer e aplicar controles internos, limites operacionais e outras práticas, como auditoria. Esses controles e auditorias devem ser conduzidos periodicamente para determinar se as atividades de crédito estão em conformidade, bem como para identificar áreas de fraqueza no processo de gerenciamento de risco de crédito, políticas e procedimentos. (BCBS, 2000)

Dado que a instituição financeira tenha todos esses mecanismos de avaliação, controle, mensuração e revisão, ainda é necessário estabelecer provisões para perdas identificadas e esperadas e estabelecer capital adequado para absorver perdas inesperadas. O banco deve considerar essas provisões e estabelecimento de capitais nas decisões de concessão de crédito, bem como no processo geral de gerenciamento de riscos do portfólio.

2.1.2 RATINGS DE CRÉDITO

Os *ratings* são classificações que fornecem a graduação de risco. Essas classificações podem ser realizadas para um país, uma empresa, ou uma operação de crédito. As instituições financeiras são responsáveis pela classificação das operações e crédito e de seus tomadores. Já

¹ Ativo problemático, de acordo com o Banco Central do Brasil, são operações que i) estão em atraso há mais de 90 dias ou ii) que não estão em atraso, mas que apresentem indicativos de que não serão honradas sem que seja necessário recurso a garantias ou a colaterais. São considerados indicativos de que a obrigação não será integralmente honrada, entre outros eventos, a operação ser objeto de reestruturação e a instituição financeira reconhecer contabilmente deterioração significativa da qualidade do crédito do tomador. (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2017)

agências de classificação de risco são responsáveis pela classificação de países e de empresas, conforme demanda de seus clientes.

Os *ratings* possibilitam a uniformização da identificação de riscos, a determinação do prêmio a ser cobrado pelo risco, a exigência de garantias e, por consequência, a proteção dos recursos dos tomadores. Além disso, os *ratings* auxiliam no direcionamento de estratégias de negócios e na fiscalização do sistema bancário. (SILVA, 2003) Os critérios de classificação podem assumir diferentes escalas e podem ser baseados em critérios variados. Alguns critérios são definidos pelas autoridades monetárias de cada país, enquanto outros são definidos pelas próprias instituições financeiras. O uso de recursos estatísticos para estimação do risco de crédito é amplamente utilizado em instituições ao redor do mundo. Entretanto, algumas características particulares das operações precisam ser levadas em consideração, a fim de que a análise de classificação do risco de crédito seja o mais completa possível.

No Brasil, as instituições financeiras precisam seguir algumas regras para a classificação de risco de crédito em *ratings*, que estão definidas na Resolução do Banco Central nº 2.682/1999. Uma das regras estabelecidas é que o *rating* das operações de crédito deve ser classificado em uma escala que inicia em AA (representando operações de menor risco) e finaliza em H (representado operações de maior risco e operações baixadas a prejuízo). A resolução define também, para cada faixa de *rating*, o máximo de dias em atraso que uma operação pode estar e o percentual mínimo de provisão que as instituições financeiras devem guardar - sendo as operações classificadas em AA limitadas a um percentual mínimo de 0%, enquanto que as operações classificadas em H devem apresentar provisão referente a 100% de seu saldo.

As operações de crédito podem migrar de *rating* conforme seu desempenho. Essa migração, seja para classificação de menor ou maior risco, implica em alterações na provisão dos bancos, o que impacta diretamente seu resultado operacional. Assim, cabe as instituições realizarem um bom gerenciamento, bem como adequado monitoramento, de suas carteiras a fim de obterem um nível de provisão razoável sem que comprometam seus lucros.

2.1.3 AGÊNCIAS DE CLASSIFICAÇÃO DE RISCO

As agências de classificação de risco crédito são empresas que avaliam a probabilidade de instituições financeiras, empresas e países não cumprirem com suas obrigações creditícias. Essas

empresas são classificadas em *ratings*, que são internacionalmente aceitos, e possuem revisão periódica para estimar se houve alterações na saúde financeira de seus clientes e consequente aumento ou redução de suas probabilidades de inadimplência. As principais agências de classificação existentes são a Moody's, Fitch Ratings e Standard & Poor's (S&P).

Para uma empresa ou uma instituição financeira, o *rating* das agências fornece uma avaliação independente e externa dos riscos que ela incorre, além de possibilitar expansão do universo de investidores e tomadores de crédito. Já para os investidores e tomadores, o *rating* funciona como uma medida confiável de avaliação de risco, além de fornecer insumos para definição do retorno que eles desejam obter com seus investimentos. (SILVA, 2003) A classificação em *ratings* se dá por meio da avaliação de vários critérios, como o risco macroeconômico, o risco do setor industrial - no caso de empresas -, a posição no mercado, a diversificação dos negócios, a administração, o risco de crédito, o risco de mercado e a captação e liquidez dos avaliados. Embora as escalas de *ratings* das agências sejam distintas, elas são comparáveis.

Na figura 1, está identificada a comparação entre as principais agências internacionais de classificação de risco. É possível verificar o significado de cada uma das classificações, do menor grau ao maior grau de risco. Também é possível observar quais *ratings* se enquadram no grau de investimento – representado pelos avaliados que possuem menor grau de risco, maior atratividade – e no grau especulativo – representado pelos avaliados que possuem maiores riscos e, por consequência, maior probabilidade de *default*.

Cabe ressaltar que, desde a crise financeira de 2008, as agências de classificação de risco vêm sofrendo críticas, ao ponto de terem sua credibilidade questionada. Isso porque as agências são contratadas pelos próprios avaliados. Assim, caso algum avaliado não queira que sua nota seja publicada, ele pode solicitar à agência. Outro ponto negativo são as classificações dos chamados títulos podres, ou seja, títulos de baixa qualidade e alto risco que antes da crise financeira estavam classificados nas faixas de *rating* mais altas, representando um elevado grau de confiança para os investidores. A partir do momento em que as empresas que detinham esses títulos começaram a falir, deflagrando a crise do *subprime*², as agências de classificação perderam credibilidade no

² A crise do *subprime*, ou crise financeira de 2008, foi um colapso econômico, de escala mundial, desencadeado pela concessão irresponsável de empréstimos hipotecários (*subprime mortgages*) e pela desenfreada transferência de créditos (*credit default swaps*) no mercado estadunidense, culminando com a insolvência de diversas instituições financeiras e com a queda de bolsas de valores em todo o mundo.

mercado financeiro mundial. A seguir, veremos alguns mecanismos internacionais que funcionaram, como resposta à crise de 2008 e à falta de credibilidade das agências de *rating*, mas cujo objetivo principal é assegurar a saúde e solidez das instituições financeiras.

Figura 1 – Classificação das principais agências de *rating*

Moody's	Fitch	S&P	Significado
Aaa	AAA	AAA	Grau de investimento com forte capacidade de pagamento
Aa1	AA+	AA+	
Aa2	AA	AA	
Aa3	AA-	AA-	
A1	A+	A+	
A2	A	A	
A3	A-	A-	
Baa1	BBB+	BBB+	Grau de Investimento com boa capacidade de pagamento
Baa2	BBB	BBB	
Baa3	BBB-	BBB-	
Ba1	BB+	BB+	Categoria de especulação, baixa classificação, moderado risco de calote.
Ba2	BB	BB	
Ba3	BB-	BB-	
B1	B+	B+	
B2	B	B	
B3	B-	B-	
Caa1	CCC	CCC+	
Caa2	CC	CCC	
Caa3	C	CCC-	
Ca	RD	CC	
C	D	C	
		D	

Fonte: Adaptado de Cerbasi (2018)

2.2 REGULAÇÃO DE INSTITUIÇÕES FINANCEIRAS - OS ACORDOS DE BASILEIA

Os Acordos de Basileia são documentos criados pelo BCBS que apresentam diretrizes a serem seguidas por instituições financeiras a fim de padronizar o funcionamento dessas instituições no Sistema Financeiro Internacional (SFI). O objetivo da padronização das instituições financeiras é reduzir lacunas entre as instituições, mitigando, assim, riscos e eventuais perdas financeiras – criando, como consequência, um SFI mais confiável e estável. A fim de compreender os Acordos de Basileia e a criação do BCBS, é necessário brevemente contextualizar a economia internacional na década de 1970.

No ano de 1974 houve a falência do *Bankhaus Herstatt*, uma instituição financeira alemã de médio porte. Esse banco realizava operações de câmbio com outras instituições ao redor do mundo, especialmente, instituições estadunidenses. Quando o banco fechou, em 26 de junho de 1974, houve um descasamento entre os sistemas de pagamento e liquidação de contratos. Isso ocorreu devido à diferença no fuso horário entre os dois países. Os contratos que instituições estadunidenses haviam pago em marco alemão precisavam ser liquidadas em dólar, e a taxa de câmbio utilizada no momento da liquidação dos contratos na Alemanha Ocidental não foi a mesma verificada ao final do dia útil nos Estados Unidos. Assim, houve divergência entre os valores que haviam sido liquidados e os valores que as instituições deveriam ter recebido do banco alemão, incidindo em risco de liquidação cambial e incorrendo em perdas financeiras para as instituições americanas. (FARNSWORTH, 1974)

Como resposta à falência do *Bankhaus Herstatt*, o Banco Central Alemão (*Bundesbank*) solicitou que 350 instituições financeiras do país passassem a reportar suas posições de câmbio, sendo essa uma medida para aumentar a supervisão do sistema financeiro na Alemanha Ocidental. Além desse evento, outras instituições financeiras europeias haviam apresentado perdas financeiras devido a posições cambiais no ano de 1974, porém, continuavam operando normalmente. Tais perdas estavam ocorrendo em um contexto internacional no qual a estrutura bancária já se encontrava sob tensão devido à crise do petróleo de 1973. As instituições financeiras estavam tomando depósitos de curto prazo de países árabes e os emprestando a longo prazo, ficando vulneráveis a alterações nos padrões de depósitos. (FARNSWORTH, 1974)

Foi nesse contexto em que, no ano de 1975, foi criado o *Basel Committee on Banking Supervision*. Composto pelos países que formam o G-10³, o Comitê de Basileia tem como objetivo aumentar a estabilidade financeira, melhorando a qualidade da supervisão bancária em todo o mundo, além de servir como um fórum para cooperação entre os países membros em questões de supervisão bancária. (BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS - BIS, 2020) O BCBS está inserido dentro da estrutura do *Bank for International Settlements* (BIS), organização internacional criada em 1930 que tem como objetivo buscar a estabilidade financeira por meio da cooperação entre Bancos Centrais. Para o problema evidenciado pela falência do *Bankhaus Herstatt*, o Comitê de Basileia lançou, em 1997, as diretrizes de um processo chamado *Real-Time*

³ Os países que compõem o G-10 são Alemanha, Bélgica, Canadá, Estados Unidos, França, Itália, Japão, Países Baixos, Reino Unido e Suécia. Posteriormente, Suíça, Espanha e Austrália passaram a integrar o grupo.

Gross Settlement Systems, que, no Brasil é conhecido por sistemas de liquidação pelo valor bruto em tempo real (LBTR). Como se trata de sistema de liquidação em tempo real, a liquidação definitiva ocorre continuamente, e não em horários preestabelecidos, desde que o banco pagador disponha de saldos ou créditos suficientes, mitigando, assim, o risco de liquidação cambial. (BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS - BIS, 1997)

O Comitê de Basileia é atualmente composto por 45 instituições financeiras, principalmente Bancos Centrais, localizadas em 28 países. Desde sua fundação, o BCBS emite suas decisões em três formatos distintos: (i) normas, que estabelecem requisitos mínimos que os membros devem cumprir; (ii) diretrizes, a fim de padronizar áreas importantes para a regulamentação e supervisão bancária; e (iii) boas práticas, que descrevem práticas com o objetivo de promover o entendimento comum e melhorar a supervisão bancária. (BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS - BIS, 2018) Além disso, para garantir que os países membros implementem as políticas elaboradas, o comitê possui um programa para monitorar a adoção dos padrões estabelecidos e avaliar a consistência das implementações.

Entre as mais notáveis publicações do BCBS, estão os Acordos de Basileia. Tais documentos são regulações elaboradas para garantir que as instituições financeiras tenham capital suficiente em conta para cumprir obrigações e absorver perdas inesperadas. (IMERMAN, 2011) Instituições financeiras, especificamente bancos, possuem um alto grau de alavancagem financeira por lidarem com capitais de terceiros. Somado a isso, negócios realizados por essas instituições estão suscetíveis a variações de preços e taxas de mercado, incidindo em riscos para sua saúde financeira. Assim, é imprescindível que os bancos definam seu apetite a riscos para realizar suas negociações e, como consequência desse nível de apetite, que tenham um nível de capital proporcional a fim de mitigar as eventuais perdas financeiras.

Em 1988, foi publicado pelo BCBS o *International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards*, também chamado de Basileia I. O primeiro dos acordos estabelece detalhes da estrutura para mensuração da adequação do capital e do padrão mínimo a ser implementado pelos países membros. O objetivo dessas medidas era fortalecer a solidez e estabilidade do sistema bancário internacional, bem como reduzir a desigualdade competitiva entre bancos internacionais, criando uma estrutura justa e consistente. (BASEL COMMITTEE ON BANKING SUPERVISION - BCBS, 1998)

O acordo regulamenta sobre a estrutura de capital, ou patrimônio líquido exigido (PLE), de uma instituição bancária, que é dividido em duas camadas (*tiers*). O *tier* 1 é chamado de capital *core*, composto pelo patrimônio líquido e reservas divulgadas. Esse capital precisa ser representado por pelo menos 50% da base de capital de um banco. Já o *tier* 2, é chamado de capital suplementar, composto por reservas não publicadas, reservas de reavaliação, reservas referentes a provisão, instrumentos híbridos de capital e dívida e instrumentos de dívida subordinada. (BCBS, 1998)

A fim de avaliar a adequação do capital, Basileia I determina uma abordagem utilizando a ponderação de riscos, no qual o capital está atrelado a diferentes categorias de ativos que, por consequência, estão ponderados a distintos níveis de risco. Embora existam diferentes tipos de riscos aos quais os bancos estão expostos, o documento utiliza o risco de crédito, ou seja, a probabilidade de uma contraparte não cumprir com seus pagamentos, como medida para essa ponderação, pois considera se tratar do risco que possui mais relevância na determinação do peso. Os ativos são divididos em categorias (0%, 20%, 50% e 100%), cada uma representando um peso conforme o risco de perda financeira para a instituição. Além disso, o comitê prevê também a ponderação de ativos e exposições que não são contempladas nos demonstrativos financeiros das instituições. Para essas exposições, existe um sistema de fator de conversão de crédito, baseado na probabilidade de ocorrência de determinada exposição e do risco de crédito atribuído a ela. Esse fator de conversão é multiplicado pelos pesos anteriormente mencionados a fim de determinar a ponderação de um ativo não contemplado em balanço. (BCBS, 1998)

Por fim, Basileia I determina que o padrão de capital para ativos ponderados pelo risco deve ser fixado em 8% (contemplando os dois *tiers* que compõem o capital). Cada país membro é responsável pela aplicação e supervisão desses regulamentos conforme suas estruturas jurídicas e mecanismos de controle e supervisão previamente existentes. No Brasil, a adesão ao acordo de Basileia se deu em 1994, por meio da Resolução 2.099/1994 do Banco Central do Brasil.

Em 2004, foi publicado o *International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards – A Revised Framework*. Essa revisão do documento de 1988 ficou conhecido como Basileia II. O documento é muito mais robusto que o primeiro, segmentando o acordo em três pilares (requisitos mínimos de capital, supervisão bancária e disciplina do mercado). Dado que houve uma aceitação e adoção das diretrizes de Basileia I, a revisão desse documento buscou estimular práticas de gerenciamento de risco ainda mais fortes do setor bancário. Além disso, a revisão trouxe um grau de flexibilidade para as instituições financeiras, fornecendo opções para a

determinação de capital, permitindo aos bancos que escolhessem as abordagens mais adequadas conforme sua estrutura e a legislação de seus países.

Enquanto Basileia I considerava apenas o risco de crédito como variável para mensuração do risco, Basileia II passou a considerar, além do risco de crédito, o risco de mercado e o risco operacional que as instituições podem incidir. Com isso, o acordo manteve a estrutura de capital dividida em *tier 1* e *tier 2*, e adicionou o *tier 3*, composto por dívidas subordinadas de curto prazo que cubram riscos de mercado. De acordo com Kuvalekar (2016), o foco de Basileia II é a análise de risco total, englobando risco de crédito, risco de mercado e risco operacional. Essa análise mais completa visa garantir que os bancos (i) tenham uma alocação de capital mais sensível ao risco; (ii) realizem a separação entre risco de crédito e risco operacional; (iii) alinhem os conceitos de capital econômico e de capital regulatório a fim de reduzir a arbitragem regulatória⁴; (iv) gerem incentivos para implementação de melhores sistemas de gerenciamento de riscos; e (v) tornem os sistemas bancários mais eficientes.

Além disso, o acordo traz duas metodologias para o cálculo do requisito mínimo de capital para o risco de crédito, deixando que as instituições financeiras optem por uma dessas abordagens. A primeira é chamada de *Standardised Approach*, que realiza a mensuração de risco por meio de análise realizada por agências de classificação de risco ou outra instituição externa cujas avaliações de crédito sejam elegíveis conforme o regulamento. Já a segunda, chamada de *Internal Ratings-based Approach* (IRB) utiliza modelos de rating interno das instituições financeiras para mensurar o risco de crédito e o capital adequado. (BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS - BIS, 2004)

A fim de estimar o capital requerido e o nível de risco por meio de ratings internos (IRB), o acordo determinou os componentes de risco que precisam ser mensurados para determinar a perda esperada: Probabilidade de *Default* (PD), que é a chance de um cliente se tornar inadimplente, *Loss Given Default* (LGD), ou seja, a probabilidade de perda financeira devido à inadimplência e *Exposure at Default* (EAD), que é o valor ao qual a instituição financeira está exposta no momento da inadimplência. O cálculo da perda esperada é fundamental para a determinação do capital, que tem como uma de suas funções cobrir perdas inesperadas para as instituições financeiras. Em Basileia I, a provisão era um dos componentes do capital de *tier 2*. Em Basileia II, sob a abordagem

⁴ Arbitragem regulatória é uma prática na qual empresas encontram brechas na legislação com o objetivo de contornar legislações desfavoráveis para seu negócio. Como exemplo de arbitragem regulatória, é possível citar reestruturação financeira, realocação geográfica e técnicas de engenharia financeira.

de IRB, esse ponto é revogado. Os bancos que utilizam a abordagem IRB devem comparar o valor total de provisões elegíveis, com o valor total de perdas esperadas. Quando o valor total da perda esperada exceder o total de provisões elegíveis, é preciso deduzir a diferença. A dedução deve ser realizada 50% no *tier 1* e 50% no *tier 2*. Se a perda esperada calculada for menor do que as provisões do banco, deve ser feita uma avaliação se a perda esperada está refletindo totalmente as condições do mercado. (BIS, 2004)

Em 2008, com o desdobramento da crise econômica, mesmo com as recomendações de Basileia I e II, os bancos descobriram que tinham capital de boa qualidade insuficiente, bem como inadequadas reservas de liquidez para cobrir suas obrigações. A credibilidade das agências de *rating* foi amplamente questionada, como já comentado na seção anterior. Baixa inflação e baixos retornos levaram os investidores a buscarem cada vez mais riscos para gerar retornos. Isso levou a uma maior alavancagem e a produtos financeiros mais arriscados que, como consequência, aumentaram as perdas financeiras. (BARFIELD, 2011)

Para responder à crise, o BCBS lançou, em 2010, o documento *A global regulatory framework for more resilient banks and banking systems*, conhecido como Basileia III. Os principais objetivos desse documento são (i) aumentar a qualidade, quantidade, consistência e transparência da base de capital para garantir que os bancos estejam em melhor posição para absorver perdas; (ii) fortalecer a cobertura de risco da estrutura de capital; (iii) introduzir um índice de alavancagem para auxiliar a supervisão das instituições; (iv) criar medidas para aumentar a base de capital nos períodos em que não há crise, para que as instituições estejam preparadas durante os períodos de desaceleração econômica; e (v) estabelecer um padrão global mínimo de liquidez para bancos que operam com outros países, composto por uma parcela de liquidez imediata e uma parcela de liquidez a longo prazo. (BARFIELD, 2011)

No Brasil, uma série de resoluções e circulares foram emitidas a fim de adequar as instituições financeiras à Basileia III - Resoluções de nº 4.192 a 4.195 e Circulares de nº 3.634 a 3.648, do Banco Central do Brasil. O capital mínimo exigido das instituições brasileiras sempre foi mais elevado que o internacional. Basileia I havia estipulado o percentual de capital para ativos ponderados pelo risco em 8% e Basileia III aumentou esse percentual, permitindo que as instituições variassem entre 10% e 13%. O Brasil vem utilizando um capital mínimo de 11%, desde Basileia I, o que permitiu aos bancos brasileiros formarem um colchão de conservação, fundamental para garantir a solidez e resiliência das instituições financeiras brasileiras, que

sofreram com menor intensidade, em relação aos bancos internacionais, os efeitos da crise de 2008. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS ENTIDADES DOS MERCADOS FINANCEIRO E DE CAPITAIS - ANBIMA, 2013)

2.3 TEORIA MODERNA DO PORTFÓLIO

Na década de 1950, os trabalhos de Harry Markowitz deram início à chamada Teoria Moderna de Portfólio (TMP). Markowitz rejeitou a hipótese que um investidor busca sempre maximizar o retorno de seus investimentos, criando assim carteiras com ativos diversificados. O modelo proposto pelo autor está intrinsicamente conectado com o conceito de risco e retorno. O risco, para Markowitz, é representado pela variância dos retornos (V), enquanto que o retorno é representado pelo valor esperado dos retornos (E), que é calculado utilizando o peso, ou participação, de cada ativo em uma carteira e o retorno esperado para cada um dos ativos. Dadas as combinações eficientes de E e V , é estimado qual desses resultados representa o portfólio ótimo para o investidor, levando em consideração o apetite a risco do investidor e suas preferências pelos ativos. (MARKOWITZ, 1952)

Os trabalhos realizados por Markowitz foram de suma importância para a elaboração e gestão de carteiras de investimentos e o conceito de risco e retorno dos ativos foi útil para que novas teorias e modelos fossem propostos para o mercado financeiro. Dentre esses modelos, estão os trabalhos de Sharpe (1964), Black-Scholes (1973) e Merton (1974) que serão apresentados em seguida. Esses trabalhos, a partir da década de 1990, passaram a ser utilizados como base para a criação de modelos comerciais de gestão de portfólio de crédito, adequando a necessidade de mensuração de risco de crédito a grandes instituições financeiras, a alterações no cenário macroeconômico, à transformação e digitalização do mercado financeiro e, por fim, às novas regulamentações, como os Acordos de Basileia.

2.3.1 TEORIAS DE PRECIFICAÇÃO DE ATIVOS

Em 1963, William Sharpe criou o Modelo de Índice Único – (SIM, do inglês *Single-Index Model*). Esse modelo surgiu como forma de simplificar o modelo proposto por Markowitz, pois passou a relacionar o retorno dos ativos com um índice único, que representava o retorno de todo

o mercado – e não mais relacionando os retornos dos ativos entre si, como havia sido proposto anteriormente, o que gerava maior esforço matemático.

Além disso, em 1964, Sharpe, juntamente com Jack Treynor, John Lintner e Jan Mossin, desenvolveram um modelo de precificação de ativos chamado CAPM (*Capital Asset Pricing Model*). Esse modelo é amplamente utilizado no mercado para a estimativa do custo de capital de empresas e a avaliação de portfólios. O CAPM estabelece que o retorno esperado de um ativo depende dos seguintes fatores: (i) taxa de juros livre de risco; (ii) retorno esperado do mercado; e (iii) beta, que representa um parâmetro de sensibilidade de risco, calculado pela divisão entre a covariância do retorno do ativo com o retorno do mercado e a variância do retorno do mercado. O resultado do cálculo de retorno esperado é a linha de mercado de títulos (SML, do inglês *Security Market Line*) que pode ser utilizada para gerenciamento de risco de portfólios – a medida em que se avalia a inclusão de um título em um portfólio de investimentos dado o retorno esperado em relação ao seu nível de risco. (KENTON, 2020)

Outra teoria de precificação de ativos, focada em opções, foi desenvolvida em 1973 por Fischer Black e Myron Scholes. A teoria de Black-Scholes tem sido muito utilizada, desde então, no mercado financeiro, já que podem ocorrer distintos eventos no mercado que influenciam os preços de uma opção. Para contextualização, uma opção é um contrato de direito sobre determinado ativo, o que significa que, em uma determinada data, a um determinado preço, o investidor possui o direito, mas não a obrigação, de comprar ou vender um ativo – podendo este ser uma ação, uma letra do tesouro, uma *commodity*, etc. Para o presente trabalho, o interesse na precificação de opções se dá quando essas são ativos em forma de ações.

O modelo proposto por Black-Scholes considera como variáveis para o cálculo o preço das ações, o preço da opção no exercício, a volatilidade dos ativos, a maturidade, a taxa de distribuição de dividendos do ativo e a taxa de juros livre de risco. O modelo possui limitações, como, por exemplo, o fato que somente pode ser calculado para opções do tipo europeu⁵, porém apresenta relevante envolvimento em teoria sobre risco de crédito. Suas hipóteses são bastante relevantes e aceitas, e a aplicabilidade dessa teoria auxilia na melhor tomada de decisões por parte de investidores, mesmo que exista uma margem de erro envolvida. O modelo ainda atua como precursor dos estudos e das relações entre variáveis que serão analisadas a seguir.

⁵ Opções do tipo europeu são aquelas em que a opção de o titular do ativo exercer seu direito de compra ou de venda apenas pode ser realizada na data de vencimento do contrato. As opções de tipo americano, em contrapartida, podem ser exercidas em qualquer momento, desde sua aquisição até o vencimento do contrato.

2.3.2 MODELO ESTRUTURAL DE MERTON

Robert Merton, em seu trabalho de 1974, “*On the pricing of corporate debt: the risk structure of interest rates*”, mais conhecido como modelo estrutural de primeira geração, realizou uma extensão do modelo proposto por Black-Scholes. O autor define que o processo de *default* está ligado ao patrimônio líquido da empresa, calculado com base no preço de uma opção sobre o valor da empresa tomadora de crédito. Para isso, é necessário calcular o valor dos ativos da empresa, e esse depende, essencialmente, de três itens: (i) taxa de retorno exigida de ativos sem risco; (ii) provisões e restrições contidas em contrato, tais como data de maturidade, taxa de cupom, condições de compra e senioridade, no caso de inadimplência; e (iii) probabilidade de a empresa não cumprir com algum dos termos em contrato, ou seja, da probabilidade de *default*.

Merton supõe que a estrutura de capital de uma empresa é composta por ações, que representam uma opção de compra sobre os ativos de uma empresa, e por títulos de dívida, que possuem uma maturidade determinada e um preço definido no exercício. Quando a maturidade é atingida, se os acionistas exercem o direito de compra do ativo ao preço de exercício, isso significa que o valor dos ativos na maturidade está maior do que quando definido o preço – resultando na não ocorrência de inadimplência. Caso contrário, se o valor dos ativos na maturidade é menor que o preço definido no exercício, então a empresa incorrerá em inadimplência.

O autor utiliza como alicerce o modelo de Black-Scholes e relativiza o uso da lógica do modelo de precificação de opções para outros tipos de títulos no mercado financeiro. A relação aqui exemplificada, que utiliza como base o valor dos ativos para determinar a probabilidade de *default*, será utilizada na construção do modelo KMV - que é um dos modelos de gestão de portfólio que será apresentado na próxima seção, além de ser o principal instrumento de análise do presente trabalho.

2.4 MODELOS DE GESTÃO DE PORTFÓLIO DE CRÉDITO

Segundo Carneiro (2002), as modernas técnicas de gestão de crédito foram desenvolvidas nas décadas de 1980 e 1990, por uma necessidade das instituições financeiras. Estas estavam incorrendo em perdas, bem como em preocupantes níveis de solvência, devido a uma corrida descontrolada em busca de *market share*, que não estava sendo acompanhada por cuidados com a qualidade dos ativos e a diversificação das carteiras. Utilizando o avanço da tecnologia, que se deu

com mais força nesse mesmo período de tempo, e considerando o aumento da competitividade entre instituições, principalmente no âmbito internacional, os bancos passaram a desenvolver modelos de gestão de risco de crédito cada vez mais sofisticados.

Esses modelos de gestão de risco utilizam um arcabouço quantitativo, tornando as análises e os resultados mais racionais e assertivos. Além disso, o foco quantitativo desses modelos auxilia na determinação de variáveis que agregam valor na estimação do risco de crédito, como, por exemplo, o risco de concentração, que ocorre quando as exposições de crédito de um portfólio estão altamente concentradas em um tomador ou em um grupo de tomadores. Tal concentração pode ocorrer por setor, por localização, ou por famílias, indicando que quanto maior a concentração de um portfólio, tanto maior serão as perdas na ocorrência de *default*. Outra variável é a diversificação, ou seja, o oposto da anterior. Portfólios diversificados tendem a trazer benefícios para as instituições, já que reduzem o risco de grandes perdas, pois os tomadores pertencem a diferentes setores, atividades e localidades. Assim, uma análise quantitativa via modelo beneficia as instituições financeiras ao ponto em que as estimulam a realizar alocações de capital mais racionais, mitigando riscos.

Essa seção tem como objetivo apresentar os principais modelos de gestão de portfólio de crédito utilizados hoje no mercado financeiro. Cada modelo possui suas particularidades, bem como vantagens e desvantagens conforme o mercado no qual é utilizado. O último modelo a ser apresentado, *Risk Frontier*, será o objeto de aprofundamento, adaptação e experimentação no decorrer do trabalho.

2.4.1 *CREDIT METRICS*

Credit Metrics é uma metodologia desenvolvida pelo banco J. P. Morgan, em 1997, que calcula o risco de crédito de um portfólio com base em eventos que causem alterações na qualidade creditícia de um tomador, gerando migrações de *ratings*. A metodologia utiliza o cálculo da perda esperada, para estimar risco de crédito, mas também utiliza elementos de risco de mercado, como cálculo do VaR, para estimar a volatilidade de exposições de crédito devido a eventos do mercado.

A fim de compreender melhor o processo de estimação de risco de crédito, Carneiro (2002) apresenta uma figura traduzida do documento técnico do *Credit Metrics*, que divide a análise em três blocos distintos.

Figura 2: Estrutura do modelo *Credit Metrics*

Fonte: Adaptado de Carneiro (2002)

O cálculo do risco de crédito via *Credit Metrics* é realizado de modo diferente para casos em que o portfólio é composto por apenas um título e para casos compostos por dois ou mais títulos. A análise de apenas um título é realizada em quatro passos, representada pelo bloco “Valor em Risco (VaR) devido a crédito” da figura acima, nos quais são analisados: (i) o *rating* de uma operação e a probabilidade desse *rating* migrar para outros níveis num determinado período de tempo; (ii) a senioridade de uma operação, que determina qual a taxa de recuperação dessa operação caso ela vá para *default*; (iii) o *spread* de crédito, que reavalia o valor presente da operação; e (iv) a estimação de risco de crédito, que é realizada pelo cálculo da volatilidade de valor da operação em relação às alterações na qualidade creditícia do tomador. Com base nessas informações, é calculado o desvio padrão do valor da operação, conforme mudanças na qualidade creditícia do tomador – tanto para variações positivas, quanto para variações negativas.

Para a análise de dois ou mais títulos, os mesmos procedimentos são calculados para cada título individualmente e, após o cálculo, é realizada uma correlação, via modelagem estatística, entre os *ratings* e as ações dos tomadores, representada pelo bloco “Correlações” da figura. É importante que os períodos de tempo analisados sejam os mesmos, para que as informações de crédito e de mercado estejam corretamente relacionadas. Por fim, é realizada uma análise das exposições desses títulos em relação as variações do mercado, representado pelo bloco

“Exposições”. A relação entre os três blocos representados (Exposições, VaR e Correlações) será utilizada para estimar o risco de crédito do portfólio. (JP MORGAN & CO, 1997)

O *Credit Metrics* é uma boa medida de análise do risco de crédito, pois considera diretamente a qualidade creditícia do tomador. Entretanto, esse modelo tem suas limitações, já que considera que diferentes tomadores, classificados no mesmo *rating*, possuem as mesmas probabilidades de *default* e de migração para outros *ratings*. Além disso, o modelo pode incorrer em estimativas imprecisas ao considerar, no bloco “Correlações”, que o retorno das ações do tomador sejam uma boa medida para o cálculo do retorno das operações de crédito. (CARNEIRO, 2002) Por fim, para o mercado brasileiro, esse modelo também apresenta limitações na aplicação, principalmente pelo reduzido número de empresas de capital aberto, mas também porque não há um mercado secundário de títulos de crédito desenvolvido no país, para a estimação dos *spreads* de crédito. (IGARASHI, 2019)

2.4.2 CREDIT RISK+

Credit Risk+ é um modelo desenvolvido pelo *Credit Suisse First Boston* (CSFB), em 1997, que utiliza uma abordagem de portfólio para modelar o risco de inadimplência com base em informações relacionadas ao tamanho e à maturidade de uma exposição e à qualidade do crédito e do risco de um tomador. O modelo considera que o tomador pode assumir apenas dois cenários ao final da análise, a adimplência ou a inadimplência. Para isso, o modelo desconsidera as causas do *default*, e calcula eventos repentinos de inadimplência de um tomador, diferente do que normalmente é aplicado na modelagem financeira – que considera mudanças contínuas de preços em vez de eventos repentinos.

O diferencial do *Credit Risk+* é utilizar poucas variáveis, em comparação com os demais modelos. De acordo com o CSFB, isso minimiza o erro da incerteza dos parâmetros utilizados, já que dados empíricos são geralmente escassos, difíceis de obter e, ainda, sujeitos a grandes variações entre um ano e outro. A estrutura do modelo está representada na figura 3, no qual, para estimação de risco de crédito são utilizadas quatro variáveis: (i) exposições dos tomadores, que devem ser apuradas conforme o período de maturação de cada título, bem como considerado os diferentes níveis de exposição que os instrumentos financeiros possuem; (ii) taxas de *default*, que são as probabilidades da ocorrência de eventos de *default*, representadas pelos *ratings* de crédito.

As agências de classificação de risco possuem bases históricas com estatísticas de inadimplência segmentadas por *rating* para a população de tomadores de crédito que eles analisam; (iii) volatilidade das taxas de *default*, que são os desvios padrão gerados pelas variações das taxas de inadimplência ao longo do tempo - quanto maior o período de tempo analisado, maior a influência dos ciclos econômicos nessa volatilidade; e (iv) taxas de recuperação, que são os percentuais recuperados (por execução de garantia, retomada de bens, liquidação ou reestruturação das operações) pelos bancos, dado que houve perda financeira. (CREDIT SUISSE FIRST BOSTON - CSFB, 1997)

Figura 3: Estrutura do modelo *Credit Risk+*



Fonte: Traduzido de CSFB (1997)

Além do cálculo de risco de crédito, o modelo também se atenta a calcular o capital econômico. O risco de crédito, revertido em provisão, representa a perda esperada da instituição financeira, enquanto que o capital econômico é a reserva para as perdas inesperadas. Assim, conforme já comentado na seção sobre os Acordos de Basileia, as instituições ficam mais protegidas e estáveis.

O modelo é visto pelo mercado financeiro como de fácil implementação, já que exige poucos dados de entrada, e é considerado computacionalmente simples. Entretanto, apresenta limitações, pois os autores partem do princípio que informações, como classificação dos tomadores em *ratings* e probabilidades de inadimplência, são previamente conhecidas pelas instituições financeiras, não havendo um cálculo para determinar os *ratings* de crédito, nem as probabilidades de inadimplência. (CARNEIRO, 2002)

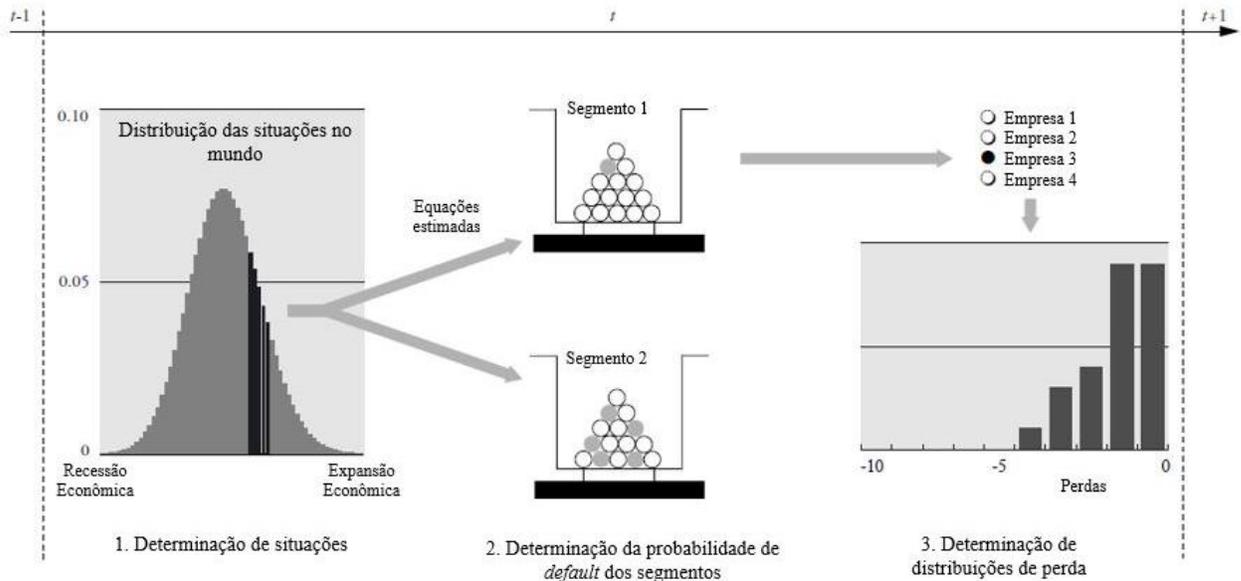
2.4.3 CREDIT PORTFOLIO VIEW

O modelo *Credit Portfolio View* foi desenvolvido, em 1998, pela empresa de consultoria McKinsey & Company, por meio do trabalho de Thomas Wilson. A metodologia utilizada para estimação de risco de crédito leva em conta diferentes cenários econômicos, e como esses cenários geram diferentes probabilidades de inadimplência para distintos segmentos da economia.

Para a criação do modelo, foram levadas em consideração cinco observações que, segundo Wilson, são subestimadas pelos profissionais de crédito e risco: (i) diversificação, que, *coeteris paribus*, auxilia na redução da incerteza de perdas; (ii) risco não diversificável⁶, que permanece o mesmo para as carteiras mais diversificadas; (iii) risco não diversificável é direcionado, principalmente, pela situação macroeconômica, o que significa que, em períodos de recessão, a taxas de *default* tendem a crescer; (iv) diferentes setores da economia reagem de maneira distinta aos choques macroeconômicos; e (v) migrações para diferentes *ratings* também possuem ligações com alterações macroeconômicas, porque não só a inadimplência é mais provável de ocorrer durante períodos de recessão, como também a piora na qualidade creditícia e nos *ratings* de crédito.

A figura 4 exemplifica como o modelo *Credit Portfolio View* é estruturado. Primeiramente, são analisados distintos cenários macroeconômicos, e é calculada uma distribuição de probabilidade de ocorrência desses cenários. Após essa estimação, são calculadas as probabilidades de inadimplência e de migração de *ratings* para diferentes setores da economia. Tais probabilidades refletem as variações macroeconômicas em diferentes níveis, estando alguns segmentos mais suscetíveis às variações, enquanto outros são menos vulneráveis a mudanças no cenário econômico. Por fim, dadas essas probabilidades, são calculados os gráficos de distribuição de perdas para cada segmento, estimando assim o risco de crédito desses setores.

⁶ Risco não diversificável, ou risco sistemático, é aquele que afeta um grande número de investimentos, sem realizar distinção entre os segmentos da economia. Já o risco diversificável, ou risco não sistemático, é aquele que impacta apenas um investimento, ou alguns poucos investimentos que estão contemplados dentro de um segmento da economia, podendo também ser chamado de risco específico.

Figura 4: Estrutura do modelo *Credit Portfolio View*

Fonte: Traduzido de Wilson (1998)

A vantagem do modelo da McKinsey é justamente a utilização de cenários macroeconômicos para a estimação de risco de crédito, pois nenhum dos outros modelos abordados traz essa variável como relevante. Já a desvantagem está em não considerar fatores microeconômicos, que também são relevantes para determinação da probabilidade de inadimplência. Além disso, o modelo também pode sofrer com constantes calibrações dependendo da quantidade de setores que está sendo analisado e do país que estiver realizando a estimação, pois os comportamentos apresentados face a movimentos econômicos são distintos uns dos outros. (CARNEIRO, 2002)

2.4.4 RISK FRONTIER (KMV)

Por fim, o modelo KMV, que será utilizado como base de análise no presente trabalho, foi desenvolvido em 1984, pela empresa de mesmo nome, formada por Kealhofer, McQuown e Vasicek, e adquirido, em 2002, pela agência de classificação de risco Moody's, que passou a incorporar o modelo dentro do *software* denominado *Risk Frontier*, utilizado para gerenciamento de risco de portfólios. O KMV tem como objetivo o cálculo da probabilidade de inadimplência por meio da frequência esperada de *default* (EDF, do inglês *Expected Default Frequency*). A EDF é

uma medida da probabilidade de uma empresa se tornar inadimplente em um período específico e pode ser calculada com base em três características: o valor atual de mercado de uma empresa, a volatilidade desse valor de mercado e o nível das obrigações dessa empresa. (MOODY'S ANALYTICS INC., 2011) As demais metodologias apresentadas possuem a informação da probabilidade de *default* como uma variável dada do modelo. (CARNEIRO, 2002) Sendo assim, o cálculo de probabilidade de inadimplência do KMV, por meio do cálculo da EDF, é o diferencial dessa abordagem.

Como já dito, por ser o modelo escolhido para a análise desse trabalho, o KMV será abordado com mais detalhes no próximo capítulo. Além disso, dada a limitação na obtenção de dados sobre a amostra de empresas que serão analisadas, o modelo incorrerá em adaptações para adequação aos dados, o que também será detalhado mais adiante.

3 O MODELO KMV

Como já mencionado no capítulo anterior, o modelo KMV é comercialmente utilizado no *software Risk Frontier*, pertencente à agência de classificação de risco Moody's, e possui como objetivo o gerenciamento de risco de portfólios de crédito por meio da estimação da probabilidade de *default*. O modelo foi construído com base no também já mencionado trabalho de Merton (1974), relacionando o risco de crédito de uma empresa com o valor de seus ativos (VASICEK, 1984).

Nesse capítulo, o modelo KMV e suas variáveis serão detalhados para que seja possível compreender o diferencial dessa metodologia e a relação entre risco de crédito e risco de mercado. Além disso, o detalhamento realizado será utilizado para a adaptação e aplicação do modelo para empresas do mercado brasileiro, verificando, assim, sua adequação a esse mercado.

3.1 PREMISSAS DO MODELO

A estrutura do modelo KMV depende tanto de dados de mercado como de dados contábeis. O modelo é estruturado em cinco variáveis: (i) valor de mercado; (ii) volatilidade de retorno dos ativos; (iii) ponto de *default*; (iv) distância ao *default*; e (v) frequência esperada de *default*. Os dados de mercado são necessários para estimar as variáveis valor dos ativos e volatilidade do retorno desses ativos. Já os dados contábeis, especialmente os dados de passivo de demonstrativos financeiros, são utilizados para estimar a variável ponto de *default*. As demais variáveis, distância até o *default* e frequência esperada de *default* são estimadas com base na manipulação dos dados obtidos ao longo do processo de análise.

Para avaliar uma empresa, com base nesses dados, qualquer horizonte de tempo pode ser utilizado, desde que os dados estejam disponíveis e sejam compatíveis. As análises podem ser realizadas com base em um curto espaço de tempo – geralmente um ano - em que é calculada a chamada Probabilidade de *Default* (PD) *point in time* (PIT). Nesse processo, a probabilidade de inadimplência reflete a condição atual do tomador ou a condição futura mais provável no horizonte de tempo escolhido. Assim, a PD PIT é bastante volátil, pois considera as condições macroeconômicas vigentes, sendo alterada conforme a condição do tomador ao longo do ciclo econômico analisado. É possível, também, realizar a análise da empresa em um horizonte maior de

tempo – geralmente cinco anos ou mais – calculando a chamada PD *through the cycle* (TTC). Esse processo avalia as condições do tomador no pior cenário do ciclo econômico analisado, ou seja, sob condição de estresse. A PD TTC tende a permanecer constante ao longo do período analisado e dá mais peso nas tendências de longo prazo do que em fatores cíclicos, fornecendo, assim, um indicador estável de confiança para a estimação do risco de crédito. (HAMILTON, 2011)

O modelo KMV faz uso do cálculo da probabilidade de *default* PIT, já que é bastante empregado no monitoramento do risco e em análises de investimentos, dado seu componente altamente preditivo para horizontes relativamente curtos. A Moody's, porém, também realiza a análise de empresas com um viés TTC. Para realizar a diferenciação entre os cálculos de EDF nos dois cenários, atribui-se a nomenclatura EDF quando se utiliza a metodologia PIT e TTC EDF quando é utilizada a metodologia *through the cycle*. (HAMILTON, 2011) A revisão das análises, independentemente do horizonte escolhido, é geralmente realizada com frequência anual, a fim de incorporar novas informações ao cálculo e obter resultados mais apurados.

Sobre os resultados obtidos nas análises de risco de crédito, as agências de classificação de risco, como já mencionado, tradicionalmente utilizam como métrica o sistema de classificação por *ratings*, para então atribuir uma probabilidade de inadimplência para seus tomadores. É possível dizer que essa classificação de risco se dá de maneira ordinal, já que separa os tomadores em níveis de menor a maior risco, ordenados, por exemplo, como AAA, AA, A, etc. O KMV, em contrapartida, calcula primeiramente a probabilidade de *default*, por meio da frequência esperada de *default*. Pode-se dizer que essa classificação de risco se dá de maneira cardinal, pois obtém-se uma probabilidade específica para um tomador em um determinado período de tempo. Assim, faz-se necessária uma conversão das probabilidades de inadimplência em categorias de crédito equivalentes – podendo haver situações nas quais o cálculo da EDF pode não coincidir inteiramente com uma avaliação de *rating* realizada pelas agências de classificação. (CROUHY; GALAI; MARK, 2000)

O cálculo da EDF pode ser resumido em apenas dois status: *default* e não *default*. Isso porque a EDF, que será abordada mais detalhadamente adiante, é calculada sobre uma curva de distribuição do valor de mercado dos ativos, e apenas são considerados como inadimplentes resultados que estão a partir de determinado ponto dessa curva – no qual os ativos da empresa são inferiores à dívida tomada. Retomando o trabalho de Merton, podemos considerar os ativos da empresa como uma opção, que será entregue aos credores em caso de inadimplência por parte do

tomador. Nessa situação, em que o valor dos ativos é inferior ao valor da dívida, os credores possuem o direito de recuperar o valor do empréstimo, parcial ou totalmente, mediante a venda dos ativos da empresa a valor de mercado. Se os ativos não possuírem valor algum no momento da venda, todo o dinheiro emprestado é considerado perda para a instituição financeira. Já no caso de adimplência, ou seja, se o valor dos ativos for superior ao valor da dívida, os credores receberão, normalmente, o principal e os juros. (SANTOS; SANTOS, 2009).

3.1.1 VALOR DE MERCADO

A primeira variável a ser considerada no modelo KMV é o valor de mercado de uma empresa, representada pelo preço das ações dessa empresa no mercado. Essa variável pode ser obtida também considerando o valor presente dos fluxos livres de caixa (FLC) descontado do custo médio ponderado de capital (CMPC). (SANTOS; SANTOS, 2009)

O fluxo livre de caixa é o fluxo proveniente das atividades operacionais da empresa, descontando impostos e investimentos – tanto em ativos quanto em capital de giro. O cálculo do fluxo livre de caixa pode ser expresso da seguinte maneira, de acordo com Reis (2017):

$$FLC = FCO + FCI \quad (i)$$

Em que:

FCO = Fluxo de caixa das atividades operacionais;

FCI = Fluxo de caixa de investimentos, lançado como valor negativo. Valor será positivo caso a companhia venda algum ativo.

Para Galdi, Teixeira e Lopes (2008), o FLC é o montante disponível para todos fornecedores de recursos e deve ser apurado antes dos pagamentos das dívidas. Se o cálculo é positivo, significa que os encargos foram maiores do que os pagamentos realizados no período analisado, portanto, o ideal para a saúde da empresa é que o FLC seja positivo. Ademais, o FLC é utilizado para as estimativas de valor econômico da empresa (com base no fluxo de caixa livre para a firma) e de valor para os acionistas (com base no fluxo de caixa livre para os acionistas).

Já o custo médio ponderado de capital é a média entre o custo de capitais de terceiros e o custo de capitais próprios. Para a avaliação de valor de mercado, o CMPC é utilizado como taxa de desconto de fluxo de caixa. O cálculo, de acordo com Tomazoni e Menezes (2002), é expresso a seguir:

$$CMPC = K_e \left(\frac{E}{D + E} \right) + K_d(1 - T) \left(\frac{D}{D + E} \right) \quad (\text{ii})$$

Em que:

K_e = Custo do capital próprio;

K_d = Custo do capital de terceiros;

E = Valor de mercado do capital próprio;

D = Valor de mercado do capital de terceiros;

T = Impostos (imposto de renda + contribuição social sobre o lucro líquido).

No mercado financeiro, o CMPC também é bastante utilizado para a avaliação de retorno de investimentos. De acordo com Reis (2018), o custo do capital é um valor que a empresa deve gastar para manter um preço de mercado que satisfaça seus investidores. Os acionistas de uma empresa esperam receber um retorno pelo valor que investiram no negócio. Assim, para a empresa, essa taxa de retorno é vista como um custo.

3.1.2 VOLATILIDADE DE RETORNO DOS ATIVOS

A volatilidade é uma medida da variação do preço de um ativo ao longo do tempo. Quanto maior a volatilidade, maior a amplitude e a frequência das oscilações no preço do ativo analisado. Para a tomada de decisão dos investidores, é bastante importante avaliar a variação do preço e do retorno que um ativo pode gerar, pois o risco está diretamente associado com a volatilidade dos ativos no mercado.

A volatilidade do retorno deve refletir as expectativas dos investidores quanto à capacidade da empresa de gerar fluxos livres de caixa. O valor de mercado dos ativos e seu custo de capital variam positivamente quando os investidores projetam resultados e cenários favoráveis à atividade operacional da empresa. (SANTOS; SANTOS, 2009) Assim, é importante que se conheça e analise

o risco da atividade operacional, bem como suas perspectivas e sua situação financeira a partir de informações extraídas dos demonstrativos financeiros e de informações externas, avaliando o setor em que a empresa está inserida, condições macroeconômicas e oscilações em geral do mercado.

Ang, Hodrick, Xing e Zhang (2006) demonstram, por meio dos modelos intertemporais de CAPM⁷ de Merton (1973) e Campbell (1992) que os investidores se preocupam com os riscos tanto de retorno do mercado quanto de mudança nas previsões de retornos futuros do mercado. O prêmio de risco, definido como o rendimento de um ativo com risco em comparação com o rendimento de um ativo livre de risco, assim, está associado com as covariâncias entre o retorno dos ativos e variáveis que descrevem a variação temporal das oportunidades de investimento. Investidores avessos ao risco buscam se proteger contra a volatilidade do preço dos ativos, enquanto que os investidores que aceitam tomar riscos se beneficiam da volatilidade que afeta positivamente os retornos futuros esperados do mercado. (MERTON, 1973).

Existem diferentes formas de avaliar a volatilidade, conforme o objetivo e a análise que está sendo realizada. É possível analisar a volatilidade por um viés histórico, considerando as variações de preço ao longo de determinado período no passado. Essa variação é útil como previsão para uma estimativa de variação futura, bem como balizador para a tomada de decisão de investimentos. Além disso, é possível analisar a volatilidade real, ou seja, a variação efetiva do preço do ativo. A variação real passa a compor a variação histórica conforme o passar do tempo. Existe, ainda, a volatilidade implícita, que é calculada com base na variação histórica, contudo, adicionando elementos do presente para que seja possível estimar uma variação futura do ativo analisado. (BTG PACTUAL DIGITAL, 2017) Para o modelo KMV, a avaliação da volatilidade de retorno dos ativos (O) será feita com base histórica, calculando a variância ou o desvio padrão da rentabilidade histórica dos ativos das empresas analisadas em um determinado período de tempo.

⁷ O modelo CAPM, desenvolvido em 1964, foi desenvolvido para ser analisado de maneira estática. Os trabalhos posteriores de Merton e Campbell exploram esse modelo para uma abordagem intertemporal, considerando que o comportamento de uma carteira para um investidor maximizador será significativamente diferente quando ele enfrenta uma mudança de oportunidade de investimento em vez de uma oportunidade de investimento constante. (MERTON, 1973).

3.1.3 PONTO DE *DEFAULT*

A terceira variável utilizada no modelo KMV é o ponto de *default* (D), que representa as dívidas da empresa no momento em que a probabilidade de inadimplência está sendo estimada. Essa métrica é importante pois a PD de uma empresa aumenta conforme o valor de mercado dos ativos se aproximar do valor de suas dívidas e, torna-se crítica, ao ponto de a empresa ser incapaz de gerar fluxos de caixa, quando o valor dos ativos passa a ser inferior que o valor das obrigações. (ABREU NETO, 2008)

Santos e Santos (2009) assumem que o pagamento de um empréstimo está diretamente relacionado com o valor de mercado da empresa. Se o valor de mercado dos ativos for maior que o valor das dívidas, a empresa consegue pagar as dívidas e ainda obter lucro, caso sobrem recursos. Caso o valor de mercado seja inferior às dívidas, a empresa pode declarar falência, entregando seus ativos.

Em geral, as empresas não entram em *default* quando o valor de seus ativos atinge o valor contábil das dívidas. A maioria das empresas continua rolando suas obrigações para o longo prazo e, assim, conseguem sobreviver por mais algum tempo. Entretanto, é observado que o ponto de *default* se dá em um ponto entre o valor das dívidas de curto prazo e o total das dívidas contraídas. Crouhy, Galai e Mark (2000) estimam que o ponto de *default* ocorre quando o valor dos ativos é igual à soma entre o valor das dívidas de curto prazo e 50% das dívidas de longo prazo. Para esse cálculo, porém, deve-se pressupor que as dívidas de longo prazo jamais sejam amortizadas num horizonte próximo de tempo. Assim, D pode ser calculado como:

$$D = DCP + \left(\frac{DLP}{2}\right) \quad (\text{iii})$$

Em que:

DCP = Dívida de curto prazo;

DLP = Dívida de longo prazo.

3.1.4 DISTÂNCIA AO *DEFAULT*

A distância ao *default* (DD) representa a situação da empresa no momento da análise e o quão longe ou perto essa situação está do ponto de *default*. Essa medida é realizada com base na quantidade de desvios padrões entre o valor de mercado dos ativos e o ponto de *default*. Quando maior for a distância de D, melhor a situação financeira da empresa, o que indica também uma boa capacidade de geração de fluxo de caixa para saldar seus empréstimos. Quanto menor for essa distância, mais próxima a empresa está de uma condição de inadimplência, portanto, deve-se manter atenção a fim de que não se deteriore ainda mais sua situação financeira.

A estimação de DD é realizada com base nas variáveis estimadas anteriormente. Considera-se a diferença entre o valor esperado dos ativos para o ano seguinte e o ponto de *default*, e divide-se essa diferença pela volatilidade do retorno dos ativos. O valor esperado dos ativos pode ser obtido por projeções externas do mercado ou por projeções internas da empresa, utilizando a mesma lógica da estimação de valor de mercado anteriormente explorada. Conforme Lamberti (2011), a fórmula para o cálculo da distância ao *default* pode ser assim expressa:

$$DD = \frac{(VEA_{t+1} - D)}{\sigma} \quad (\text{iv})$$

Em que:

VEA_{t+1} = Valor de mercado esperado do ativo em $t+1$;

D = Ponto de *Default*;

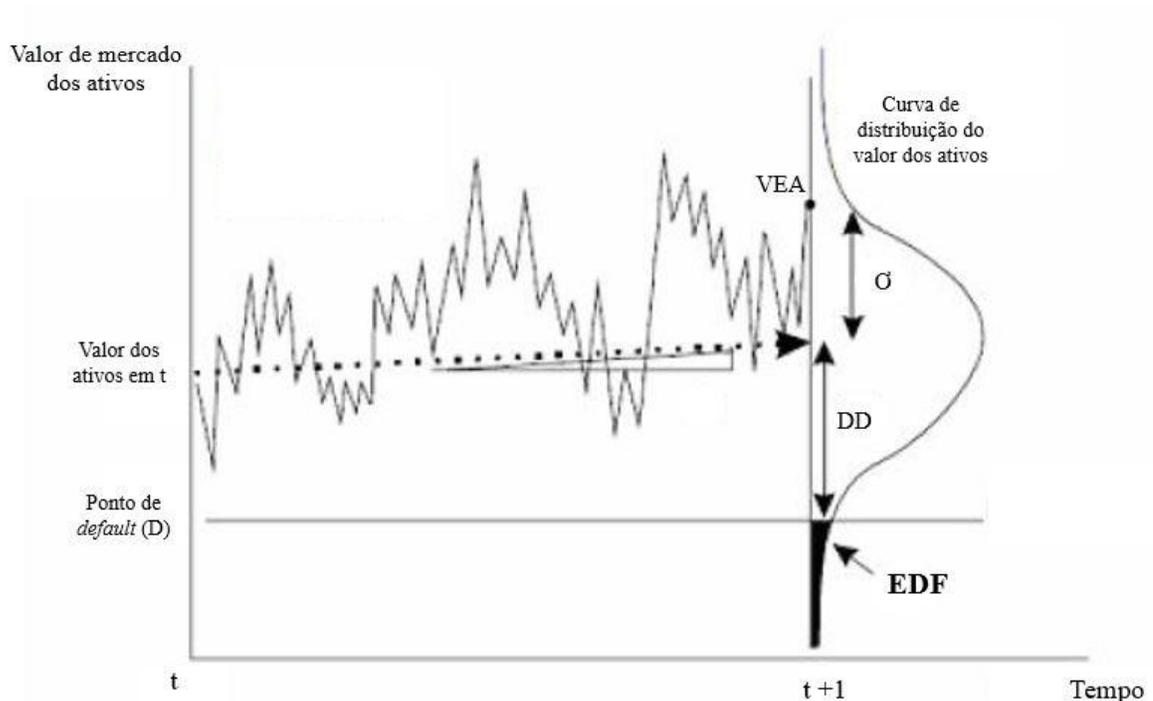
σ = Volatilidade do retorno dos ativos.

3.1.5 FREQUÊNCIA ESPERADA DE *DEFAULT* (EDF)

Por fim, a última e mais importante variável que compõe o modelo KMV é a frequência esperada de *default* (EDF). A EDF pode ser definida como a classificação cardinal do tomador em relação à probabilidade de inadimplência. O valor estimado é válido apenas para a empresa analisada no período de tempo estipulado e, como já foi comentado, esse valor será posteriormente convertido em um *rating*, que será utilizado pelas agências de classificação de risco.

A EDF, como é possível verificar na figura 5, é uma faixa de distribuição da relação entre a distância até o *default* com a probabilidade de *default* de empresas com diferentes DDs – probabilidade essa obtida por meio de um vasto banco de dados da Moody's que contém histórico de inadimplência e de falência de empresas. Com base na distância ao *default* calculada para a empresa analisada é realizada uma comparação entre o histórico de inadimplência do banco de dados e a DD no momento dos *defaults*. A EDF, assim, representa o momento em que o valor de mercado dos ativos da empresa se torna inferior a D, indicando que a empresa deixará de cumprir com suas obrigações, tornando-se inadimplente. (CROSBIE; BOHN, 2003)

Figura 5: Estimação da Frequência Esperada de *Default* no modelo KMV



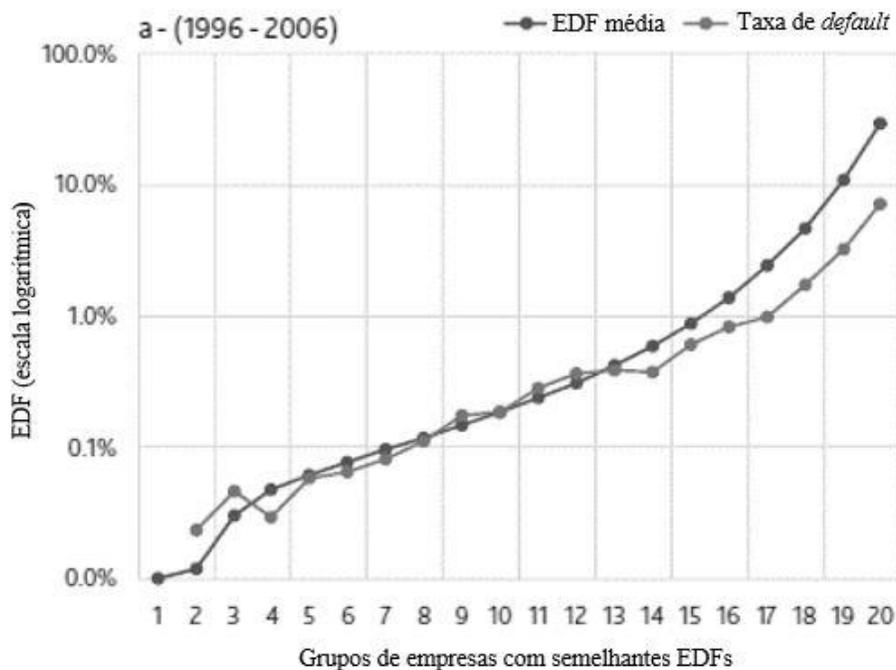
Fonte: Adaptado de Lamberti (2011)

A fim de verificar a eficiência da estimativa da EDF para o KMV, a Moody's realiza, dentre vários testes, um escalonamento das empresas com base em suas frequências esperadas de *default*, classificando-as do melhor para o pior resultado. Ao analisar essa amostra durante um certo tempo, espera-se que os tomadores que entrem em *default* estejam concentrados nas faixas mais altas de EDF e que já demonstrem esse resultado algum tempo antes do exato momento de *default*, indicando, assim, que o modelo possui uma capacidade preditiva eficaz. Um segundo tipo de teste

realizado pela agência de classificação de risco busca averiguar se os valores de EDF calculados são condizentes com as taxas de inadimplência reais observadas. Avalia-se a capacidade de identificação de risco de inadimplência em perspectiva, examinando conjuntos agregados de dados para determinar o desempenho estatístico do modelo. Com isso, garante-se que o KMV não utilize exemplos únicos para apoiar um argumento de entrada em *default*. (MUNVES; SMITH; HAMILTON, 2010)

Como mencionado no capítulo anterior, a crise financeira de 2008 foi fundamental para que se repensasse a mensuração de risco de crédito e a atuação das agências de classificação de risco no Sistema Financeiro Internacional. Dentre os testes realizados para verificar a eficiência da EDF, a Moody's realizou várias comparações entre a frequência esperada de *default* de empresas em períodos antes e depois de 2008, a fim de examinar a possibilidade do cálculo da EDF estar subestimado, especialmente para instituições financeiras – já que elas representaram o setor mais afetado na época. Nas figuras 6 e 7, é possível observar a comparação entre a EDF e a taxa de *default* para instituições financeiras ao redor do mundo.

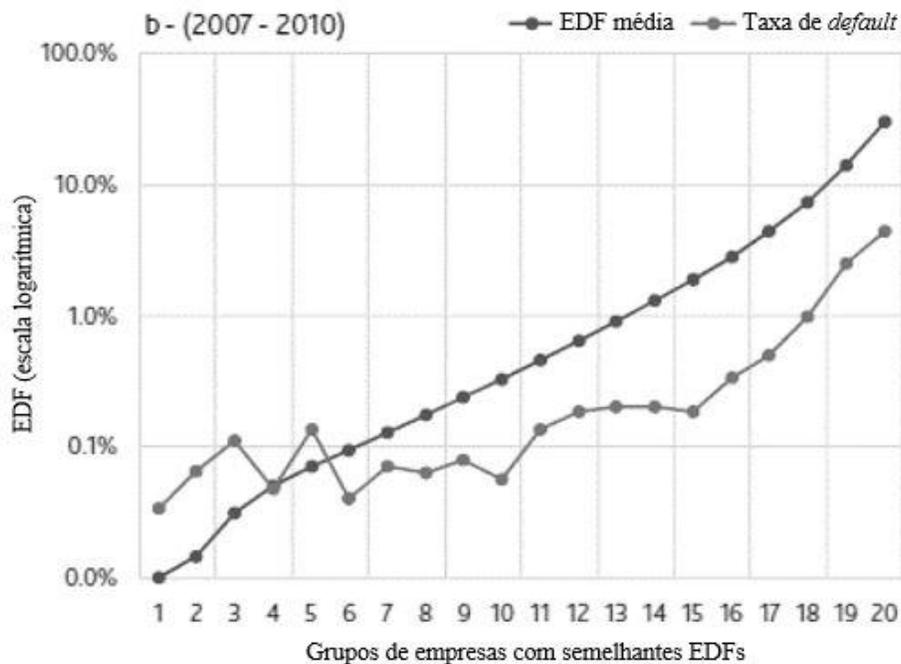
Figura 6: Validação da EDF para instituições financeiras globais (1996-2006)



Fonte: Traduzido de Munves, Smith e Hamilton (2010)

O trabalho de Munves, Smith e Hamilton (2010) segmentou a amostra de empresas em 20 grupos de igual tamanho e EDFs semelhantes, classificando-as em ordem crescente de probabilidade de *default*. A figura 6 apresenta a comparação entre as frequências esperadas calculadas e as taxas de inadimplência observadas entre 1996 e 2006. É possível perceber que a estimativa da probabilidade de inadimplência condiz ou é superior aos eventos de *default* observados para a maioria dos grupos. Na ponta esquerda do gráfico, é possível examinar uma anomalia indicando que a EDF está possivelmente subestimada para os grupos 2 e 3. Eventos de *default* em empresas com EDFs muito baixas são raros, o que indica que qualquer evento de inadimplência em uma das amostras pode gerar impacto relevante no gráfico. Esse comportamento fica mais evidente na figura 7, em que as mesmas empresas são analisadas no período entre 2007 e 2010.

Figura 7: Validação da EDF para instituições financeiras globais (2007-2010)



Fonte: Traduzido de Munves, Smith e Hamilton (2010)

Ao observar a ponta direita dos gráficos, é possível examinar que empresas com maiores EDFs incorreram em inadimplência em um ponto abaixo do estimado pelo modelo. Isso indica, na teoria, que o modelo está bem calibrado para prever eventos de *default*, podendo até ser considerado

conservador na sua estimação. Entretanto, na prática, Munves, Smith e Hamilton (2010) evidenciam que a taxa observada de *default* deveria ser maior por dois motivos: (i) foram desconsiderados eventos que poderiam se tornar inadimplência, mas que foram evitados pelos governos dos países nos quais estão alocadas as instituições financeiras; e (ii) dado que a base de dados que compila eventos de *default* é realizada manualmente, existe a possibilidade de alguns eventos não terem sido incluídos. Mesmo com uma taxa de *default* observada maior, ainda é possível considerar que o modelo KMV estima uma probabilidade de inadimplência em linha com os cenários reais observados.

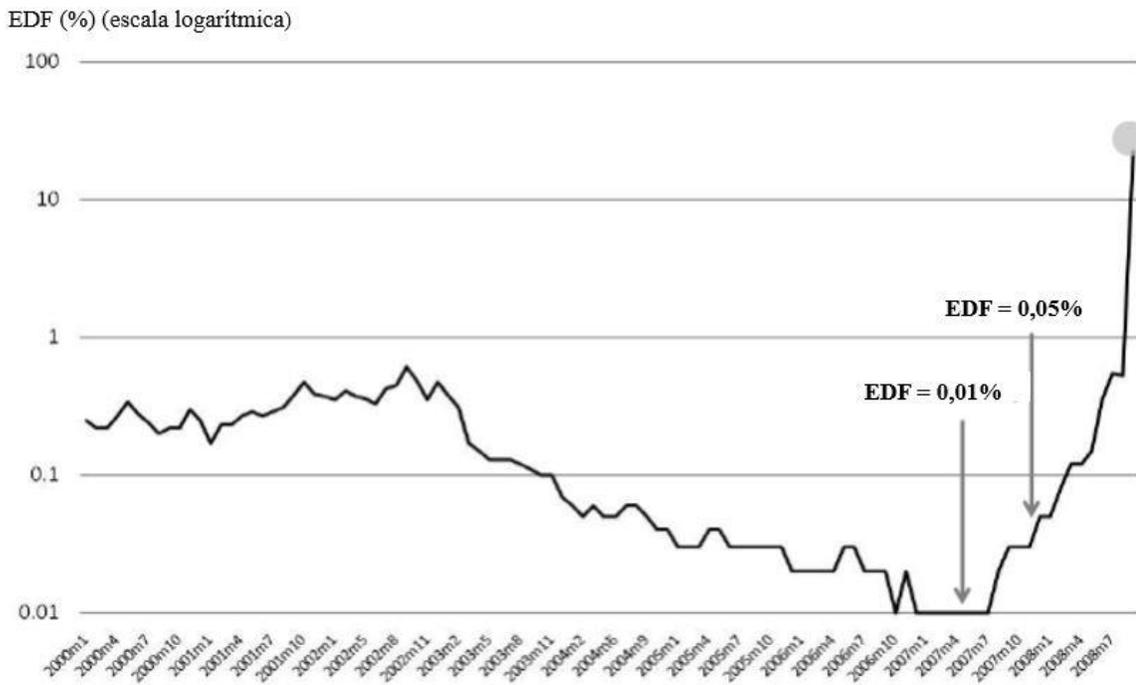
Em cenários em que as instituições financeiras tenham baixa EDF calculada, a atenção deve ser maior para evitar a falência das empresas consideradas grandes demais para quebrar (*too big to fail*). Como principal exemplo desse cenário, tem-se o evento mais relevante da crise do *subprime*, a falência do Lehman Brothers, em setembro de 2008.

Para contextualização, o Lehman Brothers Holdings Inc. era, na época, o quarto maior banco de investimento dos Estados Unidos. A estratégia da instituição visava investir agressivamente em ativos imobiliários, resultando em grande exposição de títulos hipotecários, particularmente, os chamados *subprimes* – títulos hipotecários concedidos a tomadores de alto risco. Como já exposto no capítulo anterior, esses títulos eram considerados títulos podres, pois apresentavam boa classificação de risco, fornecendo aos investidores a ilusão de serem oportunidades seguras de negócio. Quando o mercado imobiliário começou a desacelerar em 2006, houve uma retração no sistema bancário paralelo para empréstimos de curto prazo. O Lehman Brothers, como a maioria dos bancos de investimento, dependia do mercado de curto prazo para gerar bilhões de dólares diariamente e manter sua operação. A instituição financeira tentou vender parte de sua carteira imobiliária, porém, os preços eram insatisfatórios devido ao arrefecimento do mercado. Com uma alavancagem grande, uma cultura de tomada de riscos excessiva, uma carteira com produtos de grande complexidade de avaliação, um sistema financeiro que ignorava a possibilidade de quebra de grandes instituições e uma incapacidade de garantir seu próprio financiamento, o banco declarou falência, em 2008, com um valor de US\$639 bilhões em ativos e US\$613 bilhões em dívidas. (WIGGINS; PIONTEK; METRICK, 2014)

De acordo com Munves, Smith e Hamilton (2010), a frequência esperada de *default* do Lehman Brothers seis meses antes de sua falência era de apenas 0,1%. Analisando esse valor individualmente, é praticamente impossível imaginar a ocorrência de um evento de *default* em um

prazo tão curto para uma empresa com EDF baixa. Entretanto, quando adicionados novos componentes à análise, como a movimentação da EDF nos meses precedentes à quebra da instituição e a comparação com outras empresas do mesmo setor, a possibilidade de evento de *default* fica mais evidente.

Figura 8: Valores de EDF para a empresa Lehman Brothers Holdings (2000-2008)



Fonte: Traduzido de Munves e Hamilton (2012)

Como é possível verificar na figura 8, um ano e meio antes do evento de *default*, o Lehman Brothers apresentava uma EDF em torno de 0,01%. Seis meses mais tarde, esse valor havia subido para 0,05%. Passados mais seis meses, a EDF estava em 0,1% e, três meses antes de setembro de 2008, o valor já se encontrava em 0,6%. Em termos absolutos, esses valores são baixos o que é corroborado quando se examina os valores de EDF do setor financeiro. Como resultado, houve crítica ao subdesempenho da classificação de risco e à falta de transparência de grandes instituições financeiras, já que a frequência esperada de *default* reflete as informações de mercado e de demonstrativos financeiros. Em relação ao Lehman Brothers, algum tempo após a falência, foi informado que os reguladores e o mercado operavam com informações incompletas sobre a saúde financeira da instituição e que eram realizadas diversas movimentações financeiras a fim de retirar

dívidas temporariamente das contas de passivo para melhor desempenho financeiro. (MUNVES; SMITH; HAMILTON, 2010)

Passados os efeitos da crise, como resposta aos negativos desdobramentos, buscou-se assegurar a saúde e solidez das instituições financeiras por meio de um endurecimento nas regulações internacionais, representado pelo já examinado acordo de Basileia III. Em relação ao modelo KMV, avalia-se que o cálculo da EDF, embora estivesse em níveis absolutos baixos, resultou em uma boa medida para a previsão de eventos de *default*.

3.2 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO MODELO KMV

Apresentadas as variáveis que compõem o KMV, faz-se necessário analisar o diferencial do modelo e suas deficiências comparados a diferentes mercados e aos demais modelos já apresentados. Como mencionado anteriormente, é importante que as instituições financeiras elaborem modelos internos para a mensuração do risco de crédito, pois uma análise quantitativa das empresas fornece um resultado mais assertivo e permite um melhor monitoramento da qualidade creditícia desses tomadores e de seus portfólios.

O modelo KMV, nesse cenário, não é exceção. O uso de informações, tanto de mercado, quanto contábeis, para a estimação da probabilidade de inadimplência permite que sejam analisados o comportamento e a situação econômico-financeira de uma empresa, bem como captadas as expectativas dos investidores e as projeções do cenário macroeconômico no qual a empresa está inserida, obtendo, assim, uma análise completa e com um viés *forward-looking*. Os dados de mercados permitem, além disso, que o modelo seja atualizado com frequência, sendo possível estimar a probabilidade de *default* em diferentes períodos de tempo, inclusive, em intervalos de tempo diários.

Em relação aos demais modelos de gestão de portfólio de crédito, o KMV é o único que realiza o cálculo da probabilidade de *default* e que atribui um valor distinto para cada tomador. Modelos como o *Credit Metrics* e o *Credit Risk+* consideram essa informação como dada e determinam a mesma probabilidade de inadimplência e a mesma probabilidade de migração de *ratings* para todos os clientes que possuam um mesmo nível de *rating*, massificando, assim, a análise.

Como vantagem ainda, o modelo possui suporte teórico da Teoria Moderna de Finanças, com enfoque no modelo estrutural de Merton para a precificação de opções. Mileo Neto, Kymura e Kayo (2012) relatam que modelos estruturais apresentam a vantagem de associar diretamente o valor da empresa com o valor de suas ações, precificando o risco de crédito especificamente para cada tomador. Com isso, é possível considerar o KMV como um modelo estrutural, em que as ações de uma empresa, ou seu patrimônio líquido, são examinados como uma opção – sendo possível aplicá-lo para qualquer empresa de capital aberto que negocie ações no mercado.

Examinar a estrutura de capital da empresa como uma opção, porém, é um dos pontos de atenção do modelo. Considera-se o KMV como um modelo estático, o que significa que, mesmo que ocorram alterações nos valores dos ativos, a estrutura de capital se mantém a mesma, como um único título de dívida com maturidade definida e cupom zero, ignorando suas complexidades. (MILEO NETO; KYMURA; KAYO, 2012). Outra desvantagem está na estimação do ponto de *default*. Por conta do modelo ser estático, para esse cálculo, não há distinção entre as dívidas do tomador. O modelo KMV assume que a estrutura da dívida de uma empresa não é alterada ao longo do tempo, o que implica na ausência de captura do comportamento de empresas que procuram manter constante a sua alavancagem durante o período que estão sendo analisadas (SANTOS; SANTOS, 2009). A distribuição do retorno dos ativos, utilizado no cálculo da EDF, é outra limitação do modelo. Assume-se que a curva de distribuição é uma curva normal, o que, entretanto, não representa uma boa aproximação. Para obter um cálculo mais preciso, o ideal é identificar a correta distribuição da curva de retorno dos ativos, o que torna o cálculo mais complexo e exige maior conhecimento matemático.

Além das simplificações, o fato de o modelo ser aplicado para empresas de capital aberto gera também uma limitação. É possível realizar o cálculo do KMV para empresas de capital fechado, entretanto, são necessárias adaptações das variáveis, especialmente em relação às informações de mercado. Com isso, a obtenção de uma base de dados para comparar a distância ao *default* com a EDF se torna um trabalho oneroso, e a base obtida, em comparação com a base já estabelecida e utilizada pela Moody's, é bastante reduzida – afetando a acuracidade dos resultados.

Elizalde (2006) ainda menciona como desvantagem – nesse caso, não restrito ao KMV, mas em relação a modelos derivados do modelo estrutural de Merton – o fato de um evento de *default* ocorrer apenas na data de maturidade da dívida. Qualquer existência de inadimplência antes da maturidade é desconsiderada, podendo a empresa analisada ter o valor de seus ativos abaixo do

ponto de *default* ao longo do tempo, mas devido a uma recuperação não ser considerada inadimplente na data de maturidade.

Por fim, é necessário considerar as divergências de resultado conforme o mercado no qual o modelo KMV está sendo aplicado. A Moody's possui uma base de dados deveras robusta, contendo informação de eventos de *default* ocorridos nos últimos 30 anos para mais de 60.000 empresas públicas e de 2,8 milhões de empresas privadas ao redor do mundo (MOODY'S ANALYTICS INC., 2020). A imensa maioria dessas empresas, entretanto, estão localizadas na América do Norte e na Europa. Isso significa que a aplicação do modelo para empresas localizadas nesses mercados é mais precisa e confiável, devido ao grande número de observações da base, do que a aplicação do modelo para mercados em outras localidades do globo. A deficiência de informações, expressa em poucas empresas e em reduzido histórico de análise, afeta principalmente os mercados de países considerados subdesenvolvidos ou em desenvolvimento - como o mercado brasileiro. Essa limitação ficará evidente no próximo capítulo, quando os dados da amostra de empresas escolhidas serão apresentados e a aplicação prática do modelo realizada.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A fim de aplicar o modelo KMV para o trabalho, algumas adaptações foram realizadas no cálculo das variáveis como forma de simplificar a estimação e como adequação do modelo a um cenário no qual o acesso às informações do *software Risk Frontier* e às bases de dados de inadimplência histórica da Moody's é restrito. Como já relatado, o modelo se abastece de informações contábeis e de mercado das empresas. As informações de mercado foram todas obtidas no site da Brasil Bolsa Balcão (B3), por meio de relatórios históricos. Para essa etapa, foram inicialmente selecionados quais ativos seriam incorporados ao cálculo, já que todas as empresas analisadas apresentam mais de um código de negociação - que representam as ações ordinárias e as preferenciais. Com o objetivo de aproximar o cálculo de valor de mercado do valor contábil, e estimar a volatilidade de retorno dos ativos, foram considerados todos os códigos negociados no mercado à vista para as datas-bases analisadas. Definidos os ativos, foram obtidas as informações de mercado nos documentos Relatório Mensal de Negociação, elaborado pela B3, utilizado para o cálculo de valor de mercado, pois contém as informações de preço, quantidade e volume de ações negociadas, e Relatório de Cotações Históricas, também de elaboração da B3, utilizado para o cálculo de volatilidade do retorno dos ativos, já que apresenta dados históricos e diários dos diferentes preços dos ativos no pregão (preço de abertura, preço médio e preço de fechamento).

Para a estimação da variável ponto de *default*, foram utilizadas as demonstrações financeiras consolidadas das empresas. Os dados foram obtidos na página de relação com investidores de cada uma das empresas, sendo consideradas as contas de passivo circulante e exigível a longo prazo. Esse cálculo é utilizado como pré-requisito para a distância ao *default*, que ainda necessita de informações de mercado para completar sua avaliação. Por fim, foram consumidos dados do patrimônio líquido (PL) das empresas, a fim de examinar a proximidade entre os cálculos de valor de mercado e valor contábil, para obter uma probabilidade de inadimplência aderente à realidade.

Os dados foram compilados no *software Microsoft Excel* e os cálculos e tabelas apresentados nesse capítulo também foram gerados pelo mesmo programa. As fórmulas utilizadas para os cálculos das variáveis são conceitualmente as mesmas apresentadas na seção anterior, com exceção da estimação da EDF. A estimação da probabilidade de inadimplência, conforme previsto pelo modelo KMV, requer acesso ao *software Risk Frontier* que contém bases históricas de eventos

de *default* de milhares de empresas. Por meio dessa ferramenta, é possível realizar a comparação entre diversas empresas que apresentam a mesma distância ao *default* que as amostras analisadas e, portanto, estimar a EDF dessas amostras. Como o acesso ao *Risk Frontier* é disponível apenas para empresas que contratem os serviços da Moody's, não foi possível a obtenção das bases de eventos de *default*. Dessa forma, a estimação da probabilidade de inadimplência foi realizada com base no trabalho de Black-Scholes (1973), e a fórmula utilizada é a apresentada a seguir:

$$PD = N(-DD) \quad (v)$$

Em que:

PD = Probabilidade de *default*

N = Distribuição normal padrão

DD = Distância ao *default*

Ao utilizar o cálculo proposto por Black-Scholes, pressupõe-se que a probabilidade de inadimplência é calculada num cenário de risco neutro, pois o modelo de precificação de opções faz uso da taxa de juros livre de risco. O modelo KMV, em contrapartida, faz uso da taxa de juros real observada para o período analisado. É mais provável, portanto, que o KMV estime um valor de mercado em $t+1$ maior que o valor de mercado estimado utilizando o modelo de Black-Scholes. Para esse trabalho, como os dados de valor de mercado em $t+1$ são históricos e, por consequência, já conhecidos, a taxa de juros não é relevante.

4.1 SELEÇÃO DA AMOSTRAGEM

A amostra selecionada consiste em 10 empresas brasileiras do setor financeiro, pertencentes ao segmento bancário, listadas na bolsa de valores do Brasil (B3). Como o número de empresas listadas na B3 é relativamente limitado quando comparado com outros mercados acionários como, por exemplo, o mercado estadunidense, foram selecionadas empresas de diferentes segmentos de listagem, o que significa que a amostra não é inteiramente homogênea, já que existem empresas de diferentes tamanhos e com diferentes governanças corporativas. Além disso, também pela limitação de dados das amostras selecionadas, devido à entrada recente no mercado acionário de

algumas delas, foram analisados dados mais recentes, fazendo uso, assim, das datas-bases de 2018 e de 2019.

A escolha de empresas do segmento bancário para análise de risco de crédito tem como objetivo verificar se houve alterações na classificação de risco após a crise financeira de 2008. Ao analisar a EDF do Lehman Brothers no capítulo anterior, constatou-se que, embora seja uma boa medida para prever casos de *default*, os valores absolutos da EDF calculados na época eram muito baixos. Portanto, uma análise superficial da empresa, ou até uma análise considerando outras empresas de semelhante probabilidade de inadimplência à época, dificultaria a identificação de uma proximidade do evento de *default*. É esperado que, passados 10 anos da crise, a falta de credibilidade depositada pelo mercado sobre as agências de classificação de risco e a adoção de novas regulamentações tenham gerado mudanças no gerenciamento de riscos de instituições financeiras. A aplicação do modelo KMV, mesmo que não plenamente precisa, deve fornecer algum indicativo das transformações ocorridas nesse período de tempo.

Tabela 1: Empresas selecionadas para a aplicação do modelo KMV

Empresa	Código de negociação
Banco ABC Brasil S.A.	ABCB
Banco Bradesco S.A.	BBDC
Banco BTG Pactual S.A.	BPAC
Banco do Brasil S.A.	BBAS
Banco do Estado do Espírito Santo S.A. (Banestes)	BEES
Banco do Estado do Rio Grande do Sul S.A. (Barrisul)	BRSR
Banco Inter S.A.	BIDI
Banco Pan S.A.	BPAN
Banco Santander Brasil S.A.	SANB
Itaú Unibanco Holding S.A.	ITUB

Fonte: Elaborado pelo autor

Para cálculo do modelo e apresentação dos resultados obtidos, foi elaborada uma seção para cada instituição financeira, na qual são comentadas individualmente as informações utilizadas e as

particularidades de cada empresa. Ao final, foi realizada a comparação entre os resultados a fim de validar as hipóteses inicialmente propostas – verificar os valores absolutos estimados de PD, bem como a existência de relação entre os dados de mercado, especificadamente o preço das ações negociadas, e a probabilidade de *default* das empresas.

4.2 APLICAÇÃO DO MODELO KMV

Foram realizadas três aplicações do modelo KMV para cada instituição financeira selecionada, representando cenários de diferentes preços das ações negociadas. No primeiro cenário, foi considerado, para fins de cálculo, o preço médio da ação no horizonte de um ano. O segundo cenário considera o preço médio mínimo negociado no mesmo período de tempo. Por fim, a terceira análise considera o preço médio máximo negociado também no mesmo horizonte.

Todas as análises partem da data-base t , que representa os dados das amostras em 31/12/2018, e consideram, para cálculo de valor de mercado, o preço médio das ações negociadas entre 01/01/2018 e 31/12/2018. As análises comparam a situação da empresa em t com as informações da data-base seguinte $t+1$, ou seja, 31/12/2019. Para os diferentes cenários estimados em $t+1$, foram considerados os preços das ações entre 01/01/2019 e 31/12/2019.

4.2.1 BANCO ABC

O Banco ABC Brasil S.A. é uma instituição financeira de tamanho médio, concentrada nas regiões sul e sudeste do Brasil, controlada pela Arab Banking Corporation, cuja origem é o Bahrein, A Moody's, em sua última classificação de risco, considerou o Banco ABC como *rating* Ba2 em escala global e Aa2.br em escala nacional. (BANCO ABC BRASIL, 2020b) A classificação nacional é bastante positiva, e representa uma possibilidade muito baixa de incidência em risco de crédito. Contudo, a escala global é limitada em Ba2, pois essa é a nota dada ao Brasil na classificação de *rating* de dívida soberana.

Tabela 2: Informações para a aplicação do modelo KMV – Banco ABC

31/12/2018

Quantidade de ações	96.062.700
Preço médio da ação	R\$ 16,47
Valor de mercado do PL	R\$ 1.581.813.981,00
Passivo circulante	R\$ 20.621.821.000,00
Exigível a longo prazo	R\$ 8.410.529.000,00
Valor de mercado dos ativos	R\$ 30.614.163.981,00

31/12/2019

	Preço médio	Preço mínimo	Preço máximo
Quantidade de ações	132.739.300	132.739.300	132.739.300
Preço da ação	R\$ 18,59	R\$ 16,78	R\$ 20,49
Valor de mercado do PL	R\$ 2.467.075.478,09	R\$ 2.227.365.454,00	R\$ 2.719.828.257,00
Passivo circulante	R\$ 23.960.529.000,00	R\$ 23.960.529.000,00	R\$ 23.960.529.000,00
Exigível a longo prazo	R\$ 8.233.241.000,00	R\$ 8.233.241.000,00	R\$ 8.233.241.000,00
Valor de mercado dos ativos	R\$ 34.660.845.478,09	R\$ 34.421.135.454,00	R\$ 34.913.598.257,00

Fonte: Elaborado pelo autor

Os códigos de negociação utilizados para a mensuração do preço e da quantidade de ativos foram ABCB4 e ABCB10. Os resultados da tabela 3 demonstram que a empresa em $t+1$ ficou acima do ponto de *default* em todos os cenários, não resultando em inadimplência. A probabilidade de *default*, estimada inicialmente em 8,77%, sofreu, conforme esperado, variações inversas à alteração no preço das ações.

Tabela 3: Resultados da aplicação do modelo KMV – Banco ABC

	Preço médio	Preço mínimo	Preço máximo
Valor de mercado (t)	R\$ 30.614.163.981,00	R\$ 30.614.163.981,00	R\$ 30.614.163.981,00
Volatilidade dos ativos	20,94%	20,94%	20,94%
Ponto de <i>default</i>	R\$ 24.827.085.500,00	R\$ 24.827.085.500,00	R\$ 24.827.085.500,00
Distância ao <i>default</i>	1,36	1,33	1,38
Probabilidade de <i>default</i>	8,77%	9,16%	8,38%

Fonte: Elaborado pelo autor

4.2.2 BANCO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (BANESTES)

O Banco do Estado do Espírito Santo S.A. é um banco público de atuação majoritária no estado do Espírito Santo. A instituição negocia ações ordinárias e preferenciais na B3, cujos códigos de negociação utilizados para análise foram BEES3 e BEES4. A instituição possui apenas classificação de risco realizada pela Fitch, sendo A+ a última nota atribuída em escala nacional. (BANCO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO - BANESTES, 2020b) Quando comparada com a escala de *ratings* da Moody's, na figura 1, podemos considerar a nota da instituição semelhante a uma classificação A1, o que indica grau de investimento e risco crédito considerado entre baixo e médio. (INSTITUTO BRASILEIRO DE RELAÇÕES COM INVESTIDORES - IBRI, 2013)

Tabela 4: Informações para a aplicação do modelo KMV – Banestes

31/12/2018

Quantidade de ações	5.297.100
Preço médio da ação	R\$ 3,86
Valor de mercado do PL	R\$ 20.447.670,00
Passivo circulante	R\$ 20.889.684.000,00
Exigível a longo prazo	R\$ 5.546.583.000,00
Valor de mercado dos ativos	R\$ 26.456.714.670,00

31/12/2019

	Preço médio		Preço mínimo		Preço máximo	
Quantidade de ações	9.950.200		9.950.200		9.950.200	
Preço da ação	R\$	5,48	R\$	4,08	R\$	6,64
Valor de mercado do PL	R\$	54.533.882,50	R\$	40.596.816,00	R\$	66.069.328,00
Passivo circulante	R\$	16.614.808.000,00	R\$	16.614.808.000,00	R\$	16.614.808.000,00
Exigível a longo prazo	R\$	5.502.203.000,00	R\$	5.502.203.000,00	R\$	5.502.203.000,00
Valor de mercado dos ativos	R\$	22.171.544.882,50	R\$	22.157.607.816,00	R\$	22.183.080.328,00

Fonte: Elaborado pelo autor

A aplicação do modelo KMV para o Banestes resultou para todos os cenários analisados, identificados nas tabelas 4 e 5, um valor de mercado em $t+1$ abaixo do ponto de *default*, indicando que a empresa seria inadimplente ao final do período. Mesmo com um aumento da quantidade e do preço das ações negociadas em 2019, as dívidas de curto prazo da instituição reduziram significativamente, interferindo na estimação do valor de mercado em $t+1$ e, conseqüentemente,

no cálculo da distância ao *default*. A PD calculada para a empresa também é notadamente alta em todos os cenários apresentados.

Tabela 5: Resultados da aplicação do modelo KMV – Banestes

	Preço médio	Preço mínimo	Preço máximo
Valor de mercado (t)	R\$ 26.456.714.670,00	R\$ 26.456.714.670,00	R\$ 26.456.714.670,00
Volatilidade dos ativos	41,32%	41,32%	41,32%
Ponto de <i>default</i>	R\$ 23.662.975.500,00	R\$ 23.662.975.500,00	R\$ 23.662.975.500,00
Distância ao <i>default</i>	-0,16	-0,16	-0,16
Probabilidade de <i>default</i>	56,47%	56,53%	56,41%

Fonte: Elaborado pelo autor

4.2.3 BANCO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL (BANRISUL)

O Banco do Estado do Rio Grande do Sul é, assim como o Banestes, uma instituição financeira pública, de atuação regional no sul do Brasil. A instituição possui classificação de risco Ba3, em escala global, e A1.br, em escala nacional, pela Moody's. (BANCO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL - BANRISUL, 2020b) Essa classificação coloca a instituição em duas posições distintas, tendo, em escala global, um risco de crédito mais elevado e um grau especulativo, que deriva, majoritariamente da classificação de dívida soberana do Brasil, enquanto que, em escala nacional, a qualidade creditícia da empresa é considerada acima da média e o risco de *default* é considerado baixo.

Para a aplicação do modelo, foram analisados os códigos de negociação BRSR3, BRSR5 e BRSR6. Os resultados obtidos foram positivos, pois o valor de mercado em $t+1$ se manteve, em todos os cenários, acima do ponto de *default*. Embora o valor de mercado em $t+1$ tenha sido cerca de 60% maior que D, a volatilidade de retorno dos ativos afetou negativamente a estimação de distância ao *default*.

Tabela 6: Informações para a aplicação do modelo KMV – Banrisul

31/12/2018

Quantidade de ações	346.334.400
Preço médio da ação	R\$ 18,06
Valor de mercado do PL	R\$ 6.254.270.934,00
Passivo circulante	R\$ 30.483.450.000,00
Exigível a longo prazo	R\$ 39.650.027.000,00
Valor de mercado dos ativos	R\$ 76.387.747.934,00

31/12/2019

	Preço médio	Preço mínimo	Preço máximo
Quantidade de ações	301.242.900	301.242.900	301.242.900
Preço da ação	R\$ 23,28	R\$ 19,91	R\$ 30,95
Valor de mercado do PL	R\$ 7.013.104.398,19	R\$ 5.997.746.139,00	R\$ 9.323.467.755,00
Passivo circulante	R\$ 33.080.910.000,00	R\$ 33.080.910.000,00	R\$ 33.080.910.000,00
Exigível a longo prazo	R\$ 40.496.129.000,00	R\$ 40.496.129.000,00	R\$ 40.496.129.000,00
Valor de mercado dos ativos	R\$ 80.590.143.398,19	R\$ 79.574.785.139,00	R\$ 82.900.506.755,00

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 7: Resultados da aplicação do modelo KMV – Banrisul

	Preço médio	Preço mínimo	Preço máximo
Valor de mercado (t)	R\$ 76.387.747.934,00	R\$ 76.387.747.934,00	R\$ 76.387.747.934,00
Volatilidade dos ativos	36,99%	36,99%	36,99%
Ponto de <i>default</i>	R\$ 50.308.463.500,00	R\$ 50.308.463.500,00	R\$ 50.308.463.500,00
Distância ao <i>default</i>	1,02	0,99	1,06
Probabilidade de <i>default</i>	15,49%	16,00%	14,39%

Fonte: Elaborado pelo autor

4.2.4 BANCO DO BRASIL

O Banco do Brasil é a primeira instituição financeira criada no Brasil e a primeira empresa a ser listada em bolsa de valores do país. Pouco mais da metade das ações do banco pertencem ao governo federal brasileiro, e o código de negociação utilizado na B3, e na aplicação do modelo KMV ao trabalho, foi o BBAS3. A instituição possui classificação de risco Ba2, tanto em escala global quanto em escala nacional, condizente com o *rating* do país atribuído pela Moody's. (BANCO DO BRASIL, 2020b) Enquanto a classificação de dívida soberana do Brasil não sofrer

melhoras, as instituições financeiras brasileiras, especialmente o Banco do Brasil, por consequência, não poderão ter seus *ratings* individuais de escala global melhorados.

Tabela 8: Informações para a aplicação do modelo KMV – Banco do Brasil

31/12/2018

Quantidade de ações		2.895.338.100
Preço médio da ação	R\$	35,68
Valor de mercado do PL	R\$	103.303.061.165,00
Passivo circulante	R\$	1.039.197.533.000,00
Exigível a longo prazo	R\$	275.002.814.000,00
Valor de mercado dos ativos	R\$	1.417.503.408.165,00

31/12/2019

	Preço médio		Preço mínimo		Preço máximo	
Quantidade de ações		2.819.941.200		2.819.941.200		2.819.941.200
Preço da ação	R\$	49,24	R\$	43,45	R\$	56,92
Valor de mercado do PL	R\$	138.863.495.102,16	R\$	122.526.445.140,00	R\$	160.511.053.104,00
Passivo circulante	R\$	1.079.106.888.000,00	R\$	1.079.106.888.000,00	R\$	1.079.106.888.000,00
Exigível a longo prazo	R\$	281.458.376.000,00	R\$	281.458.376.000,00	R\$	281.458.376.000,00
Valor de mercado dos ativos	R\$	1.499.428.759.102,16	R\$	1.483.091.709.140,00	R\$	1.521.076.317.104,00

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 9: Resultados da aplicação do modelo KMV – Banco do Brasil

	Preço médio		Preço mínimo		Preço máximo	
Valor de mercado (t)	R\$	1.417.503.408.165,00	R\$	1.417.503.408.165,00	R\$	1.417.503.408.165,00
Volatilidade dos ativos		19,12%		19,12%		19,12%
Ponto de <i>default</i>	R\$	1.176.698.940.000,00	R\$	1.176.698.940.000,00	R\$	1.176.698.940.000,00
Distância ao <i>default</i>		1,13		1,08		1,18
Probabilidade de <i>default</i>		13,01%		13,99%		11,81%

Fonte: Elaborado pelo autor

Como é possível verificar nos resultados apresentados nas tabelas 8 e 9, o Banco do Brasil é uma instituição estável, com baixa volatilidade de retorno dos ativos. Em todos os cenários analisados, o valor de mercado em $t+1$ se manteve superior ao ponto de *default*, contudo, a diferença entre as variáveis não foi expressiva. Ao comparar, por exemplo, o Banrisul com o Banco

do Brasil, é possível constatar que, mesmo com diferenças substanciais nas informações (divergências no preço dos ativos e na volatilidade de retorno), as PDs calculadas são próximas.

4.2.5 BRADESCO

O Banco Bradesco S.A. é a terceira maior instituição financeira brasileira em valor de ativos. As ações negociadas na B3 utilizadas para a aplicação do modelo KMV foram BBDC3 e BBDC4. A classificação de risco de longo prazo, em escala global e moeda local, para a empresa é Ba2, enquanto que a classificação em escala nacional é Aa1.br. A Moody's justifica que a instituição apresenta competitiva franquia de agências no Brasil, com abrangência e negócios altamente diversificados que sustentam a solidez e a estabilidade dos resultados do banco. Entretanto, a classificação é limitada pela já comentada classificação de *rating* da dívida soberana do Brasil, que também se encontra em Ba2. (MOODY'S INVESTORS SERVICE, 2020a).

Tabela 10: Informações para a aplicação do modelo KMV – Bradesco

31/12/2018			
Quantidade de ações		3.915.422.400	
Preço médio da ação	R\$	32,76	
Valor de mercado do PL	R\$	128.278.205.703,00	
Passivo circulante	R\$	823.816.599.000,00	
Exigível a longo prazo	R\$	341.309.617.000,00	
Valor de mercado dos ativos	R\$	1.293.404.421.703,00	

31/12/2019						
	Preço médio		Preço mínimo		Preço máximo	
Quantidade de ações	5.023.024.700		5.023.024.700		5.023.024.700	
Preço da ação	R\$	35,63	R\$	28,01	R\$	48,42
Valor de mercado do PL	R\$	178.966.006.125,52	R\$	140.694.921.847,00	R\$	243.214.855.974,00
Passivo circulante	R\$	849.990.227.000,00	R\$	849.990.227.000,00	R\$	849.990.227.000,00
Exigível a longo prazo	R\$	374.389.782.000,00	R\$	374.389.782.000,00	R\$	374.389.782.000,00
Valor de mercado dos ativos	R\$	1.403.346.015.125,52	R\$	1.365.074.930.847,00	R\$	1.467.594.864.974,00

Fonte: Elaborado pelo autor

Os resultados encontrados para o Bradesco são bastante positivos para fins de mensuração de risco de crédito. A volatilidade de retorno dos ativos é baixa considerando o restante da amostra,

a empresa se encontra numa situação confortável acima do ponto de *default* em todos os cenários propostos e, por fim, a PD calculada é uma das mais baixas para as empresas analisadas.

Tabela 11: Resultados da aplicação do modelo KMV - Bradesco

	Preço médio	Preço mínimo	Preço máximo
Valor de mercado (t)	R\$ 1.293.404.421.703,00	R\$ 1.293.404.421.703,00	R\$ 1.293.404.421.703,00
Volatilidade dos ativos	18,70%	18,70%	18,70%
Ponto de <i>default</i>	R\$ 994.471.407.500,00	R\$ 994.471.407.500,00	R\$ 994.471.407.500,00
Distância ao <i>default</i>	1,56	1,45	1,72
Probabilidade de <i>default</i>	5,96%	7,33%	4,24%

Fonte: Elaborado pelo autor

4.2.6 BTG PACTUAL

O Banco BTG Pactual S.A. é um dos principais bancos de investimentos brasileiros. A classificação de risco da instituição, em escala nacional, é Aa2.br, enquanto que a classificação em escala global e moeda nacional é Ba2. (BTG PACTUAL, 2020b) Em relação à escala nacional, os *ratings* do BTG Pactual vêm aumentando desde 2015, quando a empresa sofreu *downgrade* para grau especulativo após suspeita de envolvimento do ex-presidente da instituição em investigações da operação Lava Jato⁸, levando o banco a adotar medidas como vendas de ativos e suspensão da concessão de novos empréstimos.

Para a aplicação do modelo KMV, foram considerados os códigos de negociação BPAC3, BPAC5 e BPAC11. Ao analisar os resultados das tabelas 12 e 13, é possível constatar alta volatilidade de retorno dos ativos, o que interfere no cálculo da distância ao *default* que, embora positiva, ficou inferior a um desvio padrão em todos os cenários avaliados. Cabe ressaltar que a alta volatilidade se deu ao aumento significativo no preço das ações do BTG Pactual, indicando uma resposta do mercado de maior confiança na instituição e corroborando a melhora no *rating* classificado pela Moody's.

⁸ A Operação Lava Jato consiste em investigações, iniciadas em 2014 e ainda em andamento, lideradas pela Polícia Federal do Brasil, que visam a apuração de esquemas de corrupção, lavagem de dinheiro e organização criminosa.

Tabela 12: Informações para a aplicação do modelo KMV – BTG Pactual

31/12/2018

Quantidade de ações	146.017.800
Preço médio da ação	R\$ 20,66
Valor de mercado do PL	R\$ 3.016.264.705,00
Passivo circulante	R\$ 87.410.057.000,00
Exigível a longo prazo	R\$ 31.122.733.000,00
Valor de mercado dos ativos	R\$ 121.549.054.705,00

31/12/2019

	Preço médio		Preço mínimo		Preço máximo	
Quantidade de ações	591.035.000		591.035.000		591.035.000	
Preço da ação	R\$	36,78	R\$	8,00	R\$	78,27
Valor de mercado do PL	R\$	21.737.771.863,34	R\$	4.728.280.000,00	R\$	46.260.309.450,00
Passivo circulante	R\$	105.589.078.000,00	R\$	105.589.078.000,00	R\$	105.589.078.000,00
Exigível a longo prazo	R\$	36.886.105.000,00	R\$	36.886.105.000,00	R\$	36.886.105.000,00
Valor de mercado dos ativos	R\$	164.212.954.863,34	R\$	147.203.463.000,00	R\$	188.735.492.450,00

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 13: Resultados da aplicação do modelo KMV – BTG Pactual

	Preço médio		Preço mínimo		Preço máximo	
Valor de mercado (t)	R\$	121.549.054.705,00	R\$	121.549.054.705,00	R\$	121.549.054.705,00
Volatilidade dos ativos	53,58%		53,58%		53,58%	
Ponto de <i>default</i>	R\$	102.971.423.500,00	R\$	102.971.423.500,00	R\$	102.971.423.500,00
Distância ao <i>default</i>	0,70		0,56		0,85	
Probabilidade de <i>default</i>	24,32%		28,75%		19,82%	

Fonte: Elaborado pelo autor

4.2.7 BANCO INTER

O Banco Inter S.A. é uma das primeiras instituições financeiras digitais do Brasil. Os códigos de negociação utilizados para análise e aplicação do modelo KMV foram BIDI3, BIDI4 e BIDI11. O banco não possui classificação de risco pela Moody's, contudo, os *ratings* de escala nacional atribuídos pela Fitch e pela S&P são, respectivamente, A- e AA-, indicando que a empresa se encontra em grau de investimento com risco de crédito baixo-médio. (BANCO INTER, 2020b)

Tabela 14: Informações para a aplicação do modelo KMV – Banco Inter

31/12/2018

Quantidade de ações		74.029.000
Preço médio da ação	R\$	31,47
Valor de mercado do PL	R\$	2.329.957.430,00
Passivo circulante	R\$	2.886.194.000,00
Exigível a longo prazo	R\$	1.806.117.000,00
Valor de mercado dos ativos	R\$	7.022.268.430,00

31/12/2019

	Preço médio		Preço mínimo		Preço máximo	
Quantidade de ações		688.988.100		688.988.100		688.988.100
Preço da ação	R\$	34,40	R\$	11,44	R\$	86,43
Valor de mercado do PL	R\$	23.700.490.886,46	R\$	7.882.023.864,00	R\$	59.549.241.483,00
Passivo circulante	R\$	4.840.278.000,00	R\$	4.840.278.000,00	R\$	4.840.278.000,00
Exigível a longo prazo	R\$	2.979.348.000,00	R\$	2.979.348.000,00	R\$	2.979.348.000,00
Valor de mercado dos ativos	R\$	31.520.116.886,46	R\$	15.701.649.864,00	R\$	67.368.867.483,00

Fonte: Elaborado pelo autor

Dentre os resultados obtidos com a aplicação do modelo, o que mais chama atenção é a volatilidade de retorno dos ativos. Embora o preço médio final entre os anos de 2018 e 2019 não tenha uma variação significativa, houve grande alternância, especialmente sobre o preço das ações ordinárias, ao longo do ano de 2019. Outro destaque é a quantidade de ações negociadas entre t e $t+1$, que aumentou mais de 800%, deixando assim a empresa em uma distância ao *default* relativamente confortável.

Tabela 15: Resultados da aplicação do modelo KMV – Banco Inter

	Preço médio		Preço mínimo		Preço máximo	
Valor de mercado (t)	R\$	7.022.268.430,00	R\$	7.022.268.430,00	R\$	7.022.268.430,00
Volatilidade dos ativos		69,03%		69,03%		69,03%
Ponto de <i>default</i>	R\$	3.789.252.500,00	R\$	3.789.252.500,00	R\$	3.789.252.500,00
Distância ao <i>default</i>		1,27		1,10		1,37
Probabilidade de <i>default</i>		10,12%		13,59%		8,58%

Fonte: Elaborado pelo autor

4.2.8 ITAÚ UNIBANCO

O Itaú Unibanco é a maior instituição financeira brasileira em valor de ativos. A Moody's considerou, em sua última análise, a instituição estável, com sólido balanço, ampla base de captação de baixo custo, forte liquidez, qualidade de ativos estável, e adequada capitalização. O *rating* atribuído, em escala global e moeda nacional, é atualmente Ba2 e, em escala nacional, A1.br, indicando ótima avaliação, grau de investimento e risco de crédito entre baixo e médio. (MOODY'S INVESTORS SERVICE, 2020c)

Tabela 16: Informações para a aplicação do modelo KMV – Itaú Unibanco

31/12/2018			
Quantidade de ações		3.545.666.900	
Preço médio da ação	R\$	45,20	
Valor de mercado do PL	R\$	160.250.426.484,00	
Passivo circulante	R\$	901.809.366.000,00	
Exigível a longo prazo	R\$	601.055.406.000,00	
Valor de mercado dos ativos	R\$	1.663.115.198.484,00	

31/12/2019						
	Preço médio		Preço mínimo		Preço máximo	
Quantidade de ações	5.233.613.600		5.233.613.600		5.233.613.600	
Preço da ação	R\$	34,15	R\$	27,37	R\$	40,29
Valor de mercado do PL	R\$	178.726.882.249,84	R\$	143.244.004.232,00	R\$	210.862.291.944,00
Passivo circulante	R\$	961.396.321.000,00	R\$	961.396.321.000,00	R\$	961.396.321.000,00
Exigível a longo prazo	R\$	631.770.962.000,00	R\$	631.770.962.000,00	R\$	631.770.962.000,00
Valor de mercado dos ativos	R\$	1.771.894.165.249,84	R\$	1.736.411.287.232,00	R\$	1.804.029.574.944,00

Fonte: Elaborado pelo autor

Os códigos de negociação utilizados para a aplicação do modelo foram ITUB3 e ITUB4. Ao analisar os resultados do modelo na tabela 17, é possível constatar que as informações, tanto de mercado quanto contábeis, justificam a posição do Itaú como maior instituição financeira do Brasil. A PD calculada, bem como a volatilidade de retorno dos ativos é a menor de todas as amostras selecionadas, indicando estabilidade e baixa incidência de risco de crédito. Embora o preço médio das ações em $t+1$ tenha caído em relação à t , a quantidade de ações foi bastante superior em $t+1$ e os resultados obtidos deveras positivos.

Tabela 17: Resultados da aplicação do modelo KMV – Itaú Unibanco

	Preço médio	Preço mínimo	Preço máximo
Valor de mercado (t)	R\$ 1.663.115.198.484,00	R\$ 1.663.115.198.484,00	R\$ 1.663.115.198.484,00
Volatilidade dos ativos	16,94%	16,94%	16,94%
Ponto de <i>default</i>	R\$ 1.202.337.069.000,00	R\$ 1.202.337.069.000,00	R\$ 1.202.337.069.000,00
Distância ao <i>default</i>	1,90	1,82	1,97
Probabilidade de <i>default</i>	2,88%	3,47%	2,45%

Fonte: Elaborado pelo autor

4.2.9 BANCO PAN

O Banco Pan é um banco médio controlado, desde 2011, pela Caixa Econômica Federal e pelo Banco BTG Pactual. Foi adquirido do Grupo Silvio Santos após irregularidades em ativos que estavam refletidos em balanço, mas não condiziam com as reais condições da instituição. O Banco Pan não apresenta classificação de risco pela Moody's, contudo, apresenta *ratings* atribuídos pela Fitch e pela S&P. Em escala global, as classificações de ambas as agências são B+, indicando uma avaliação baixa e alto grau especulativo. (BANCO PAN, 2020b) Os códigos de negociação utilizados para análise do trabalho foram BPAN4 e BPAN10.

Ao analisar os resultados da aplicação do modelo KMV, é possível verificar relação entre os dados estimados e a classificação das agências de risco. A PD calculada para o Banco Pan foi a segunda maior das amostras selecionadas. O banco apresenta altíssima volatilidade dos ativos, o que prejudicou a estimação da distância ao *default*, que ficou em todos os cenários abaixo de um desvio padrão, sendo esse o pior resultado de DD positiva encontrada para as empresas analisadas. O crescimento da quantidade de ações negociadas e o aumento do preço das ações sinaliza uma melhora da confiança dos investidores em relação à instituição, especialmente devido à condição recente do banco, no qual os controladores são empresas estáveis e consolidadas no mercado

Tabela 18: Informações para a aplicação do modelo KMV – Banco Pan

31/12/2018

Quantidade de ações	32.791.600
Preço médio da ação	R\$ 1,90
Valor de mercado do PL	R\$ 62.294.819,00
Passivo circulante	R\$ 14.050.749.000,00
Exigível a longo prazo	R\$ 9.185.012.000,00
Valor de mercado dos ativos	R\$ 23.298.055.819,00

31/12/2019

	Preço médio		Preço mínimo		Preço máximo	
Quantidade de ações	648.935.000		648.935.000		648.935.000	
Preço da ação	R\$	7,73	R\$	1,94	R\$	12,54
Valor de mercado do PL	R\$	5.018.564.855,05	R\$	1.258.933.900,00	R\$	8.137.644.900,00
Passivo circulante	R\$	19.270.766.000,00	R\$	19.270.766.000,00	R\$	19.270.766.000,00
Exigível a longo prazo	R\$	8.712.014.000,00	R\$	8.712.014.000,00	R\$	8.712.014.000,00
Valor de mercado dos ativos	R\$	33.001.344.855,05	R\$	29.241.713.900,00	R\$	36.120.424.900,00

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 19: Resultados da aplicação do modelo KMV – Banco Pan

	Preço médio		Preço mínimo		Preço máximo	
Valor de mercado (t)	R\$	23.298.055.819,00	R\$	23.298.055.819,00	R\$	23.298.055.819,00
Volatilidade dos ativos		75,65%		75,65%		75,65%
Ponto de <i>default</i>	R\$	18.643.255.000,00	R\$	18.643.255.000,00	R\$	18.643.255.000,00
Distância ao <i>default</i>		0,58		0,48		0,64
Probabilidade de <i>default</i>		28,26%		31,59%		26,12%

Fonte: Elaborado pelo autor

4.2.10 SANTANDER BRASIL

O Banco Santander Brasil é a quinta maior instituição financeira do Brasil em valor de ativos. Pertencente ao Grupo Santander, de origem espanhola, representa cerca de um terço dos resultados globais do grupo. A classificação de risco da Moody's em escala global é Ba1, a melhor entre as amostras analisadas, pelo fato de ser impulsionada pelo apoio do Grupo Santander, que

possui classificação global A2. (MOODY’S INVESTORS SERVICE, 2020b) Em escala nacional, o banco apresenta classificação *Aaa.br*, sendo o melhor *rating* na escala atribuída pela agência.

Tabela 20: Informações para a aplicação do modelo KMV – Santander Brasil

31/12/2018

Quantidade de ações	437.992.600
Preço médio da ação	R\$ 36,30
Valor de mercado do PL	R\$ 15.898.506.218,00
Passivo circulante	R\$ 543.486.149.000,00
Exigível a longo prazo	R\$ 194.755.017.000,00
Valor de mercado dos ativos	R\$ 754.139.672.218,00

31/12/2019

	Preço médio		Preço mínimo		Preço máximo	
Quantidade de ações	411.949.100		411.949.100		411.949.100	
Preço da ação	R\$	32,16	R\$	19,66	R\$	51,50
Valor de mercado do PL	R\$	13.249.010.025,00	R\$	8.098.919.306,00	R\$	21.215.378.650,00
Passivo circulante	R\$	598.591.332.000,00	R\$	598.591.332.000,00	R\$	598.591.332.000,00
Exigível a longo prazo	R\$	187.197.923.000,00	R\$	187.197.923.000,00	R\$	187.197.923.000,00
Valor de mercado dos ativos	R\$	799.038.265.025,00	R\$	793.888.174.306,00	R\$	807.004.633.650,00

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 21: Resultados da aplicação do modelo KMV – Santander Brasil

	Preço médio		Preço mínimo		Preço máximo	
Valor de mercado (t)	R\$	754.139.672.218,00	R\$	754.139.672.218,00	R\$	754.139.672.218,00
Volatilidade dos ativos	32,07%		32,07%		32,07%	
Ponto de <i>default</i>	R\$	640.863.657.500,00	R\$	640.863.657.500,00	R\$	640.863.657.500,00
Distância ao <i>default</i>	0,62		0,60		0,64	
Probabilidade de <i>default</i>	26,85%		27,39%		26,05%	

Fonte: Elaborado pelo autor

Os ativos considerados para aplicação do modelo KMV para o Santander Brasil foram SANB3, SANB4 e SANB11. Os resultados obtidos surpreendem ao irem de encontro às classificações das agências de risco. Entre t e $t+1$ houve redução tanto no número de ações negociadas, quanto no preço dessas ações. Essa movimentação impactou negativamente o valor de mercado do PL da empresa, tornando baixa a diferença entre o valor de mercado total dos ativos

em $t+1$ e a distância ao *default*. Com uma volatilidade de retorno dos ativos média, porém, acima das volatilidades atribuídas para outras instituições financeiras do porte do Santander (como Itaú, Bradesco e Banco do Brasil), a instituição financeira incorreu em uma PD considerada alta.

4.3 AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

A hipótese inicial, que variáveis relacionadas a risco de mercado, especificadamente o preço de ações, teriam influência na estimação de risco de crédito pode ser considerada parcialmente válida após a aplicação do modelo KMV nesse trabalho. Quando avaliamos isoladamente as amostras, é possível verificar, em termos absolutos, para todos os cenários de variação no preço de ações, que a probabilidade de *default* calculada responde inversamente às mudanças no preço. Em termos proporcionais, no entanto, a variação no preço das ações não apresenta relação inversa com a probabilidade de *default*. Nesse caso, a volatilidade de retorno dos ativos e o valor de mercado em $t+1$ desempenham papel relevante, como variáveis no cálculo de distância ao *default*, indicando que, quando ocorre um aumento no preço das ações, a probabilidade de *default* se comportará de maneira inversa, reduzindo, porém, não na mesma proporção que o aumento de preços.

A tabela 22 exemplifica essa relação, apresentando a variação de preço e de probabilidade de inadimplência para as empresas Itaú Unibanco e Banco Pan que apresentam, respectivamente, a menor e a maior volatilidade dos ativos. Quando analisada a variação entre o preço médio e o preço máximo do Banco Pan, identifica-se que um aumento de aproximadamente 62% no preço na ação representa, para estimação de probabilidade de inadimplência, uma redução de 7,57%. Em contrapartida, quando analisada a variação do banco Itaú, verifica-se que um crescimento menos expressivo no preço, de aproximadamente 18%, representa uma diminuição na probabilidade de *default*, em proporção, maior que o Banco Pan (redução de 15,23% na estimação da PD, passando de 2,88% para 2,45%).

Tabela 22: Relação entre preço de ações e PD (Banco Pan e Itaú Unibanco)

<u>Itaú Unibanco</u>								
	Preço médio		Preço mínimo		%*	Preço máximo		%*
Preço da ação	R\$	34,15	R\$	27,37	-19,85%	R\$	40,29	17,98%
Probabilidade de <i>default</i>		2,88%		3,47%	20,20%		2,45%	-15,23%

<u>Banco Pan</u>								
	Preço médio		Preço mínimo		%*	Preço máximo		%*
Preço da ação	R\$	7,73	R\$	1,94	-74,91%	R\$	12,54	62,15%
Probabilidade de <i>default</i>		28,26%		31,59%	11,79%		26,12%	-7,57%

* Variação de preço e probabilidade em comparação com os valores médios

Fonte: Elaborado pelo autor

Além disso, as probabilidades de *default* calculadas, quando comparadas com a EDF apresentada para o Lehman Brothers no capítulo anterior, são bastante superiores, sugerindo que as estimações não se encontram em níveis absolutos tão baixos quanto os níveis pré-crise financeira de 2008. Cabe ressaltar, contudo, que a comparação está sendo realizada entre mercados distintos. É bastante provável que ao analisar empresas do mercado estadunidense, as probabilidades de inadimplência encontradas sejam menores, já que o *rating* de dívida soberana dos Estados Unidos é Aaa, enquanto que o do Brasil, como já comentado, é Ba2.

É possível verificar, na próxima tabela, que quando organizadas as probabilidades de *default* por ordem crescente, os *ratings* atribuídos pela Moody's não acompanham a mesma ordem. O Banco Santander, por exemplo, possui a melhor classificação por *rating* entre as amostras, contudo, é uma das empresas que apresenta maior probabilidade de inadimplência. Já o Banco do Brasil apresenta uma das piores classificações por *rating* enquanto possui uma probabilidade de *default* intermediária entre as amostras. Em ambos os casos, fatores externos influenciaram a classificação de risco das empresas. No primeiro caso, tem-se a influência do controlador da instituição, o Banco Santander (Espanha), que apresenta ótima classificação a nível global e, no

segundo caso, tem-se a influência e dependência do governo federal brasileiro no Banco do Brasil, que rebaixa a classificação da instituição.

Tabela 23: Comparação entre *rating* e PD estimada

Empresa	Rating Moody's (escala nacional)	PD (preço médio)
Itaú Unibanco Holding S.A.	A1	2,88%
Banco Bradesco S.A.	Aa1	5,96%
Banco ABC Brasil S.A.	Aa2	8,77%
Banco Inter S.A.	A3*	10,12%
Banco do Brasil S.A.	Ba2	13,01%
Banco do Estado do Rio Grande do Sul S.A. (Banrisul)	A1	15,49%
Banco BTG Pactual S.A.	Aa2	24,32%
Banco Santander Brasil S.A.	Aaa	26,85%
Banco Pan S.A.	B1*	28,26%
Banco do Estado do Espírito Santo S.A. (Banestes)	A1*	56,47%

*Avaliação aproximada com base em *ratings* de outras agências de risco

Fonte: Elaborado pelo autor

Essas evidências comprovam que a análise isolada do modelo KMV para a estimação de risco de crédito de instituições financeiras representa um bom parâmetro, porém, da maneira como o modelo foi apresentado, em uma versão adaptada, não reflete uma medida ideal para avaliar a probabilidade de inadimplência de empresas. É necessário abastecer a análise com outros fatores, como, por exemplo, a situação econômico-financeira da empresa e o cenário macroeconômico. O modelo KMV original dispõe de uma base de dados histórica de eventos de *default*, o que representa grande vantagem em relação à adaptação realizada para esse trabalho. A Moody's, além disso, para estimação dos *ratings*, considera outros fatores além da EDF, demonstrando a necessidade de utilizar mais informações para a obtenção de uma avaliação mais completa e, com isso, antever eventos de *default* com mais acurácia.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mercado ainda parece estar aprendendo as lições deixadas pela crise financeira de 2008 e pela falência do Lehman Brothers. Nos primeiros anos que sucederam a crise, era grande a mobilização de governos, instituições financeiras, agências de classificação de risco e órgãos reguladores buscando a recuperar o mercado financeiro e evitar um novo colapso econômico. Pouco mais de uma década depois, embora com o aumento de reservas e a aplicação de regras mais contundentes, a assimetria de informações ainda é um problema a ser enfrentado, tanto por investidores, quanto por formuladores de políticas – que precisam constantemente revisar e atualizar documentos que fornecem diretrizes para o mercado.

Para evitar um novo colapso econômico, as instituições financeiras precisam reforçar seus colchões de reserva para absorção de eventuais perdas. Essa proteção pode ser realizada via abordagem de risco de crédito, seja por meio do aumento de provisão de títulos e carteiras específicos, seja pelo aumento dos percentuais mínimos de provisão de cada nível de risco, ou via abordagem de risco de mercado, por meio da elevação de reservas de liquidez e do percentual de capital exigido.

É possível concluir que o modelo KMV é uma boa medida para a gestão de portfólio e estimação do risco de crédito de empresas, por meio da probabilidade de inadimplência. Entretanto, essa medida funciona melhor para empresas localizadas nas regiões da América do Norte e da Europa, pois, como já comentado, a base de dados históricos para essas regiões é muito mais extensa que para demais regiões do globo – fornecendo maior acurácia nos resultados.

Considerando que a aplicação do modelo KMV para o trabalho foi realizada com base no fechamento de quarto trimestre dos anos 2018 e 2019, seria interessante verificar e comparar a posição das empresas analisadas com os dados de fechamento de 2020, a fim de obter um espectro maior para análise e comparação das PDs, bem como para verificar se houve algum comportamento comum entre as amostras devido a alterações, especialmente, de caráter macroeconômico. Embora uma boa medida, a aplicação isolada do modelo KMV na versão adaptada, ou seja, sem a comparação com outros eventos de *default*, não fornece respostas concretas sobre a inadimplência de empresas, sendo necessário realizar uma completa e integrada avaliação dos riscos. A análise completa de riscos, entretanto, é limitada para investidores em geral, pois, para essa estimativa,

seria necessário informações das empresas que não são disponibilizadas para o público – como, por exemplo, dados relacionados a riscos não financeiros.

Para a obtenção de uma análise mais robusta, o ideal seria a obtenção dos valores de PD em um horizonte maior de tempo, a fim de verificar tendências na variação da probabilidade, além da obtenção da probabilidade de *default* com uma frequência maior – já que foi possível observar, para o caso do Lehman Brothers, que em um horizonte de seis meses já se tornava possível detectar alterações significativas do cálculo da EDF. Aliada à estimativa da probabilidade de *default*, uma análise financeira se faz útil a fim de verificar a condição atual da empresa e, por meio de indicadores financeiros, projetar os resultados futuros – auxiliando não só os investidores, como também os tomadores de decisão das empresas. Por último, uma análise do cenário macroeconômico e dos concorrentes diretos, especialmente no sistema financeiro, é fundamental, pois os cenários político e econômico influenciam as expectativas dos investidores que, como consequência, influenciam dados de mercado. Assim, dada as projeções desses cenários e do comportamento do mercado, é possível antever eventos de *default* com tempo hábil para aplicação de medidas de contorno e de recuperação.

REFERÊNCIAS

ABREU NETO, José Carlos Franco de. **Quantificação do risco de crédito: uma abordagem utilizando o modelo estrutural de Merton**. Rio de Janeiro. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. ago 2008. Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/colecao.php?strSecao=resultado&nrSeq=13060@1>. Acesso em: 02 set. 2020.

ANG, Andrew; HODRICK, Robert; XING, Yuhang; ZHANG, Xiaoyan. **The cross-section of volatility and expected returns**. The Journal of Finance. v. 61. n. 1. p. 259-299. 20 jan. 2006. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1540-6261.2006.00836.x>. Acesso em: 10 set. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS ENTIDADES DOS MERCADOS FINANCEIRO E DE CAPITAIS - ANBIMA. **Basileia III no Brasil**. [S.l.]. 2013. Disponível em: https://www.anbima.com.br/pt_br/informar/regulacao/informe-de-legislacao/basileia-iii-no-brasil.htm. Acesso em: 19 mar. 2020.

BANCO ABC BRASIL. **Central de resultados**. 2020a. Disponível em: <https://ri.abcbrasil.com.br/informacoes-de-ri/central-de-resultados/>. Acesso em: 10 out. 2020.

BANCO ABC BRASIL. **Informações de RI: ratings**. 2020b. Disponível em: <https://ri.abcbrasil.com.br/informacoes-de-ri/ratings/>. Acesso em: 17 out. 2020.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Relatório de estabilidade financeira**. Brasília. 2017. Disponível em: https://www.bcb.gov.br/htms/estabilidade/2017_04/refPanoramaSFN.pdf. Acesso em: 05 abr. 2020.

BANCO DO BRASIL. **Central de resultados**. 2020a. Disponível em: <https://ri.bb.com.br/informacoes-financeiras/central-de-resultados/>. Acesso em: 10 out. 2020.

BANCO DO BRASIL. **O Banco do Brasil: ratings**. 2020b. Disponível em: <https://ri.bb.com.br/o-banco-do-brasil/ratings/>. Acesso em: 17 out. 2020.

BANCO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO - BANESTES. **Demonstrações financeiras**. 2020a. Disponível em: https://banestes.com.br/ri/ri_infoFinanceira_demo.html. Acesso em: 10 out. 2020.

BANCO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO - BANESTES. **Informações financeiras: rating**. 2020b. Disponível em: https://www.banestes.com.br/ri/ri_infoFinanceira_rating.html. Acesso em: 17 out. 2020.

BANCO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL - BANRISUL. **Divulgação de resultados**. 2020a. Disponível em: http://ri.banrisul.com.br/banrisul/web/conteudo_pt.asp?tipo=36949&id=0&idioma=0&conta=28&ano=2019. Acesso em: 10 out. 2020.

BANCO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL - BANRISUL. **Informações aos investidores:** ratings. 2020b. Disponível em: http://ri.banrisul.com.br/banrisul/web/conteudo_pt.asp?idioma=0&conta=28&tipo=8246. Acesso em: 17 out. 2020.

BANCO INTER. **Central de resultados.** 2020a. Disponível em: <https://ri.bancointer.com.br/listresultados.aspx?idCanal=HWOCSLoCBoj4PHeuGvRlqg==&linguagem=pt>. Acesso em: 10 out. 2020.

BANCO INTER. **Informações aos investidores:** ratings. 2020b. Disponível em: <https://ri.bancointer.com.br/show.aspx?idCanal=n1pcXR5hv8OkyxgvflnrTA==&linguagem=pt>. Acesso em: 17 out. 2020.

BANCO PAN. **Central de resultados.** 2020a. Disponível em: <https://ri.bancopan.com.br/informacoes-financeiras/central-de-resultados/>. Acesso em: 10 out. 2020.

BANCO PAN. **O banco:** ratings. 2020b. Disponível em: <https://ri.bancopan.com.br/o-banco/ratings/>. Acesso em: 17 out. 2020.

BANCO SANTANDER BRASIL. **Divulgação de resultados.** 2020a. Disponível em: <https://www.santander.com.br/ri/resultados>. Acesso em: 10 out. 2020.

BANCO SANTANDER BRASIL. **Relações com investidores:** ratings. 2020b. Disponível em: <https://www.santander.com.br/ri/ratings>. Acesso em: 17 out. 2020.

BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS - BIS. **History of the Basel committee.** 2020. Disponível em: <https://www.bis.org/bcbs/history.htm>. Acesso em: 14 mar. 2020.

BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS - BIS. **International convergence of capital measurement and capital standards:** a revised framework. Basileia. 2004. Disponível em: <https://www.bis.org/publ/bcbs107.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2020.

BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS - BIS. **Policy development and implementation review.** 2018. Disponível em: https://www.bis.org/bcbs/review_process.htm?m=3%7C14%7C573%7C75. Acesso em: 14 mar. 2020.

BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS - BIS. **Real-time gross settlement systems.** Basileia. 1997. Disponível em: <https://www.bis.org/cpmi/publ/d22.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2020.

BARFIELD, Richard. **A practitioner's guide to Basel III and beyond.** Londres. 2011. Disponível em: https://www.pwc.com/gx/en/financial-services/pdf/introduction_final.pdf. Acesso em: 19 mar. 2020.

BASEL COMMITTEE ON BANKING SUPERVISION - BCBS. **International convergence of capital measurement and capital standards**. Basileia. 1998. Disponível em: <https://www.bis.org/publ/bcbsc111.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2020.

BASEL COMMITTEE ON BANKING SUPERVISION - BCBS. **Principles for the management of credit risk**. Basileia. 2000. Disponível em: <https://www.bis.org/publ/bcbs75.pdf>. Acesso em: 03 abr. 2020.

BLACK, Fischer; SCHOLLES, Myron. **The pricing of options and corporate liabilities**. Journal of Political Economy, v. 81, n. 3, p.637-654, 1973. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1086/260062>. Acesso em: 02 abr.2020.

BLACKWELL, David; GRIFFITHS, Mark; WINTERS, Drew. **Modern financial markets: prices, yields and risk analysis**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2007.

BRADESCO. **Informações ao mercado**: resultados e planilhas. 2020. Disponível em: https://www.bradesco.com.br/siteBradescoRI/Paginas/informacoesaomercado/191_relatorioseplanilhas.aspx. Acesso em: 10 out. 2020.

BRASIL BOLSA BALCÃO - B3. **Cotações históricas**. 2020a. Disponível em: http://www.b3.com.br/pt_br/market-data-e-indices/servicos-de-dados/market-data/historico/mercado-a-vista/cotacoes-historicas/. Acesso em: 08 out. 2020.

BRASIL BOLSA BALCÃO - B3. **Empresas**: histórico de cotações/negócios. 2020b. Disponível em: <http://bvmf.bmfbovespa.com.br/sig/FormConsultaEmpresa.asp?strIdioma=P&strDtReferencia=12-2018>. Acesso em: 08 out. 2020.

BTG PACTUAL. **Informações financeiras**. 2020a. Disponível em: http://ri.btgpactual.com/conteudo_pt.asp?idioma=0&conta=28&tipo=64815&id=0&submenu=0&img=0&ano=2019. Acesso em: 10 out. 2020.

BTG PACTUAL. **Principais informações**: ratings. 2020b. Disponível em: http://ri.btgpactual.com/conteudo_pt.asp?idioma=0&conta=28&tipo=64914. Acesso em: 17 out. 2020.

BTG PACTUAL DIGITAL. **Volatilidade**: o que é e como impacta seus investimentos. [S.l.]. 2017. Disponível em: <https://www.btgpactualdigital.com/blog/financas/volatilidade-o-que-e>. Acesso em: 10 set. 2020.

CAMPBELL, John. **Intertemporal asset pricing without consumption data**. National Bureau of Economic Research Working Paper Series. n. 3989. p. 1-47, fev. 1992. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3386/w3989>. Acesso em: 10 set. 2020.

CARNEIRO, Fabio Lacerda. **Modelagem de risco de crédito de portfólio**: implicações para a regulamentação sobre requerimento de capital de instituições financeiras. Dissertação (Mestrado) - Curso de Administração, FGV, São Paulo, 2002. Disponível em:

<http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/4793/1200300625.pdf;jsessionid=D53058A25FB87D05017CE891EC6E028A?sequence=1>. Acesso em: 25 mar. 2020.

CARVALHO, Renato. **Risco calculado?** - Atuação na crise coloca agências de classificação de risco no centro do debate sobre regulação financeira. Ipea - Desafios do Desenvolvimento, São Paulo, v. 61, 13 jul. 2010. Disponível em: http://desafios.ipea.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=1292:catid=28&Itemid=23. Acesso em: 21 nov. 2020.

CERBASI, Gustavo. **O que é rating?** [S.l.]. 2018. Disponível em: <https://www.btgpactualdigital.com/blog/coluna-gustavo-cerbasi/o-que-e-rating-gustavo-cerbasi-explica-isso-em-seu-blog>. Acesso em: 31 mar. 2020.

CREDIT SUISSE FIRST BOSTON - CSFB. **Credit Risk+**: a credit risk management framework. [S.l.]. 1997. Disponível em: <http://medvegyev.uni-corvinus.hu/CreditRisk.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2020.

CROSBIE, Peter; BOHN, Jeffrey. **Modeling risk default**: modeling methodology. Nova York. Moody's Analytics Inc. 2003. Disponível em: <https://www.moodysanalytics.com/-/media/whitepaper/before-2011/12-18-03-modeling-default-risk.pdf>. Acesso em: 05 set. 2020.

CROUHY, Michel; GALAI, Dan; MARK, Robert. **A comparative analysis of current credit risk models**. Journal of Banking and Finance. p. 59-117. jan. 2000. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378426699000539>. Acesso em: 08 set. 2020.

ELIZALDE, Abel. **Credit risk models II**: structural models. CEMFI Working Paper n. 0606. 2006. Disponível em: http://www.defaultrisk.com/pp_model_86.htm. Acesso em: 29 set. 2020.

FARNSWORTH, Clyde. **Failure of Herstatt disturbs banking**. The New York Times. Nova York, p. 35-35. 29 jun. 1974. Disponível em: <https://www.nytimes.com/1974/06/29/archives/failure-of-herstatt-disturbs-banking-herstatt-failure-disturbs.html>. Acesso em: 12 mar. 2020.

GALDI, Fernando Caio; TEIXEIRA, Aridelmo José Campanharo; LOPES, Alexsandro Broedel. **Análise empírica de modelos de valuation no ambiente brasileiro**: fluxo de caixa descontado versus modelo de Ohlson (RIV). Revista Contabilidade & Finanças, v. 19, n. 47, p. 31-43, ago. 2008. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-70772008000200004&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 10 set. 2020.

HAMILTON, David. **An introduction to through-the-cycle public firm EDF credit measures**. Nova York. Moody's Analytics Inc. mai. 2011. Disponível em: <https://www.moodysanalytics.com/-/media/whitepaper/2011/2011-03-05-Introduction-to-Through-the-Cycle-Public-Firm-EDFTM-Credit-Measures.pdf>. Acesso em: 10 set. 2020.

HIEDA, Akinori; ODA, André Luiz. **Um estudo sobre a utilização de dados históricos no modelo de Markowitz aplicado à bolsa de valores de São Paulo**. III SEMEAD, São Paulo, p. 1

– 11, 1998. Disponível em: <http://sistema.semead.com.br/3semead/pdf/Finan%E7as/Art111.PDF>. Acesso em: 19 mar. 2020.

IGARASHI, Daniela Miray. **Análise de risco de crédito por meio do modelo *Credit Risk+***: uma aplicação a carteiras de crédito. 2019. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia, UFPR, Curitiba, 2019. Disponível em: <https://www.prppg.ufpr.br/siga/visitante/trabalhoConclusaoWS?idpessoal=58315&idprograma=40001016030P0&anobase=2019&idtc=1362>. Acesso em: 25 mar. 2020.

IMERMAN, Michael. **Structural credit risk models in banking with applications to the financial crisis**. 2011. Dissertação (Mestrado) - Curso de Graduação em Gerenciamento, Rutgers University, Newark, 2011. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/7257/820282af14d83e7ba0901779db5b5cf943a5.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE RELAÇÕES COM INVESTIDORES - IBRI. **Guia rápido**: agências de rating. 2013. Disponível em: http://www.ibri.com.br/Upload/Arquivos/guia_rapido_rating.pdf. Acesso em: 17 out. 2020.

ITAÚ UNIBANCO. **Central de resultados**: resultados. 2020a. Disponível em: <https://www.itau.com.br/relacoes-com-investidores/listresultados.aspx?idCanal=lyyjtVJ4BExsF2fi1Kfy0Q==>. Acesso em: 10 out. 2020.

ITAÚ UNIBANCO. **Itaú Unibanco**: ratings. 2020b. Disponível em: itau.com.br/relacoes-com-investidores/show.aspx?idCanal=FU6i8Jam3/jJ3VA2apwYaA==&linguagem=pt. Acesso em: 17 out. 2020.

JP MORGAN & CO. ***Credit Metrics***: technical document. Nova York. RiskMetrics Group Inc, 1997. Disponível em: <https://www.msci.com/documents/10199/93396227-d449-4229-9143-24a94dab122f>. Acesso em: 25 mar. 2020.

KENTON, Will. **Security Market Line (SML)**. [S.l.]. 2020. Disponível em: <https://www.investopedia.com/terms/s/sml.asp>. Acesso em: 31 mar. 2020.

KUVALEKAR, S V. **Basel accords and their implications on banking business**. Vinimaya. Pune, p. 15-23. out. 2016. Disponível em: <http://www.nibmindia.org/admin/fckImages/A2-Vinimaya%20XXXVII%20No%203.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2020.

LAMBERTI, José Renato de Paula. **Análise da contribuição do modelo KMV para previsão de default de empresas nacionais de grande porte**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Administração de Empresas, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo. 2011. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/991>. Acesso em: 02 set. 2020.

MARKOWITZ, Harry. **Portfolio selection**. The Journal of Finance, p. 77-91. mar. 1952. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2975974?seq=1>. Acesso em: 31 mar. 2020.

MERTON, Robert. **An intertemporal capital asset pricing model**. *Econometrica*. v. 41. n. 5. p. 867-887. set. 1973. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2307/1913811>. Acesso em: 10 set. 2020.

MERTON, Robert. **On the pricing of corporate debt: the risk structure of interest rates**. *The Journal of Finance*, p. 449-470. mai. 1974. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2978814?seq=1>. Acesso em: 06 jan. 2020.

MILEO NETO, Rafael; KIMURA, Herbert; KAYO, Eduardo Kazuo. **Estudo empírico comparativo dos modelos KMV padrão e KMV naïve no contexto brasileiro**. *Revista Alcance*, v. 21, n. 3, p.448-468, 2 mar. 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14210/alcance.v21n3.p448-468>. Acesso em: 20 set. 2020.

MOODY'S ANALYTICS INC. **EDF overview**. Nova York. 2011. Disponível em: <https://www.moodysanalytics.com/-/media/products/edf-expected-default-frequency-overview.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2020.

MOODY'S ANALYTICS INC. **Quantitative credit: the established leader in quantitative credit analysis**. Nova York. 2020. Disponível em: https://www.moodys.com/Pages/atc003001002.aspx?stop_mobi=yes. Acesso em: 01 out. 2020.

MOODY'S INVESTORS SERVICE. **Announcement of periodic review: Moody's announces completion of a periodic review of ratings of Banco Bradesco S.A.**. 2020a. Disponível em: https://www.moodys.com/research/Moodys-announces-completion-of-a-periodic-review-of-ratings-of--PR_416909. Acesso em: 17 out. 2020.

MOODY'S INVESTORS SERVICE. **Announcement of periodic review: Moody's announces completion of a periodic review of ratings of Banco Santander (Brasil) S.A.** 2020b. Disponível em: https://www.moodys.com/research/Moodys-announces-completion-of-a-periodic-review-of-ratings-of--PR_416921. Acesso em: 17 out. 2020.

MOODY'S INVESTORS SERVICE. **Rating action: Moody's affirms Itau Unibanco's ratings; stable outlook**. 2020c. Disponível em: https://www.moodys.com/research/Moodys-affirms-Itau-Unibancos-ratings-stable-outlook--PR_430044. Acesso em: 17 out. 2020.

MUNVES, David; SMITH, Allerton; HAMILTON, David. **Banks and their EDF measures now and through the credit crisis: too high, too low, or just about right?**. Nova York. 2010. Disponível em: <https://www.moodysanalytics.com/-/media/whitepaper/before-2011/10-15-12-banks-and-their-edf-measures-now-and-through-the-credit-crisis.pdf>. Acesso em: 20 set. 2020.

MUNVES, David; HAMILTON, David. **How to use market signals in your risk management processes**. Nova York. 2012. Disponível em: <https://www.moodysanalytics.com/-/media/presentation/2012/2012-10-10-How-to-use-market-signals-in-your-risk-management-processes.pdf>. Acesso em: 02 out. 2020.

REIS, Thiago. **Fluxo de caixa livre: aprenda como compreendê-lo numa análise**. [S.l.]. 2017. Disponível em: <https://www.sunoresearch.com.br/artigos/fluxo-caixa-livre/>. Acesso em: 10 set. 2020.

REIS, Thiago. **WACC**: saiba como funciona o custo médio ponderado de capital. [S.l.]. 2018. Disponível em: <https://www.sunoresearch.com.br/artigos/wacc/>. Acesso em: 10 set. 2020.

SANTOS, José Odálio dos; SANTOS, José Augusto Rodrigues dos. **O modelo KMV e sua utilidade no processo de análise do risco de crédito**. Revista de Gestão USP. São Paulo. v. 16. n. 2. p.73-82. jun. 2009. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/rege/article/view/36670/39391>. Acesso em: 07 set. 2020.

SILVA, José Pereira da. **Gestão e análise de risco de crédito**. 4. ed. São Paulo: Editora Altas, 2003.

SOLOMON, Jill; SOLOMON, Aris; NORTON, Simon; JOSEPH, Nathan. **A conceptual framework for corporate risk disclosure emerging from the agenda for corporate governance reform**. The British Accounting Review, v. 32, n. 4, p. 447-478, dez. 2000. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1006/bare.2000.0145>. Acesso em: 04 nov. 2020.

TOMAZONI, Tarcísio; MENEZES, Emílio Araújo. **Estimativa do custo de capital de empresas brasileiras de capital fechado (sem comparáveis de capital aberto)**. Revista de Administração, São Paulo, v. 37, n. 4, p. 38-48, dez. 2002. Disponível em: <http://200.232.30.99/download.asp?file=V370438.pdf>. Acesso em: 08 set. 2020.

VASICEK, Oldrich. **Credit valuation**. KMV Corporation. 1984. Disponível em: [http://www.ressources-actuarielles.net/EXT/ISFA/1226.nsf/0/c181fb77ee99d464c125757a00505078/\\$FILE/Credit_Valuation.pdf](http://www.ressources-actuarielles.net/EXT/ISFA/1226.nsf/0/c181fb77ee99d464c125757a00505078/$FILE/Credit_Valuation.pdf). Acesso em: 21 nov. 2020.

WIGGINS, Rosalind; PIONTEK, Thomas; METRICK, Andrew. **The Lehman Brothers bankruptcy**: a overview. 2014. Yale School of Management - Yale program on financial stability case study. Disponível em: <https://som.yale.edu/sites/default/files/files/001-2014-3A-V1-LehmanBrothers-A-REVA.pdf>. Acesso em: 01 out. 2020.

WILSON, Thomas. **Portfolio credit risk**. FRBNY Economic Policy Review. Nova York, p. 71-82, out. 1998. Disponível em: http://www.defaultrisk.com/pp_model_07.htm. Acesso em: 26 mar. 2020.