

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA**

BRUNO MARTINS

**PREVISÃO DO RISCO DE CRÉDITO CORPORATIVO DE LONGO PRAZO NO
BRASIL: 1995-2014**

Porto Alegre

2015

BRUNO MARTINS

**PREVISÃO DO RISCO DE CRÉDITO CORPORATIVO DE LONGO PRAZO NO
BRASIL: 1995-2014**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Economia, com ênfase em Economia Aplicada.

Orientador: Prof. Dr. Ronald Otto Hillbrecht

Porto Alegre

2015

CIP - Catalogação na Publicação

Martins, Bruno

Previsão do risco de crédito corporativo de longo prazo no Brasil: 1995-2014 / Bruno Martins. -- 2015. 62 f.

Orientador: Ronald Otto Hillbrecht.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Ciências Econômicas, Programa de Pós-Graduação em Economia, Porto Alegre, BR-RS, 2015.

1. Risco de crédito. 2. Debênture. 3. Modelo estrutural. I. Hillbrecht, Ronald Otto, orient. II. Título.

BRUNO MARTINS

**PREVISÃO DO RISCO DE CRÉDITO CORPORATIVO DE LONGO PRAZO NO
BRASIL: 1995-2014**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Economia, com ênfase em Economia Aplicada.

Aprovada em: Porto Alegre, 09 de outubro de 2015.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Ronald Otto Hillbrecht – Orientador
Universidade Federal do Rio Grande do Sul -- UFRGS

Prof. Dr. Fábio Massaúd Caetano
Universidade Federal de Pelotas -- UFPEL

Prof. Dr. Fabricio Tourrucoo
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

Prof. Dr. Nelson Seixas Dos Santos
Universidade Federal do Rio Grande do Sul -- UFRGS

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço ao suporte financeiro oferecido pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), o qual foi de profunda importância para a conclusão deste mestrado.

Tão importante quanto, o apoio e a presença de minha família foram minha base e meu guia nesta jornada. A busca pelo crescimento intelectual tem sido, sem dúvida, uma das mais importantes lições que guardo de meus pais e que tentei exercer ao longo deste mestrado. Assim sendo, deixo meu agradecimento explícito ao Sr. José Nilton Martins e a Sra. Dilma Terezinha Martins.

Agradeço também aos meus guias acadêmicos nesta jornada, em especial aos professores Marcelo Savino Portugal, com o qual tive o prazer de trabalhar durante dois anos em minha graduação, Nelson Seixas dos Santos, com quem tive o prazer de trabalhar em projetos de pesquisa durante o mestrado e que acima de tudo tornou-se um grande amigo, e ao meu orientador Ronald Otto Hillbrecht.

Por fim, mas não menos importante, aos meus amigos e colegas que vivenciaram a experiência da UFRGS em nossas vidas e às pessoas que participaram deste momento tão especial que foi a vivência desta pós-graduação.

At a healthy business, cash is sometimes thought of as something to be minimized – as an unproductive asset that acts as a drag on such markers as return on equity.

Cash, though, is to a business as oxygen is to an individual: never thought about when it is present, the only thing in mind when it is absent.” (Warren Buffett)

RESUMO

O mercado de crédito de longo prazo, abordado aqui através dos contratos de debênture, vem se fortalecendo no Brasil após o início do Plano Real, onde a estabilização da economia permitiu que suas cláusulas contratuais migrassem para o controle de risco relativo à firma frente a anterior preocupação com o ambiente econômico conturbado, conforme exposto em Silva e Leal (2008). Assim, este trabalho tenta prever a variável *Distante to Default (DD)* apresentada em Crosbie e Bohn (2003) através da estrutura proposta por Collin-Dufresne e Goldstein (2001). Para o quartil mais líquido da amostra, o erro percentual médio (EPM) para um horizonte de previsão de cinco anos é de 52%, e de 21% quando considerada a previsão perfeita da volatilidade. O EPM mostra-se muito sensível à liquidez das empresas em bolsa.

Palavras-chave: Risco de crédito. Debênture. Modelo estrutural.

ABSTRACT

The long-term credit market, addressed here through debenture contracts, has gained strength in Brazil after the start of the Real Plan, where stabilization of the economy has allowed its contractual covenants migrate to the firm's risk control in spite of the previous troubled economic environment, outlined in Silva e Leal (2008). Then, this work tries to forecast the *Distance to Default* variable (*DD*) from Crosbie e Bohn (2003) through the proposed structure by Collin-Dufresne e Goldstein (2001). For the sample's most liquid quartile, the mean percentage error (MPE) for a forecast horizon of five years is 52%, and 21% when considering perfect volatility forecast. The MPE is very sensitive to firm's market liquidity.

Keywords: Credit Risk. Debenture. Structural model.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Valor de Mercado da Amostra Segmentado por Quartil	46
Figura 2 – Valor de Mercado da Amostra Segmentado por Quartil - (%)	47
Figura 3 – Erro Percentual Médio	51
Figura 4 – Erro Percentual Médio - Período 2000-2014	52
Figura 5 – Erro Percentual Médio por Quartil da Amostra	52
Figura 6 – Erro Percentual Médio do 1º Quartil da Amostra	53
Figura 7 – Erro Percentual Previsto na Ocorrência de <i>Default</i>	54
Figura 8 – Erro Percentual Médio Utilizando Volatilidade Efetivamente Realizada - 1o quartil da amostra	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparativo de Fontes de Financiamento - R\$ Milhões acumulados no período	16
Tabela 2 – Frequência das Cláusulas de Atualização Monetária, Juros e Vencimento Antecipado nas Debêntures de 1989 a 2004	26
Tabela 3 – Frequência das Cláusulas de Restrição a Decisões de Dividendos, Investimentos e Financiamentos nas Debêntures de 1989 a 2004	27
Tabela 4 – Variação Percentual do Valor de Mercado da Amostra	47
Tabela 5 – Desvio Padrão dos Retornos do Valor de Mercado da Amostra	48

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	A ESTRUTURA DO MERCADO DE DÍVIDA DE LONGO PRAZO NO BRASIL	12
2.1	A ESCOLHA PELA TOMADA DE DÍVIDA DE LONGO PRAZO	12
2.1.1	Estrutura de Capital das Empresas Brasileiras.....	12
2.1.2	As Opções de Recursos Externos para as Firms Brasileiras	15
2.2	ESTRUTURA DOS CONTRATOS DE DEBÊNTURE.....	17
2.2.1	Arcabouço Legal dos Contratos de Debênture	18
2.2.2	Análise da Evolução das Cláusulas Contratuais.....	20
2.2.3	Panorama Geral da Estrutura dos Contratos de Debênture.....	25
3	MODELOS DE RISCO DE CRÉDITO CORPORATIVO: TEORIA E EVIDÊNCIA	29
3.1	MODELOS ESTRUTURAIS	29
3.1.1	O Modelo de Merton	29
3.1.2	O Modelo de Collin-Dufresne e Goldstein.....	31
3.1.3	O Método KMV	34
3.2	MODELOS ESTATÍSTICOS E MODELOS EM FORMA REDUZIDA.....	36
3.2.1	Modelos Estatísticos.....	36
3.2.2	Modelos em Forma Reduzida ou de Intensidade.....	38
3.2.3	O Papel da Informação Assimétrica	40
3.3	AVALIAÇÃO E COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS EMPÍRICOS.....	41
4	DADOS E METODOLOGIA	46
4.1	AMOSTRA DE DADOS.....	46
4.2	ESPECIFICAÇÃO, ESTIMAÇÃO E TESTE DO MODELO.....	48
4.3	RESULTADOS	51
4.4	DISCUSSÃO	55
5	CONCLUSÃO.....	57
	REFERÊNCIAS.....	59

1 INTRODUÇÃO

O risco de crédito pode ser definido como o risco que o credor carrega pela não certeza do efetivo pagamento da dívida pela sua contraparte. Assim sendo, é de suma importância que o credor consiga antever de alguma forma a capacidade de pagamento de sua contraparte durante a vigência do contrato de dívida. Mais especificamente sobre os contratos de crédito de longa duração, temos que a estabilidade do ambiente de negócios é de suma importância, pois é ela que fornece subsídios para a acurácia da previsão do risco de crédito. Assim sendo, uma economia saudável e estável acaba por ajudar no florescimento e sustentabilidade destes contratos de dívida.

No caso brasileiro, vemos o mercado de crédito se consolidando com a estabilidade conquistada pelo Plano Real. Tal fato se deve à estabilização promovida pelo plano, bem como pelas sinalizações oferecidas por reformas microeconômicas conduzidas durante o início do mesmo. Esta evolução é descrita em Silva e Leal (2008), onde o autor salienta, através de estudos anteriores, a mudança em relação às cláusulas contratuais vigentes pré e pós Plano Real. No estudo, fica evidente a mudança estrutural que a estabilização econômica gerou no mercado de crédito de longo prazo brasileiro, salientado aqui através do mercado de debêntures.

A escolha dos contratos de debênture para representar o crédito corporativo de longo prazo se deve, além da facilidade de acesso à base de dados, à relevância desta fonte de financiamento para as empresas brasileiras e à tentativa do governo brasileiro de tornar esse mercado mais líquido, conforme Lei nº 12.431, de 24 de junho de 2011.

Assim, dada a estabilidade econômica, faz-se útil a partir de então a modelagem do risco de crédito com foco prioritário sobre a empresa e seus riscos intrínsecos. Agora, a capacidade da firma honrar seus débitos passa a ser analisada por uma ótica predominantemente microeconômica, onde o fluxo de caixa da empresa e suas nuances individuais passam a ser o cerne do risco de crédito empresarial.

Em relação à modelagem do risco de crédito, temos que sua origem está em Beaver (1966), de onde floresceu e tomou corpo em três grandes áreas: a modelagem estrutural, a modelagem estatística e a modelagem por intensidade. Enquanto a modelagem estrutural busca o entendimento do risco de crédito através de uma única variável (ativo da firma) utilizando técnicas de apreçamento de opções, a modelagem estatística busca ampliar o leque de fontes de

informação, embora peque no quesito dinâmica das variáveis. Hoje em dia, a abordagem mais promissora aparenta ser a modelagem por intensidade, que utiliza várias variáveis com estrutura dinâmica. No entanto, a complexidade destes modelos exige bases de dados extensas devido ao grande número de parâmetros a serem estimados. Assim, a restrição da base de dados acaba por influenciar a escolha dos modelos, muitas vezes inibindo a possibilidade de uso de alguns deles.

Assim sendo, este trabalho visa a contribuir com a literatura através da tentativa de previsão da variável *Distance to Default (DD)* para um horizonte de cinco anos, caracterizando o longo prazo, através da estrutura proposta por Collin-Dufresne e Goldstein (2001). Portanto, assume-se que a variável *DD* representa satisfatoriamente o risco de crédito no curto prazo, como exposto por Crosbie e Bohn (2003).

2 A ESTRUTURA DO MERCADO DE DÍVIDA DE LONGO PRAZO NO BRASIL

Nos próximos tópicos serão apresentados os principais fatos estilizados a cerca do mercado de dívida corporativa de longo prazo no Brasil, bem como as principais características do mercado de debêntures.

2.1 A ESCOLHA PELA TOMADA DE DÍVIDA DE LONGO PRAZO

Dado que o capital próprio dos acionistas é limitado, a expansão do negócio através de capital de terceiros se faz necessária quando o patrimônio líquido da empresa já não conseguir suprir as necessidades de capital da mesma. Baseado nos indicadores de retorno sobre capital investido (*ROIC*) e retorno sobre patrimônio líquido (*ROE*), podemos analisar a viabilidade da firma se endividar lucrativamente: se o *ROIC* for superior ao custo da dívida, será lucrativo para a empresa se endividar devido ao fato de seu negócio cobrir o custo do endividamento.

No entanto, devido ao risco do negócio da firma, a tomada de dívida pode não ser lucrativa no curto prazo. Dada a variabilidade dos resultados empresariais junto à economia, pode ser necessário um determinado horizonte temporal que ultrapasse o curto prazo a fim de que a estratégia passe a ser lucrativa. É neste ponto que o crédito de longo prazo passa a ter maior importância; a possibilidade de diluir o serviço da dívida em longos períodos de tempo diminui o risco de solvência da firma no curto prazo.

2.1.1 Estrutura de Capital das Empresas Brasileiras

Tomando como dado que a empresa típica necessita de capital de terceiros, é interessante observarmos como a estrutura de financiamento da mesma é conduzida frente a tantas opções e quais suas implicações. A principal abordagem sobre o assunto diz respeito ao famoso teorema de Modigliani-Miller onde, em 1958, os autores propõem que a estrutura de financiamento da empresa pouco importaria, sendo ela através de emissão de ações ou dívida. Segundo Modigliani e Miller (1958) “The market value of any firm is independent of its capital structure and is giving by capitalizing its expected return at the rate ρ appropriate to its risk class.”.

No entanto, Moreira e Puga (2000, p. 5) salientam que:

Os resultados de Modigliani e Miller dependem de mercados de capitais com informação perfeita, sem custos de transação e sem taxação, condições raras de se verificar mesmo em mercados mais desenvolvidos, que normalmente sofrem de imperfeições como seleção adversa, moral *hazard* e custos de agência.

Essa reflexão nos leva a crer que, muito provavelmente, o pressuposto de informação simétrica adotado pelos autores seja muito forte para analisar a realidade. É impossível imaginar que gestores de empresas não possuam mais informação que os investidores. Sendo assim, será que o ambiente de assimetria informacional levaria essas empresas a tomar decisões diferentes da forma proposta por Modigliani e Miller (1958)? Existiria alguma estrutura ótima de captação de recursos de terceiros?

Em Myers e Majluf (1984) os autores indagam o que aconteceria se incorporássemos a assimetria informacional nesse contexto. No modelo, assume-se que o gestor da empresa, o qual possui informação que os investidores não possuem, toma medidas que visem a otimizar o valor da empresa somente para os atuais acionistas, os quais são tomados como passivos¹, e que os investidores sabem que o gestor possui algum tipo de informação privilegiada. Dessa forma, os autores mostram que as empresas preferirão emitir dívida ao contrário de emitir ações quando da necessidade de capital externo².

Devido ao fato de que a assimetria de informação pode levar o mercado a avaliar a empresa a um preço abaixo do seu real valor, pode ser preferível à empresa deixar passar algumas oportunidades lucrativas de investimento para proteger seus atuais acionistas de uma perda de capital. Assim, os investidores observam a emissão de ações como um sinal não muito bom da situação real da firma, passando a considerar que tal emissão ocorre porque o mercado estaria sobre avaliando a empresa. Tal estrutura³ proposta pelos autores corrobora o fato empírico de que, em média, o preço das ações cai quando do anúncio de uma nova emissão de ações e porque

¹ Aqui, tais acionistas não ajustariam seus portfólios em decorrência das ações tomadas pela firma.

² O exposto por Myers e Majluf (1984) foi o trabalho seminal da teoria do *Pecking Order*, a qual postula que o custo de financiamento da empresa aumenta com a assimetria informacional. Assim sendo, a estrutura ótima de financiamento da firma consistiria na utilização de recursos internos em contraposição a dívidas, e estas em contraposição ao lançamento público de novas ações.

³ O problema proposto é similar ao proposto por Akerlof (1970). Aqui, uma boa firma não participaria do mercado de emissão de ações porque os investidores, ao não conseguirem observar seu real valor, podem infringir perda aos atuais acionistas, excluindo as firmas subavaliadas pelo mercado. Portanto, a assimetria informacional condicionaria somente a participação de empresas sobre avaliadas pelos investidores no mercado de emissão de ações, sinalizando assim que seu atual preço está além do justo quando do anúncio da emissão.

a emissão de dívida apresenta menor impacto sobre os preços das ações quando comparado à emissão de ações.

Assim, dadas as diversas possibilidades de captação de recursos externos existentes, interessa-nos, agora, buscar evidências acerca da validade do proposto por Myers e Majluf (1984). Dentre os estudos produzidos com âmbito nacional, Rodrigues Júnior e Melo (1999) abordam a estrutura de financiamento das empresas privadas no Brasil. Em um estudo compreendendo vinte e quatro grandes empresas brasileiras analisadas entre 1987 e 1996, os autores chegam à conclusão de que a estrutura média de capital se distribui em autofinanciamento, com 63,9%, endividamento, com 29,6%, e ações, com 6,5%. Assim, temos evidência favorável à hipótese da *Pecking Order*, a qual postula que o custo de financiamento aumenta com a assimetria de informação, direcionando a firma a tomar dívida ao invés de emitir ações.

Mais especificamente sobre o setor da indústria, Moreira e Puga (2000) buscam identificar a estrutura de financiamento que tem prevalecido em firmas industriais no Brasil e como tal estrutura se relaciona com as características específicas das firmas. Foram analisadas 4.312 empresas, responsáveis por 53% do produto industrial em 1997 durante o período 1995/97. Os dados sugerem que as empresas dependem fortemente de recursos internos. Empresas sobre controle nacional financiam 54% de sua necessidade de capital com recursos próprios enquanto empresas sobre controle estrangeiro financiam 63%; no agregado, esse valor corresponde a 55%. Do financiamento com capital próprio, pode-se observar que as micro e pequenas empresas utilizam tal fonte com proporção de 63% em contraposição aos 48% utilizados pelas grandes, indicando uma possível restrição do mercado financeiro às firmas de pequeno porte. O crédito com 25% e o mercado acionário com 20% complementam o financiamento.

O último estudo abordado aqui é o de Medeiros e Daher (2008) que contempla uma amostra de 420 empresas não financeiras com ações listadas nas bolsas Bovespa e Soma, entre 1995 e 2002. Os autores confrontam duas teorias que competem para explicar a estrutura de capitais das empresas que são a *Static Tradeoff Theory*⁴ e *Pecking Order Theory*. Como resultado, encontram que a *Pecking Order Theory* foi dominante na determinação da estrutura das empresas analisadas. Como ressaltam os autores,

⁴ A *Static Tradeoff Theory* afirma que as empresas perseguem uma estrutura de capital pré-estabelecida.

[...] a estrutura de capital das empresas brasileiras é estabelecida como resultado de uma hierarquia de financiamento, cuja prioridade máxima são os recursos gerados internamente, seguidos pelo endividamento e, em última instância, pela emissão de ações.

Como visto, os títulos de dívida dominam os títulos acionários (aumento de capital social) no quesito de financiamento empresarial, sendo tal fato embasado pela *Pecking Order Theory*. Assim, cabe agora entendermos quais as opções de recursos que as firma dispõe no ambiente externo e qual a importância de cada uma delas.

2.1.2 As Opções de Recursos Externos para as Firms Brasileiras

Em regra, podemos observar que as empresas possuem algum tipo de passivo, podendo captar recursos de terceiros de diversas formas. Além do já conhecido empréstimo bancário, usado normalmente para regular a estrutura do fluxo de caixa, outros instrumentos do mercado financeiro também podem ser usados. São eles: ações, debêntures, notas promissórias, certificado de recebível imobiliário (CRI) e fundo de investimento em direitos creditórios (FIDC).

Ações nada mais são do que participações em sociedades anônimas, sendo que elas podem ser negociadas em bolsa quando a emissora for uma companhia aberta. No Brasil, existem dois tipos: as ordinárias (ON) e as preferenciais (PN), sendo que somente as primeiras dão direito a voto nas assembleias da companhia. Aqui, a empresa não contrai dívida, e sim aumenta seu capital social. Portanto, a remuneração do investidor consiste em dividendos e demais proventos pagos pela empresa do qual é sócio, além da valorização da mesma no mercado.

A Debênture é um título de dívida, de médio e longo prazo, que confere a seu possuidor um direito de crédito contra a companhia emissora, ou seja, quem investe em debêntures se torna credor dessas companhias. As companhias podem utilizar os recursos captados para financiamento de projetos, reestruturação de passivos, aumento de seu capital de giro ou estruturação de operações de securitização de recebíveis. Tal fato é decorrente de a debênture ser um título bastante flexível, o qual viabiliza a estruturação de operações para cobrir as necessidades da emissora.

As notas promissórias, também conhecidas como *commercial papers*, são títulos de dívida de curto prazo, sem garantia, emitidos pelas empresas para financiar seu capital de giro. Tais

títulos nada mais são do que uma promessa por parte do emissor de pagamento futuro referente ao valor de face do título.

O Certificado de Recebível Imobiliário (CRI) é um título de renda fixa de longo prazo lastreado em créditos imobiliários emitidos exclusivamente por sociedades securitizadoras. Tal instrumento confere ao detentor original dos títulos a possibilidade de antecipar receitas futuras através da venda dos créditos imobiliários, os quais são decorrentes de contratos de compra e venda com alienação fiduciária, para a empresa securitizadora que os estrutura e os revende ao mercado.

Por fim, o Fundo de Investimento em Direitos Creditórios (FIDC) é um tipo de investimento em que a maior parte dos recursos é destinada à aquisição de direitos creditórios, que são créditos que uma empresa tem a receber como duplicatas, cheques, contratos de aluguel e outros. Como o direito de recebimento desses créditos é negociável, a empresa pode cedê-los a terceiros através de um FIDC, onde suas cotas são vendidas para investidores qualificados⁵.

Tabela 1- Comparativo de Fontes de Financiamento - R\$ Milhões acumulados no período

Ano	Crédito		Notas			
	Bancário*	Ações	Debêntures	Promissórias	CRI	FIDC
1995-99	R\$ -	R\$ 79.297	R\$ 123.196	R\$ 80.334	R\$ 925	R\$ -
2000-04	R\$ -	R\$ 84.738	R\$ 119.723	R\$ 49.097	R\$ 2.601	R\$ 12.863
2005-09	R\$ -	R\$ 309.264	R\$ 330.660	R\$ 97.590	R\$ 19.331	R\$ 89.454
2010-14	R\$ 6.329.528	R\$ 286.690	R\$ 387.088	R\$ 131.038	R\$ 70.103	R\$ 57.625

Fonte: Banco Central do Brasil e Associação Brasileira das Entidades dos Mercados Financeiro e de Capitais.

Notas: *Corresponde à tabela 20635 - SGS/BACEN. Dados disponíveis a partir de março de 2011. Valores corrigidos pelo IPCA – Preços de 2014.

Podemos notar na tabela 1 que o crédito bancário é espantosamente superior a todas as alternativas de fonte de crédito para empresas, salientando a grande importância do financiamento bancário para as empresas brasileiras. Isto, muito provavelmente, está ligado ao fato de o banco possuir o *know how* mais apurado para minimizar os problemas de risco moral e seleção adversa.

No entanto, seguindo o exposto em Freixas e Rochet (2008), podemos supor que esse segmento engloba majoritariamente contratos de curta e média duração. No modelo exposto pelos autores, uma empresa com grande chance de sucesso em seu negócio consegue emitir dívida

⁵ Investidores que possuam mais de um milhão de reais em aplicações financeiras.

diretamente a mercado (debêntures ou notas promissórias), enquanto firmas que não conseguem transmitir tal segurança acabam por tomar dívida junto a bancos (crédito bancário).

Comparativamente a um contrato bancário, onde o banco define exigências contratuais e regime de amortização e pagamento de juros, a debênture é um contrato de crédito que concede às empresas um melhor alinhamento entre sua estrutura de fluxo de caixa e seus contratos de financiamento, sendo preponderantemente de médio e longo prazo. Isso se torna relevante devido ao fato de as empresas possuírem estruturas e prazos diferentes internamente, fazendo com que a debênture alivie o descasamento entre entradas e saídas do fluxo de caixa, bem como a liberdade da empresa em oferecer garantias e demais condições como ocorre nos empréstimos bancários. Já no caso das notas promissórias a empresa não desfruta desta liberdade, sendo apenas um mecanismo gerador de caixa para o curto prazo.

Portanto, embora a debênture não possua a relevância que o crédito bancário possui, está como segunda fonte de recursos mais importante dentro das fontes citadas, sendo também um mercado que concentra preponderantemente contratos de longo prazo. Assim sendo, concentraremos este trabalho nos contratos de debênture devido à possibilidade de acessar tanto as características destes contratos bem como a de seus demandantes, dados estes inacessíveis no tocante ao crédito bancário. A análise dos contratos de debênture funciona aqui, portanto, como uma *proxy* para o mercado de crédito de longo prazo no Brasil.

2.2 ESTRUTURA DOS CONTRATOS DE DEBÊNTURE

A grande influência dos problemas de assimetria informacional no âmbito da concessão de crédito leva os agentes econômicos a tentarem se proteger dos mesmos. No caso mais geral, onde os poupadores delegam a um intermediário financeiro (banco) a tarefa de monitorar e gerenciar seus fundos, a análise dos contratos de crédito não aparece de forma tão relevante para o poupador, que apenas está interessado no contrato firmado entre o banco e ele mesmo⁶. No entanto, no caso da emissão direta de títulos de dívida de longo prazo (debêntures), a estrutura contratual da concessão de crédito é altamente relevante para o poupador/investidor. Dado que

⁶ Este contrato, embora altamente relevante para o poupador, é normalmente padronizado. Isso faz com que tenha menos importância para o poupador.

agora ele irá lidar diretamente com as empresas, faz-se necessário que o investidor consiga entender e construir um contrato ótimo para cada firma.

O contrato visa contornar um claro problema de agência que pode ser observado no pagamento de dividendos aos acionistas, investimento em recompra de ações e/ou investimento em projetos arriscados através de endividamento adicional. Estas ações visam transferir renda dos credores para os acionistas. Assim, para contornar tal problema, os credores estabelecem cláusulas restritivas acerca das possibilidades do gestor ou cláusulas que estimulem a boa gestão financeira, penalizando seu descumprimento com a redução de maturidade do título, por exemplo.

2.2.1 Arcabouço Legal dos Contratos de Debênture

O processo de emissão de uma debênture se inicia com a escritura de emissão, a qual especifica as condições sob as quais a debênture será emitida, os direitos dos debenturistas e os deveres da companhia emissora. Para uma emissão pública, é necessário o registro⁷ da companhia na Comissão de Valores Mobiliários (CVM) como companhia aberta, um agente fiduciário⁸ e um *underwriter*⁹. Já no caso de uma emissão privada, onde normalmente a posse dos títulos fica com os próprios sócios da empresa ou investidores pré-selecionados, o processo não exige tais requerimentos¹⁰.

Por ser um contrato altamente flexível, as debêntures podem assumir diversas características em diversos âmbitos. Inicialmente podemos classificá-las quanto à garantia, podendo ela ser do tipo real ou flutuante, ou não existir. A garantia real se dá por bens (móveis e imóveis) dados em hipoteca, alienação e cessão fiduciária, ou penhor. A garantia flutuante

⁷ As empresas de arrendamento mercantil, mais conhecidas como *leasing*, também podem emitir debêntures desde que obtenham aprovação prévia do Banco Central.

⁸ “Criada pela Lei nº 6.404/76 (artigos 66 a 70), a figura do agente fiduciário tem como principais deveres para com os debenturistas (Instrução CVM nº 28/83) proteger seus direitos e interesses perante a companhia emissora; elaborar relatório anual e colocá-lo à sua disposição, informando os fatos relevantes ocorridos durante o exercício; e notificá-los de qualquer inadimplemento, pela companhia, de obrigações assumidas na escritura de emissão.” ANDIMA (2008)

⁹ É o responsável pela verificação da conformidade e elaboração de informações relevantes sobre a emissão perante o mercado, assessorando o emissor na venda dos títulos.

¹⁰ “Neste caso, a figura do agente fiduciário somente será requerida quando da constituição, em contrato, de um fundo de amortização, cujo gerenciamento caberá ao emissor.” ANDIMA (2008)

garante ao debenturista o privilégio geral sobre o ativo¹¹ da companhia emissora, sem impedir a negociação dos bens que compõem este ativo. No caso de inexistência de garantia, podemos classificar as debêntures em Quirografárias, que não contemplam nenhum privilégio sobre o ativo da companhia, e Subordinadas, que possuem privilégio somente frente aos acionistas no caso de liquidação da empresa.

Tais títulos também são divididos em Conversíveis e Não-Conversíveis em ações. No caso de uma debênture ser conversível, o debenturista poderá optar pela conversão de seus títulos de dívida em ações da companhia emissora segundo as condições estabelecidas na escritura de emissão. Quanto à forma, podemos classificá-las em Nominativas e Escriturais. Enquanto na primeira o certificado consta expressamente o nome do titular, a segunda é custodiada em conta de instituição depositária designada pela companhia emissora, a qual fica em nome do seu titular.

Sobre a remuneração, temos que o processo de *bookbuilding* é um mecanismo de consulta prévia ao mercado, o qual é organizado pelo coordenador líder da emissão. O *bookbuilding* averigua as intenções de investimento possibilitando, assim, a definição da remuneração das debêntures tendo em vista as predisposições do emissor. Como decorrência desse processo, temos que as debêntures possuem ampla variedade de taxas e indicadores possíveis. A remuneração por juros pode se dar através de valores fixos, flutuantes ou uma combinação de ambos, como por exemplo, juros flutuantes adicionados a uma parcela de juros fixos. Além dos juros, a debênture pode contar com taxas de indexação aos mais variados índices de inflação como IGP-M, IGP-DI, INPC e IPCA, conferindo rendimento real ao debenturista. Outras formas de remuneração se dão na forma de prêmios por carregamento até o final do prazo do título, por resgate antecipado por parte da empresa e os prêmios relativos à adequação de rentabilidade. Por fim, tais títulos podem oferecer participação nos lucros da firma e possibilidade de repactuação, que é a revisão periódica dos parâmetros remuneratórios contratados a fim de adequar os títulos às condições vigentes no mercado.

Os contratos também variam conforme o regime de amortização estabelecido. A firma emissora possui, através da presença deste mecanismo em contrato, o direito de efetuar resgate parcial ou total antecipadamente de títulos de uma mesma série, sendo que normalmente tal

¹¹ Aqui, no caso, alguns bens do ativo que já se encontrem empenhados como garantia de outras dívidas não entram nesse cômputo.

dispositivo é utilizado para garantir boa aceitação do papel pelo mercado. Dentre os principais regimes de amortização podemos citar:

- a) resgate facultativo, onde o emissor não determina na escritura de emissão as épocas e quantidades passíveis de serem resgatadas, embora possua tal faculdade;
- b) resgate programado, onde o emissor fixa na escritura de emissão as épocas e quantidades passíveis de serem resgatadas;
- c) amortização programada, que consiste no pagamento de parcela do valor nominal da debênture;
- d) amortização extraordinária, que permite ao emissor determinar outras amortizações não programadas.

No entanto, como salienta ANDIMA (2008, p. 29):

Apesar de não constituir um tipo de amortização, a emissão em séries pode ser considerada uma forma indireta de resgate programado, na medida em que a companhia emissora divide uma determinada emissão em várias séries, cada qual com um prazo definido de vencimento.

Portanto, podemos notar que é esta vasta gama de opções que confere ao contrato de debênture sua flexibilidade e capacidade de ajuste às mais variadas condições de mercado. Cabe agora averiguarmos como tais contratos evoluíram ao longo do tempo na economia brasileira, atentando para captar o delineamento que os debenturistas tentam imprimir às firmas tomadoras de recursos.

2.2.2 Análise da Evolução das Cláusulas Contratuais

Ao longo das últimas décadas a economia brasileira vem sofrendo profundas mudanças econômicas. Seja do ponto de vista macro ou microeconômico, a economia brasileira vem se direcionando, pelo menos a partir da implantação do Plano Real, para uma economia estável. A partir disto, é notório que os contratos de crédito, em especial os de debêntures, apresentem modificações sensíveis a fim de lidar com o novo cenário posto. A intenção, aqui, é discorrer sobre as principais mudanças registradas ao longo dos períodos de maior relevância institucional nos contratos de debêntures realizados no Brasil.

Em Anderson (1999), o autor analisa cinquenta contratos de debênture de firmas brasileiras dos setores manufatureiro, utilidade pública e serviços não financeiros entre 1989 e 1993. O contexto do Brasil no período é salientado pelo autor nas seguintes palavras: “[...] *four characteristics of the Brazilian economy are particularly relevant to financial contracting: high-inflation, volatile real-sector activity, weak institutions, and an interventionist state*”¹². A inflação é alta¹³ e volátil antes e durante o período da amostra, onde podemos notar uma inflação média de aproximadamente 1574% ao ano nos cinco anos analisados. Esse fato assombroso exacerba o fato que mesmo contratos com indexação ainda possuem riscos provenientes tanto da surpresa inflacionária bem como de possível distorção ou manipulação do indicador usado como indexador. A respeito da volatilidade da atividade econômica, podemos notar que tal fato causa grande variabilidade no fluxo de caixa das empresas levando as mesmas a carregar um prêmio por risco de calote significativo. Tal prêmio reflete a assimetria informacional entre investidores e gestores das empresas, onde os últimos possuem informação privada a respeito da capacidade das firmas quitarem seus débitos¹⁴. Por último, tanto a fraqueza institucional como a decorrente intervenção estatal acrescentam custos perceptíveis aos contratos; a incerteza quanto à futura validade das cláusulas contratuais acaba por mitigar contratos de longo prazo.

Sendo assim, o desenho cuidadoso de contratos financeiros atenua os problemas de agência entre as partes e reduz o custo de financiamento. Tal contexto corrobora uma amostra caracterizada por cláusulas que protegem o investidor da inflação, mecanismos de contingenciamento da maturidade dos títulos a fim de renegociar os termos de contrato, poucas cláusulas restringindo distribuição de dividendos, decisões de investimento e endividamento do devedor, e mecanismos de autorregulação que evitam a necessidade da confiança em instituições ineficientes.

Os contratos apresentam mecanismos de proteção contra a inflação sob duas formas. O primeiro é a indexação a índices de preços nacionais (88% da amostra) e à taxa de câmbio com o

¹² “Quatro características da economia brasileira são particularmente relevantes para os contratos financeiros: alta inflação, setor real da economia é volátil, instituições fracas e Estado intervencionista.” (Anderson, 1999)
Tradução nossa.

¹³ “*Annual inflation is never less than 50% and arithmetic (geometric) average annual inflation is 656% (363%) during the 1979-1993 period.*”. “A inflação anual nunca é menor do que 50% e a média aritmética (geométrica) anual é de 656% (363%) durante o período de 1979-1993.” Anderson (1999, tradução nossa).

¹⁴ É importante notar que tal assimetria informacional não atinge somente os investidores/credores. Dado que as compras e vendas entre as firmas acontecem com defasagem entre o ato de compra/venda e o pagamento, é possível que tal assimetria gere mais volatilidade no setor real da economia.

dólar (12%). O segundo são os prêmios de remuneração, que representam remuneração adicional ao proprietário do título referente a algum índice de inflação ou taxa de juros alternativo¹⁵.

Sobre a maturidade dos contratos, o autor indica forte presença de mecanismos de repactuação, que possibilita que as partes rediscutam os termos do contrato¹⁶. Em toda amostra, 66% dos contratos estão sujeitos a repactuação sendo que os contratos não conversíveis apresentam a presença de tal cláusula em maior proporção em relação aos conversíveis (84,4% contra 33,3%). A presença do mecanismo de repactuação permite às debêntures que possuem tal característica ter uma maturidade média maior que as que não possuem. Também, tem-se que 60% da amostra possui cláusula de recompra total dos títulos, sendo que novamente os títulos não conversíveis apresentam maior proporção em relação aos conversíveis (68,8% contra 44,4%). Em suma, 82% da amostra possui algum tipo de cláusula referente ao contingenciamento da maturidade do título podendo ser na forma de repactuação, recompra ou ambos.

A conversibilidade se faz presente em 36% da amostra. Tais debêntures, como explicitado anteriormente, apresentam cláusulas referentes à maturidade e à remuneração em menor proporção do que os títulos não conversíveis. Tal fato, segundo o autor, indicaria certo grau de substituição entre as partes. Anderson (1999) também salienta: *“A convertible bond’s price is also less sensitive to information asymmetries about firm risk.”*¹⁷.

Cláusulas restritivas protegem os credores contra a transferência de riqueza indiscriminada para os gestores da empresa através da restrição de dividendos, investimento e políticas de endividamento. A amostra analisada, no entanto, revela que tais mecanismos não são muito utilizados. A fraca restrição sobre dividendos se daria pelo fato de que ele representaria a principal fonte de financiamento da empresa, levando-o a ser retido normalmente. Já a ausência de restrições sobre investimento e política de endividamento refletiria o alto custo de monitoramento, onde as cláusulas de maturidade contingencial e repactuação resolveriam melhor os problemas de agência envolvidos.

¹⁵ Os prêmios de remuneração são os dispositivos utilizados para corrigir possíveis desvios acerca da proteção almejada pelos indexadores já presentes nos contratos.

¹⁶ O autor salienta a vantagem da repactuação ao ser menos custosa do que a emissão de títulos de curto prazo, além de possuir implicitamente a faculdade de recompra dos títulos através da oferta de cláusulas não interessantes aos investidores quando da repactuação.

¹⁷ “O preço de um título conversível é também menos sensível a assimetrias de informação sobre o risco da firma.” (ANDERSON, 1999, tradução nossa).

Em Filgueira e Leal (2000), são analisadas noventa e um contratos de debênture no período de julho de 1994 a dezembro de 1997, portanto os primeiros anos do Plano Real. Uma das medidas advindas a partir do plano foi a limitação da utilização de cláusulas de indexação a índices de preços somente para contratos com prazo mínimo de um ano para o vencimento ou período de repactuação, levando os contratos a migrarem para uma remuneração fixa (*spread*) mais uma taxa de juros flutuante¹⁸. Assim sendo, a presença de cláusulas de indexação à inflação perdeu representatividade: de 88% em Anderson (1999) para 59%. O contraponto aparece na presença de juros flutuantes acrescidos de parcela fixa nos contratos: de 2% em Anderson (1999) para 34%. Além disso, as cláusulas referentes a prêmios de remuneração passaram a ser menos utilizadas após o Plano Real.

Em comparação ao trabalho de Anderson (1999), também se nota aumento na proporção de emissões de títulos conversíveis em contraposição às emissões simples (não conversíveis). Assim sendo, também se constata a diminuição na presença de cláusulas de vencimento antecipado: apenas 26% da amostra. Segundo os autores, “Este efeito poderia ser atribuído à estabilização econômica, que teria tornado menos necessária a revisão periódica dos termos contratuais”.

Em referência à proteção do credor frente à ingerência dos mutuários, temos que a limitação ao pagamento de dividendos quando do atraso do pagamento da dívida é de 73% neste estudo frente aos 68% apresentados em Anderson (1999). No entanto, devido à legislação societária obrigar a distribuição de no mínimo 25% do lucro líquido como dividendo tal cláusula não interfere efetivamente na capacidade do emissor de distribuir dividendos.

Na mesma direção, a limitação de investimentos por parte do emissor do título apresenta-se sobre as formas de seguros para as propriedades utilizadas como garantia, restrições a operações fora do objeto social da empresa, vencimento antecipado frente à mudança na propriedade ou controle acionário do emissor, restrição sobre ativos utilizados como garantia e vedação da alienação de ativos. Aqui, 71% da amostra apresentou alguma restrição à capacidade de investimento do emissor, sendo este resultado significativamente maior do que o encontrado em Anderson (1999); as principais cláusulas contratuais são exigências de seguro sobre bens em garantia (36% do total) e proibições à execução de atividades fora do objeto social da empresa

¹⁸ O prazo mínimo de vencimento para estas debêntures era de cento e vinte dias, menor do que as indexadas, portanto.

(38% do total). Segundo os autores, “[...] o aumento verificado na utilização de cláusulas que restringem a política de investimentos estaria reforçando o argumento de que essas limitações são mais frequentes em ambientes econômicos com maior estabilidade”.

Cláusulas referentes à capacidade de financiamento, que servem para evitar a diluição de direitos dos credores, encontram-se sobre a forma de proibição a emissão de dívida adicional, presença de garantia de terceiros sobre a dívida, privilégio aos portadores de títulos e direito de troca por novas emissões de dívida. Os resultados apontam para uma redução significativa no número de contratos que não compreendem nenhuma restrição à política de financiamento: de 80% em Anderson (1999) para 31%. Este resultado reflete o aumento na utilização de restrições à dívida adicional (16% do total), garantias de terceiros sobre dívidas (24% do total) e direito de troca por novas emissões (44% do total). Assim, os autores destacam que o ganho de importância de cláusulas referentes à capacidade de financiamento reflete novamente a crescente estabilização econômica brasileira: “A mudança no ambiente econômico, contudo, tornou o modelo contratual de debêntures brasileiro com características mais próximas das economias estáveis”.

Já em Saito et al. (2005), os autores analisam cento e dezenove emissões de títulos de dívida entre 1998 e 2001. Os contratos emitidos a época sofreram influência de importantes fatores como a desvalorização cambial, onde tal fato obrigou firmas expostas à dívida denominada em dólares a procurar o mercado de dívida para refinaranciar a abrupta elevação de dívida decorrida dessa medida.

As cláusulas referentes à correção monetária apresentam o mesmo direcionamento observado por Filgueira e Leal (2000). Comparativamente a este último, os títulos sem indexação foram de 41% do total para 68% sendo que os indexados à inflação caíram de 59% do total para 32%. Esse movimento continuou acompanhado pelo aumento na presença de taxas de juros flutuantes, onde se encontrou predominância de taxas flutuantes adicionadas a uma parcela de juros fixos: 48% do total contra 34% encontrado em Filgueira e Leal (2000) e 2% em Anderson (1999).

Cláusulas referentes à maturidade contingencial continuaram a apresentar baixa participação, se mantendo a um nível estatisticamente igual ao encontrado por Filgueira e Leal (2000).

Sobre a política de dividendos, houve crescimento em relação à ausência de cláusulas sobre a distribuição de dividendos: 48% do total contra 27% em Filgueira e Leal (2000). Em

relação a cláusulas restringindo investimento, os autores encontraram duas mudanças relevantes: a) maior presença de cláusulas que aceleram a maturidade do título em consequência de mudança no controle ou propriedade e b) maior proibição em relação a alienação de bens de capital. Por último, o principal ponto quanto à restrição de financiamento foi a manutenção do nível restrição à dívida adicional (16% do total).

Por último, Silva e Leal (2008) analisam 67 escrituras no período entre 2002-2004. Dentre as principais considerações dos autores, levando em conta todos os estudos expostos anteriormente sobre o assunto, podemos citar que:

- a) a indexação à inflação e a moedas estrangeiras caiu drasticamente;
- b) maior utilização da remuneração por juros após a estabilização da economia;
- c) diminuição das cláusulas de vencimento antecipado;
- d) o uso de cláusulas que restringem as ações dos executivos das empresas com o objetivo de diminuir os conflitos de interesse têm aumentado (agora a inflação não é mais a principal preocupação dos credores);
- e) aumento substancial de restrições contratuais a decisões de financiamento e investimento, embora as cláusulas relativas a dividendos não apresentem o mesmo progresso.

2.2.3 Panorama Geral da Estrutura dos Contratos de Debênture

O avanço da economia brasileira nos últimos anos vem mudando sensivelmente a estrutura dos contratos de debênture. Agora que a inflação fora controlada, os credores direcionam suas atenções para a questão microeconômica que ronda o contrato, ou seja, como a própria empresa afeta o contrato de crédito. Inicialmente, pudemos notar, na seção anterior, que as cláusulas relativas à proteção contra o ambiente econômico vêm se arrefecendo. A tabela 2 nos fornece uma visão mais acurada sobre o assunto.

Tabela 2 - Frequência das Cláusulas de Atualização Monetária, Juros e Vencimento Antecipado nas Debêntures de 1989 a 2004

Cláusula	A	B	C	D	Teste Estatístico de Diferenças		
	1989-93 (%)	1994-97 (%)	1998-01 (%)	2002-04 (%)	B-A	C-B	D-C
1. Atualização Monetária							
Nenhuma indexação	0	41	68	69	Aumenta	Aumenta	Igual
Indexação à inflação	88	59	32	27	Diminui	Diminui	Igual
Indexação ao Câmbio	12	0	0	4	Diminui	Igual	Aumenta
2. Juros Remuneratórios							
Nenhum	36	3	3	0	Diminui	Igual	Igual
Juros fixos	55	58	33	31	Igual	Diminui	Igual
Juros flutuantes	7	5	17	33	Igual	Aumenta	Aumenta
Juros flutuantes + spread	2	34	47	36	Aumenta	Aumenta	Igual
3. Vencimento Antecipado							
Nenhum	18	1	10	43	Diminui	Aumenta	Aumenta
Repactuação	66	26	29	31	Diminui	Igual	Igual
Resgate antecipado	60	98	85	46	Aumenta	Diminui	Diminui
Resgate antecipado e repactuação	44	25	24	20	Diminui	Igual	Igual
Resgate antecipado ou repactuação	82	99	90	57	Aumenta	Diminui	Diminui

Fonte: Silva e Leal (2008).

Nota: As frequências das cláusulas são consideradas diferentes em dois períodos se a diferença for estatisticamente significativa a 5%.

Como podemos observar, a presença de cláusulas de atualização monetária dá lugar a cláusulas de remuneração por juros, principalmente para juros flutuantes. Como a taxa de juros passou a ser a grande arma do Banco Central contra a inflação, podemos entender tal movimento em direção aos juros flutuantes como um amparo na proteção contra a inflação. Também, no quesito vencimento antecipado, podemos dizer que a estabilização econômica foi o grande balizador de tal movimento; a economia mais estável possibilitou a volta ao planejamento empresarial, deixado de lado nas épocas de pico inflacionário.

Tabela 3 - Frequência das Cláusulas de Restrição a Decisões de Dividendos, Investimentos e Financiamentos nas Debêntures de 1989 a 2004

Cláusula	A	B	C	D	Teste Estatístico de Diferenças		
	1989-93 (%)	1994-97 (%)	1998-01 (%)	2002-04 (%)	B-A	C-B	D-C
1. Dividendos							
Nenhum	32	27	48	19	Igual	Aumenta	Diminui
Nenhum dividendo quando em atraso no pagamento aos debenturistas	68	70	46	67	Igual	Diminui	Aumenta
Restrições a dividendos em função de variáveis das demonstrações contábeis	8	4	5	1	Igual	Igual	Igual
Outras restrições ao fluxo de caixa para as partes relacionadas	2	10	3	18	Aumenta	Diminui	Aumenta
2. Investimentos							
Nenhum	52	29	33	3	Diminui	Igual	Diminui
Manter seguros para as propriedades	32	36	29	61	Igual	Igual	Aumenta
Proibição para operações além do objeto social	28	38	30	75	Igual	Igual	Aumenta
Investimento limitado	8	13	4	21	Igual	Diminui	Aumenta
Vencimento acelerado no evento de mudança na propriedade e/ou controle acionário do emissor	10	20	28	67	Aumenta	Aumenta	Aumenta
Restrição ao controle por parte do emissor sobre o ativo garantido	12	32	19	22	Aumenta	Diminui	Igual
Proibição à alienação de ativos de capital	4	5	17	46	Igual	Aumenta	Aumenta
Conduzir os negócios com zelo e/ou observar regulamentos padrões	8	7	0	10	Igual	Diminui	Aumenta
3. Financiamentos							
Nenhum	80	31	72	25	Diminui	Aumenta	Diminui
Restrição à dívida adicional	4	16	16	57	Aumenta	Igual	Aumenta
Garantias de terceiros sobre a dívida	16	24	11	24	Igual	Diminui	Aumenta
Dívida privilegiada	14	16	10	22	Igual	Igual	Aumenta
Direito de troca por novas emissões de dívida	4	44	3	1	Aumenta	Diminui	Igual

Fonte: Silva e Leal (2008).

Nota: As frequências das cláusulas são consideradas diferentes em dois períodos se a diferença for estatisticamente significativa a 5%.

Na tabela 3, podemos ver a contrapartida à estabilização macroeconômica. Aqui, o destaque é dado para a crescente presença de cláusulas restritivas a atuação do gestor empresarial, num movimento para frear o risco moral presente em tais contratos de crédito. Cláusulas referentes a restrições sobre o fluxo de caixa, seguros sobre propriedades dadas em garantia, e limitação ao investimento, à alienação de ativos e à dívida adicional são claros exemplos deste movimento.

Portanto, após a assinatura do contrato de crédito, o gestor da empresa pode se sentir tentado a utilizar o recurso em atividades que não as expostas aos credores, bem como assumir riscos demasiados ou, simplesmente, agir em prol dos acionistas a despeito dos credores. É por isto que as cláusulas expostas acima apresentam crescente relevância nos contratos de debênture. Tais cláusulas servem para alinhar os interesses da empresa aos dos credores, garantindo assim a saúde financeira da mesma. No entanto, é difícil precisar até onde os contratos conseguem controlar o risco que as empresas podem assumir, conferindo relevância à mensuração do risco de crédito para cada firma. Assim, o desafio, agora, passa a ser a escolha do melhor modelo de risco de crédito que se adapte à realidade brasileira. Seguindo este propósito, devemos dar ênfase à análise microeconômica da empresa, sendo importante a manutenção de um mecanismo de transmissão de risco entre empresa e economia.

3 MODELOS DE RISCO DE CRÉDITO CORPORATIVO: TEORIA E EVIDÊNCIA

Nos próximos tópicos serão apresentados os principais modelos teóricos que tratam do risco de crédito corporativo, bem como uma comparação dos mesmos.

3.1 MODELOS ESTRUTURAIS

A modelagem estrutural é concebida a partir do modelo de apreçamento de opções de Black e Scholes (1973) e Merton (1974). Esta estrutura considera que uma ação em posse do empresário representa um direito contingente contra os credores da firma, onde tal direito é atrelado ao pagamento da dívida contraída junto aos credores e está diretamente ligado aos ativos da firma.

3.1.1 O Modelo de Merton

Embasado no arcabouço de Black e Scholes (1973), o modelo visa a precificar títulos de dívida de uma firma cujo ativo segue um movimento browniano geométrico. O preço dos ativos da firma pode ser melhor compreendido como o valor presente do fluxo de caixa a ser gerado pelos mesmos, devendo o processo gerador de valor dos ativos ser imutável por qualquer decisão financeira dos seus donos.

O modelo reside no fato de que os detentores de capital (acionistas) controlam a empresa. Quando da maturidade da dívida, os acionistas quitam tal débito se o valor dos ativos da firma V_T for superior ao valor de face do título D . Caso contrário, devido à responsabilidade limitada por parte dos acionistas, os credores tomam os ativos da firma V_T como compensação, sendo $V_T < D$ neste caso. É importante salientar que em Merton (1974) o calote só pode ocorrer na data de maturidade da dívida (T). Portanto, o desafio passa a ser como precificar a dívida e o capital da empresa antes da maturidade T .

Com esta estrutura, a dívida pode ser interpretada como a posse um título de dívida livre de risco junto a uma posição vendida em uma opção do tipo *put*, enquanto o capital (*equity*) pode

ser visto como uma posição comprada em uma opção do tipo *call* sobre os ativos cujo preço de exercício é o valor de face da dívida¹⁹.

Aqui, podemos observar um fato interessante. A mudança de volatilidade do ativo da firma moveria riqueza dos credores para os acionistas, pois, ao modificar a estrutura de risco da firma, os acionistas acabam por se beneficiar de um possível maior retorno sobre o ativo existente mantendo sua perda máxima inalterada. Por outro lado, os credores acabam assumindo maior risco de inadimplência devido ao retorno futuro sobre o ativo poder ser menor, sem contrapartida no ganho esperado. Isso acaba sendo uma importante prerrogativa para a existência de cláusulas restritivas nos contratos de crédito, pois é através desse instrumento que o credor pode tentar controlar tais decisões de investimento. Assim sendo, a assunção do modelo de que a volatilidade do ativo não se altera no horizonte do contrato encontra respaldo prático.

Empiricamente, no entanto, os resultados obtidos em aplicações do modelo de Merton (1974) apresentam um fato recorrente: o baixo *spread* dos títulos de dívida empresarial frente à dívida livre de risco. Isso resulta provavelmente do fato de que à medida que a maturidade da dívida tende a zero, o valor do ativo da firma tende a crescer (supondo retorno positivo sobre os mesmos) para um mesmo estoque de dívida, tornando sua alavancagem decrescente com o tempo. Para corrigir esse desvio dos fatos, a literatura vem introduzindo o conceito de saltos à dinâmica do ativo e, também, a possibilidade de tomada de controle por parte dos credores antes da maturidade da dívida.

Do ponto de vista da análise de crédito, o modelo de Merton também produz probabilidades irreais. Isto não implica em afirmar que o modelo não tenha utilidade para tal uso; apenas que os pressupostos deste modelo podem ser muito fortes quando confrontados com a realidade. Em Stein (2005), vê-se a importância de aprimoramentos no modelo a partir de incrementos no poder preditivo ao incorporar variáveis adicionais, indicando que o modelo de Merton não capta todas as informações disponíveis no mercado.

¹⁹ In particular, there are no bankruptcy costs going to third parties in the case where equity owners do not pay their debt and there are no corporate taxes or tax advantages to issuing debt. A consequence of this is that $V_T = B_T + S_T$, i.e. the firm's assets are equal to the value of debt plus equity. Hence, the choice of D by assumption does not change V_T , so in essence the Modigliani–Miller irrelevance of capital structure is hard-coded into the model. “Em particular, não há custos de falência indo para terceiros no caso onde os donos do capital não pagam suas dívidas e não há impostos ou vantagens tributárias para emitir dívida. A consequência disto é que $V_T = B_T + S_T$, i.e. os ativos da firma são iguais ao valor da dívida mais o valor do patrimônio líquido. Assim, a escolha de D por assunção não muda V_T , tal que a irrelevância da estrutura de capitais de Modigliani–Miller esteja engendrada no modelo” (LANDO, 2009, tradução nossa).

Um dos aprimoramentos propostos advém do modelo de Black e Cox (1976), que é uma extensão do modelo de Merton onde o calote pode ocorrer em qualquer instante durante a validade do contrato. Agora, qualquer que seja o instante em que os ativos forem inferiores a um determinado limiar, o qual depende do tempo, os credores poderão tomar os ativos remanescentes. A lógica por trás desta inovação diz respeito à possibilidade de interferência na empresa por parte dos credores devido à presença de cláusulas restritivas nos contratos de dívida tais como as que restringem decisões sobre dividendos, investimentos e financiamentos.

Dada a nova configuração do problema, passa-se a utilizar uma opção de barreira do tipo *down-and-out*. Isso nos leva ao fato de que embora o risco de calote aumente no contexto de Black e Cox (1976), devido ao fato de os credores poderem retomar os ativos da firma a qualquer instante, isso configura menor *spread* para títulos apreçados dessa forma, devido aos credores tomarem o controle da firma tão logo os ativos cruzem o limiar previsto. Tal fato faz sentido ao analisar o limiar de *default* como uma cláusula restritiva, como sugere Lando (2009).

3.1.2 O Modelo de Collin-Dufresne e Goldstein

Os modelos anteriores não levam em conta o fato de que as empresas tomam dívida adicional no horizonte dos contratos que estão sendo analisados. O fato de quitar parte do seu débito leva a firma a se tornar menos alavancada, abrindo espaço para a tomada de nova dívida sob o ponto de vista de otimização de resultados.

A lógica desta operação salienta que ao quitar parte do estoque de débito atual, a firma torna-se menos alavancada e, portanto, menos arriscada. Dado o menor risco, seu custo de captação tende a diminuir. Isto abre espaço para novas captações caso o custo da nova dívida seja suficientemente inferior à remuneração oferecida pelo investimento no ativo. Assim, o modelo de Collin-Dufresne e Goldstein (2001) tenta capturar tal estratégia das firmas através do conceito de nível ótimo (ou estacionário) de alavancagem. O que temos, portanto, é que o valor da firma é maximizado quando a mesma persegue um nível ótimo de alavancagem.

O modelo assume que a dinâmica do ativo da firma é um movimento browniano geométrico

$$\frac{dV_t}{V_t} = (\mu - \delta)dt + \sigma dW_t,$$

onde μ é o *drift* do ativo, δ representa o pagamento de dividendos contínuos aos acionistas e σ é a volatilidade do ativo. A análise é feita tomando $y = \log V$, portanto

$$dy_t = \left(\mu - \delta - \frac{\sigma^2}{2} \right) dt + \sigma dW_t.$$

Como em Black e Cox (1976), o *default* acontece no primeiro instante que o ativo cruza o limiar de *default*. No entanto, a novidade do modelo diz respeito à modelagem do limiar de *default*, k_t , que deixa de depender exclusivamente do tempo, passando a ser analisado como

$$dk_t = \lambda(y_t - \nu - k_t)dt,$$

onde k_t é o logaritmo do limiar de *default* e ν é a distância mínima que a firma opta por estar do limiar. Assim sendo, temos que quando k_t é menor do que $(y_t - \nu)$ a firma toma mais dívida e vice versa.

Outra referência interessante ao nível de alavancagem diz respeito aos autores não considerarem que o limiar de *default* designe o estoque total de dívida, embora considerem que o mesmo tenha relação direta com k_t ²⁰. Isto nos leva à análise da log-alavancagem, uma medida que relaciona o limiar de *default* ao valor dos ativos da firma.

Defina a log-alavancagem por $l_t = k_t - y_t$. Pelo lema de Itô, l_t segue a dinâmica

$$dl_t = \lambda(\bar{l} - l_t)dt - \sigma dW_t, \quad (3.1)$$

onde

$$\bar{l} = \frac{-\mu + \delta + \frac{\sigma^2}{2}}{\lambda} - \nu. \quad (3.2)$$

Os autores salientam que os modelos estruturais são ineficientes para prever *spreads* em relação à taxa de juros livre de risco (*proxy* para risco de crédito) no longo prazo devido a desconsiderarem a existência de novos empréstimos por parte das firmas. Assim, ao introduzir uma dinâmica para a tomada de dívida, seu modelo performa melhor para longos horizontes e ainda melhor quando considerado taxas de juros estocásticas.

No entanto, um dos problemas em se trabalhar com técnicas de apreçamento de opções é que dificilmente conseguiremos observar o valor dos ativos da firma e sua volatilidade. Assim,

²⁰ O modelo de Merton considera que os dois são iguais.

devemos proceder com tal apreçamento através do preço das ações da empresa e do valor de face de suas dívidas. Tomando o exposto em Merton (1974), temos que o preço da ação tem como variáveis de entrada o valor do ativo da firma e de sua volatilidade, onde a volatilidade do preço das ações está diretamente ligada à volatilidade dos ativos da firma. Assim, temos que

$$S_t = C(V_t, D, \sigma_V, r, T - t), \quad (3.3)$$

onde pela fórmula de Itô

$$dS_t = (...)dt + C'(V_t, \sigma_V)\sigma_V V_t dW_t.$$

Isto nos leva a

$$\sigma_{S_t} = C'(V_t, \sigma_V)\sigma_V \frac{V_t}{S_t}. \quad (3.4)$$

Portanto, com duas incógnitas e duas equações podemos obter numericamente os valores desejados para o ativo da firma e sua volatilidade. Podemos notar, também, que se a alavancagem $L_t = V_t/S_t$ não for muito alta, então $C'(V_t)$ estará próximo de 1 e poderemos trabalhar com a aproximação $\sigma_{S_t} = L_t\sigma_V$ para a equação 3.4, ou seja, com a volatilidade do ativo sendo a volatilidade da ação ponderada pela alavancagem da firma.

No entanto, uma alternativa mais interessante é proposta por Vassalou e Xing (2004): um processo iterativo²¹ que consegue lidar com mudanças significativas no nível de alavancagem ao longo do tempo. Inicialmente, estima-se a volatilidade das ações da empresa nos últimos 12 meses; tal estimativa servirá como valor inicial para a volatilidade do ativo. Após isto, usa-se a equação 3.3 para computar o valor diário do ativo nos últimos 12 meses de negociação. Com esta série de valores do ativo obtemos uma nova estimativa para a volatilidade, a qual é utilizada para uma nova itereção do processo. Este processo é repetido até que o valor de σ_V convirja. Por fim, tendo σ_V convergido, utilizamos a equação 3.3 para obter o valor do ativo no instante atual. Também, a partir destes valores do ativo, estimamos o valor do *drift* μ através da mudança média de V_t .

Como descrito em Lando (2009), a convergência é rápida e o valor inicial para a volatilidade é de pouca importância, sendo o algoritmo de fácil implementação. Ainda segundo o autor, embora estimadores de máxima verossimilhança apresentem melhores propriedades (como

²¹ Tal processo iterativo se assemelha ao de Crosbie e Bohn (2003). No entanto, não contempla ajustes bayesianos para país, indústria e tamanho da firma, nem ações conversíveis e preferenciais na estrutura de capital da empresa.

a noção da variância assintótica dos estimadores), análises preliminares dão conta da proximidade entre os valores obtidos nos dois métodos.

No caso da estimação por máxima verossimilhança, inicialmente proposta por Duan (1994) e Duan (2000), podemos expressar a função de verossimilhança dos preços das ações através da transformação destes dados pela fórmula de apreçamento de opções de Black e Scholes (1973). Construímos a função de verossimilhança através da transformação abaixo, onde Y é o preço da ação, X é o valor do ativo subjacente, e $g(\cdot)$ é a fórmula de apreçamento da opção. Como o estimador de máxima verossimilhança é invariante com respeito a certas transformações nos dados, se $Y = g(X)$ para $g(\cdot)$ um para um (injetiva) e não depender dos parâmetros para ser estimada, então a função densidade satisfaz

$$f_{Y(y)} = f_{X(x)} / |g'(x)|$$

e a função de verossimilhança para X e Y difere apenas por um valor que não depende dos parâmetros do modelo. A maximização nos fornece estimativas ótimas para $\hat{\mu}$ e $\hat{\sigma}$.

No entanto, como exposto em Reisz e Perlich (2007), Duan (1994) somente prova a consistência e normalidade assintótica dos estimadores de volatilidade no arcabouço clássico de Black e Scholes (1973) e Merton (1974). Não é claro se os estimadores de volatilidade num contexto de opções com barreira são tão confiáveis.

3.1.3 O Método KMV

O método foi desenvolvido inicialmente pela firma de gestão quantitativa de risco KMV, alusão a Kealhofer, McQuown e Vasicek, a qual foi comprada pela Moody's em 2002. Era a principal prestadora de serviços relativos à análise quantitativa de crédito para emprestadores, investidores e empresas. Segundo seu modelo, se o ativo da firma satisfaz

$$V_t = V_0 \exp\left(\left(\mu - \frac{1}{2}\sigma^2\right)t + \sigma W_t\right), \quad (3.5)$$

a probabilidade de terminar abaixo de D na data T é dado por

$$N\left(-\frac{\log\left(\frac{V_t}{d}\right) + \left(\mu - \frac{1}{2}\sigma^2\right)T}{\sigma\sqrt{T}}\right),$$

onde N é a função de distribuição cumulativa da distribuição Normal. Assim, podemos definir

$$\frac{\log(V) - \log(D) + (\mu - \frac{1}{2}\sigma^2)T}{\sigma\sqrt{T}} = \frac{E[\log(V_T)] - \log(D)}{\sigma\sqrt{T}} \quad (3.6)$$

como uma medida de distância até o *default* (*DD*).

A distância *DD* no modelo de Merton (1974) pode ser negativa, embora tomemos que $V_T = D$ implique distância zero. Essa métrica acaba por ser outra forma pela qual podemos avaliar a probabilidade de calote de uma firma. Empiricamente, a incidência de calotes difere substancialmente da estimada pelo modelo, embora o escalonamento das empresas ainda seja relevante²².

A falha provavelmente reside no fato de se calcular a probabilidade da variável *DD* ser igual a zero através de uma distribuição Normal, um dos pressupostos do modelo. No entanto, em sendo o escalonamento das empresas válido, pode-se traduzir os dados do modelo através de dados empíricos a fim de realizar tal correção. Esta é a filosofia por trás do Método KMV²³: o ajuste das probabilidades do modelo através de dados reais sobre o calote de empresas.

O abandono de alguns pressupostos pode ser justificado pela complexa estrutura das empresas em comparação com as abordagens teóricas. Na prática, as empresas apresentam estrutura de capital das mais variadas formas, contratos contam com características das mais diversas, além das infundáveis peculiaridades do balanço de cada setor empresarial.

Outra dificuldade diz respeito ao estabelecimento do limiar de default, medida esta que nos diz, basicamente, que a empresa não consegue mais cumprir com seus deveres de curto prazo. Embora uma empresa em sérias dificuldades financeiras possa levantar fundos através da venda de ativos líquidos ou de crédito, não sabemos especificar quando essas possibilidades se esgotam.

Assim sendo, a medida estabelecida por Crosbie e Bohn (2003) para a variável *DD* é

$$DD = \frac{V-D}{\sigma_V}. \quad (2.7)$$

Esta medida não inclui o *drift* do ativo devido a sua natureza de curto prazo, onde tal informação seria desprezível. No curto prazo, como salienta Lando (2009), é a volatilidade sozinha que determina a probabilidade de calote.

²² Tal escalonamento é cardinal, ou seja, contém mais informação que os escalonamentos ordinais, como os de agências de *rating*.

²³ Segundo Arora; Bohn e Zhu (2005): (the model)... is built on a specification of the default-risk-free rate, the market risk premium, liquidity premium, and expected recovery in the context of a structural model. The VK model framework is used to produce default probabilities defined as EDF credit measures and then extended to produce a full characterization of the value of a credit risky security.

O limiar de *default* é estabelecido por Crosbie e Bohn (2003) como

$$0,5 * \text{dívida de longo prazo} + \text{dívida de curto prazo}$$

a qual tenta captar a ideia de que a dívida de longo prazo de uma empresa também exige pagamento de cupons e amortização, bem como alguma possível necessidade de capital a fim de cumprir com cláusulas contratuais. É importante salientar que tal medida não leva em conta a liquidez dos ativos da firma.

3.2 MODELOS ESTATÍSTICOS E MODELOS EM FORMA REDUZIDA

Embora os modelos estruturais sejam muito intuitivos, sua performance não é tão acurada quanto desejado. Isso reflete o fato da ausência de outros fatores relevantes para a probabilidade de calote tais como liquidez dos ativos e restrições sobre a venda dos mesmos. Com isto, temos que a análise do valor do ativo da firma através da ótica de apreçamento de opções nos revela alguma informação, embora em quantidade inferior a que necessitamos.

3.2.1 Modelos Estatísticos

Inicialmente, no modelo de regressão logística, onde o calote de uma firma pode ser visto como uma resposta qualitativa, observamos as características da mesma quanto ao pagamento ou não de suas dívidas. Modelamos este resultado binário através de uma variável latente y^* que indica a ocorrência do evento caso ultrapasse determinado limiar.

$$y^* = \alpha + \beta x + \varepsilon$$

$$y_i = 1 \text{ se } y_i^* > \tau$$

$$y_i = 0 \text{ se } y_i^* \leq \tau$$

onde τ é o limiar.

Para um horizonte de tempo pré-determinado, tome Y como o status da firma quanto ao pagamento das dívidas, onde $Y = 1$ designa o caso de ocorrência de calote e $Y = 0$ o caso contrário. A suposição da regressão logística é de que para cada firma

$$P(Y = 1|x_1, \dots, x_k) = p(x_1, \dots, x_k).$$

Como não sabemos a distribuição dos erros do modelo, devemos fazer suposições sobre os mesmos a fim de que possamos utilizar a estimação por máxima verossimilhança. Assim, a função p toma valores em $(0,1)$ e é usualmente desenhada através de uma especificação *probit* ou *logit*, as quais dizem respeito à suposição da distribuição dos resíduos.

Já no caso da análise discriminante, o pressuposto básico do modelo trata da divisão de uma população em duas categorias normalmente distribuídas, mas com médias diferentes. No caso da análise de crédito, a divisão consiste em empresas que honrariam seus compromissos por um dado período de tempo e outras que não, entrando em calote. Considerando uma distribuição normal multivariada, cada variável representará uma característica relevante da firma.

Neste modelo, a lógica é oposta ao da regressão logística. Neste último, temos determinadas características influenciando a probabilidade de *default*. Dadas as características, distúrbios aleatórios determinam se a firma irá ou não quitar seus débitos. Na análise discriminante, por outro lado, as firmas que entram em calote são dadas, mas as características são o produto de distúrbios aleatórios. Em outras palavras, enquanto a regressão logística afixa a probabilidade de *default* (classificação escalonada), a análise discriminante somente tenta separar os grupos entre saudáveis e não saudáveis (classificação binária).

Dada uma amostra de dados que contemple N firmas sobreviventes e D firmas em *default*, iremos analisar uma nova observação x para decidir se esse vetor de características pertence ao grupo das firmas que sobrevivem ou que entram em calote. Para realizar a análise existem dois métodos: abordagem de decisão teórica e teste de razão de verossimilhança.

Embora a análise discriminante não seja satisfatória do ponto de vista de gestão de risco por não esboçar uma medida de probabilidade para o calote das firmas, podemos obter tal informação através do teorema de Bayes caso saibamos a distribuição conjunta completa das firmas. Fazendo isto, estaremos construindo uma ligação direta com a regressão logística.

Outro ponto que levanta questionamentos em relação ao método é a assunção da distribuição Normal e o fato de o modelo ser estático. Isto tende a minar o poder de discriminação fora da amostra, pois não há hipótese de se considerar possíveis mudanças na estrutura do mercado de crédito. Assim sendo, há a necessidade de se reajustar os parâmetros do modelo a cada nova observação.

Por fim, temos a regressão *hazard*, a qual trabalha com o acompanhamento de empresas até que estas saiam da amostra ou por motivo de calote ou por outro motivo que não o calote –

fusões, troca de controle, etc. A amostra é separada nestas duas categorias a fim de que consigamos estruturar a probabilidade de falência/calote como consequência da sobrevivência da firma até aquele instante. Aqui, a abordagem mais usual considera a dinâmica do tempo na modelagem, como em Shumway (2001). Neste modelo

$$h(t, x; \theta_1, \theta_2) = \frac{1}{1 + \exp(g(t)\theta_1 + x'\theta_2)}, \quad (2.8)$$

onde $g(t)$ é uma função da idade da firma e x é um vetor de covariáveis. Shumway relata a relevância de variáveis como o valor de mercado da firma, o retorno passado das ações da firma e seu desvio padrão, o lucro dividido pelos ativos totais da firma (ROE ou *Return on Equity*) e dívidas totais divididas pelos ativos totais da firma (alavancagem).

Essa abordagem acaba por se tornar até mesmo mais intuitiva, dado que o autor aloca a variável tempo como uma variável diretamente ligada à empresa. Entretanto, este tipo de modelagem sofre interferência direta do econometrista ao selecionar as variáveis, não nos garantindo que a estrutura proposta seja válida para qualquer conjunto de empresas. Quanto a isto, em Bharath e Shumway (2008) os autores comparam um modelo baseado em Merton (1974) com um modelo *hazard*. Dentre as principais conclusões está que, embora o modelo de Merton não forneça uma estatística suficiente para prever o *default*, sua forma funcional é útil para tal propósito.

3.2.2 Modelos em Forma Reduzida ou de Intensidade

Enquanto os modelos estruturais tratam da modelagem do ativo da firma e como seu valor pode determinar um calote, os modelos em forma reduzida ou modelos de intensidade tratam diversos fatores que influenciam a possibilidade de calote sem, no entanto, determinar qual deles explicitamente causa o calote. Trata-se de uma abordagem mais abrangente em relação à abordagem estrutural. Por outro lado, esta abordagem se assemelha muito à regressão *hazard* ao considerar outras variáveis além do valor dos ativos da firma, embora se assuma uma estrutura dinâmica para cada variável especificada.

O ganho de liberdade no tratamento do problema é, entretanto, reduzido pela dificuldade na tratabilidade dos modelos de intensidade. Embora mais gerais e, portanto, mais aptos a se adaptar à realidade, a complexidade dos mesmos cresce de forma exponencial. Assim, trataremos

apenas de um limitado exemplo desta categoria²⁴: o processo de Cox, também conhecido como processo de Poisson duplamente estocástico.

Considere o espaço de probabilidade (Ω, F, Q) , onde Q é uma medida risco-neutra, e que X é um processo de variáveis de estado com valores em \mathbb{R}^d que está definido no espaço de probabilidade. Seja $(\lambda: \mathbb{R}^d \rightarrow \mathbb{R})$ uma função mensurável não negativa, temos como objetivo construir um processo de salto N_t tal que $\lambda(X_t)$ seja a F_t -intensidade de N . Tome também que $(G_t)_{t \geq 0}$ denote a filtragem gerada por X e que E_1 seja uma variável aleatória exponencial com média 1, sendo esta independente de $(G_t)_{t \geq 0}$.

Aqui, o foco está apenas no primeiro instante τ^{25} em que haja salto nesse processo. Defindo

$$\tau = \inf \left\{ t: \int_0^t \lambda(X_s) ds \geq E_1 \right\},$$

temos que o instante do *default* representa a ideia de que $\lambda(X)$ é uma intensidade estocástica pré-*default* para o período de salto τ .

Considere um título zero-cupom lançado por uma firma na data zero. Tome a maturidade do título como sendo em T e que, sob a medida de probabilidade risco-neutra Q , o instante de *default* τ da firma tem intensidade $\lambda(X_t)$. Assuma também que há um processo de taxa de juros de curtíssimo prazo $r(X_s)$ tal que possamos computar o preço de um título livre de risco como

$$p(0, t) = E \left[\exp \left(- \int_0^t r(X_s) ds \right) \right],$$

onde t é a maturidade do título.

Assim, o preço do título com risco no instante zero, desconsiderando recuperação de algum valor em caso de calote, é

$$v(0, t) = E \left[\exp \left(- \int_0^T (r + \lambda)(X_s) ds \right) \right].$$

Por fim, devemos atentar para a estimação de dois importantes componentes em um modelo de risco de crédito: a intensidade de *default* e, se possível, a taxa de recuperação de crédito. Para isto, idealmente trabalharíamos com uma base de dados extensa, o que a realidade

²⁴ Para uma exemplificação mais geral, consultar Duffie (2005). Este artigo aborda o problema mais formalmente, além de endereçar novos caminhos para a modelagem em forma reduzida.

²⁵ Quando tratando da modelagem de *default*, estaremos interessados no apreçamento do fluxo de caixa futuro da empresa, o qual é intrinsecamente ligado à variável τ .

não permite, infelizmente. Devido a isto, pelas palavras de Lando (2009), a modelagem consiste em especificarmos a taxa de intensidade de *default* como uma variável latente que é observada através de uma função de apreçamento. Assim, o Filtro de Kalman se torna a abordagem padrão para lidar com esta estrutura.

Uma breve noção pode ser dada através da ideia de um modelo estatístico indexado a um parâmetro ψ ²⁶. Para cada valor de ψ , é sabida a distribuição de um vetor de variáveis aleatórias $(X_1, \dots, X_n, Y_1, \dots, Y_n)$, onde só observamos as variáveis Y . Dado que para cada valor do parâmetro podemos obter a distribuição marginal de (Y_1, \dots, Y_n) , temos que ao inserir os valores de Y obteremos a função de verossimilhança avaliada em ψ . O processo consiste em maximizar a verossimilhança em ψ , o que nos fornecerá estimativas para as variáveis latentes.

No contexto de modelos de risco de crédito, a variável latente será a intensidade de *default* e a variável observada será um vetor de dados de onde coletaremos informações relevantes para observar a variável latente. Comumente usados, os preços dos títulos de dívida das firmas se prestam para tal.

3.2.3 O Papel da Informação Assimétrica

Algumas críticas acabam sendo direcionadas aos modelos de intensidade pela sua fraca base econômica. No entanto, tal estrutura é consistente com o problema de informação assimétrica onde, considerando um modelo estrutural, os credores possuem informação incompleta acerca do real valor dos ativos da firma.

Mesmo que o valor do ativo da firma fosse um indicador suficiente para o calote, a assimetria causada pela dificuldade em observar o verdadeiro valor do ativo abriria espaço para aperfeiçoamentos na modelagem. Como citado por Duffie e Lando (2001), é difícil para investidores no mercado secundário de títulos corporativos observar diretamente os ativos da firma. Isto decorre de defasagens temporais existentes nas divulgações dos balanços e falhas ou barreiras na comunicação entre os gestores e acionistas. Assim, o investidor necessita inferir informações acerca da real situação da empresa através de dados contábeis passados, bem como de informações públicas em geral como dados sobre o ciclo de negócios, por exemplo.

²⁶ Uma explicação mais detalhada pode ser obtida em Lando (2009).

Similarmente aos modelos estruturais, temos que a probabilidade condicional de *default* em um horizonte de h períodos de tempo tende a zero quando h tende a zero. No entanto, a assimetria informacional acaba por afetar diretamente o grau de convergência dos *spreads* para o valor zero, pois os investidores demoram mais a corrigir o prêmio que demandam por carregar o risco de *default*. Assim, a diferença na taxa de convergência pode ser interpretada como decorrente de uma taxa de intensidade τ .

Para Duffie e Lando (2001), o significado intuitivo da intensidade é que ela fornece uma taxa de *default* local, tal que

$$P(\tau \in (t, t + dt] | H_t) = \lambda_t dt,$$

onde H_t é a filtragem da informação em t para o mercado secundário de títulos.

A demora na correção do prêmio de risco ocorre devido à necessidade de se inferir o valor atual do ativo com base na situação de adimplência atual da empresa e com base no último valor observado dos seus ativos. Como sabemos o valor do limiar de *default*, valor que levaria os acionistas a liquidar os ativos da empresa devido a esperança de um fluxo de caixa com valor presente líquido negativo, conseguimos obter o percentil da distribuição dos valores do ativo que se encontra abaixo dele. Assim sendo, a volatilidade dos ativos carrega o papel central do risco decorrente da informação assimétrica.

3.3 AVALIAÇÃO E COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS EMPÍRICOS

A partir de Beaver (1966), a literatura sobre modelagem de risco de crédito floresceu e se aprofundou em inúmeras variáveis explicativas, bem como em vários métodos estatísticos para sua estimação. Usualmente é utilizada uma variável binária (*default* e *não-default*) como variável dependente para mensurar a probabilidade de calote de uma empresa, onde o conjunto de variáveis explicativas e sua estrutura varia dependendo da modelagem praticada.

Ainda hoje a literatura não possui uma metodologia consolidada como superior às outras; isto se deve em muito devido a grande variedade de firmas e períodos de tempo analisados. No entanto, o que parece emergir dos resultados empíricos já é prática corrente da modelagem de risco: quanto mais informação relevante, melhor. Isto significa que qualquer que seja o modelo a acrescentar informação na análise de crédito será bem vindo, dado que a acurácia dos modelos varia conforme a base de dados a ser tratada.

Inicialmente, em uma série de publicações (BOHN; ARORA; KORABLEV, 2005; KORABLEV; DWYER, 2007; CROSSEN; QU; ZHANG, 2011) - a Moody's testa o modelo KMV em várias economias a fim de averiguar sua capacidade preditiva ao longo dos anos (1996 até 2010). A variável *Expected Default Frequency (EDF)* é comparada a outras medidas de risco como *ratings* de agências de crédito, o modelo RiskCalc²⁷, o modelo de Merton e o modelo Z-Score. Os resultados obtidos salientam a validade do método KMV durante todo o período, onde mesmo após a crise financeira de 2008 o modelo continua a performar bem, superando os demais. No entanto, é importante salientar que a Moody's emprega uma das maiores bases de dados relativas a histórico de *default*, o que agrega performance no mapeamento feito entre a variável *DD* e a *EDF*. Uma abordagem do modelo para a economia brasileira objetivando a estruturação de uma carteira de debêntures pode ser encontrado em Godói; Yoshino e Oliveira (2008).

Em outro artigo, Miller (2009) confronta o poder preditivo da variável *Distance to Default* com o modelo Z-Score entre 1998 e 2009. Novamente, o modelo com dados de mercado se sobressai em relação ao modelo baseado em dados de balanço. Além disso, a variável *Distance to Default* também se destaca por possuir um sinal de *default*²⁸ mais durável, fato que é relevante no tocante à gestão de carteiras de títulos de crédito corporativo²⁹.

Em Jackson e Wood (2013), os autores comparam treze modelos, estruturais e baseados em dados de balanço, para dados pós implementação do padrão IFRS na Inglaterra. O trabalho, que reúne amostra com dados entre 2000 e 2009, cobre uma gama interessante de métodos para se avaliar a capacidade de sobrevivência de uma firma, ou seja, não falir ou entrar em *default*. Tem-se três modelos baseados em variáveis únicas: fluxo de caixa em relação à dívida total³⁰, tamanho da firma e valor de mercado em relação ao valor patrimonial^{31,32}. Também, dois modelos de análise discriminante, Altman (1968) e Taffler (1983) e um modelo *logit*, Ohlson (1980). Além destes, são desenhados três modelos baseados nos três últimos artigos utilizando a modelagem por redes neurais. Por fim, dentre os modelos estruturais, temos os de Hillegeist et al.

²⁷ O modelo RiskCalc também é de propriedade da Moody's Analytics.

²⁸ O sinal de *default* indica a propensão iminente ao calote. Com isto, modelos que alternam tal sinal frequentemente obrigam o gestor da carteira a negociar títulos da mesma desnecessariamente, diminuindo o retorno total.

²⁹ Algumas dificuldades enfrentadas pelo modelo de Altman (1968) no tratamento de dados recentes são salientadas em Grice e Ingram (2001).

³⁰ Variável destacada em Beaver (1966).

³¹ Mais conhecida pelo nome *book-to-market value ratio*.

³² Em Vassalou e Xing (2004) são destacadas a variável tamanho da firma e valor de mercado em relação ao valor patrimonial.

(2004), o de Bharath e Shumway (2008) e dois modelos baseados em opções *down-and out*. Novamente, a modelagem estrutural se mostra mais informativa do que a baseada em dados de balanço.

Salientando evidências pró modelos estatísticos, Agarwal e Taffler (2008) comparam o modelo KMV com o Z-Score utilizando dados do Reino Unido entre 1985 e 2001. Como resultado, salientam que ambos os modelos captam aspectos diferentes do risco de *default* e que performam igual estatisticamente. Isto quer dizer que ambos os modelos apresentam informação relevante, não ocorrendo a dominância de um pelo outro. No entanto, ao utilizar uma métrica elaborada para medir o lucro ponderado pelo risco na aplicação dos dois modelos temos que o Z-Score performa substancialmente melhor. Um aspecto interessante salientado pelos autores diz respeito às cláusulas restritivas presentes nos contratos de crédito estarem quase que totalmente atreladas a itens do balanço da empresa, fator que pode nos indicar a relevância desses indicadores.

Em Li e Miu (2010), os autores aninham o modelo de Merton ao modelo Z-Score a fim de construir um modelo que capte informações de ambas as fontes, respectivamente mercado de títulos e balanço patrimonial. Os dados analisados compreendem o período de 1996 até 2006. Como resultado, os autores salientam que um modelo com parâmetros variáveis (que designam a variação da proporção de cada modelo base) supera a acurácia da previsão de calote de um modelo com parâmetros estáticos (exemplo: regressão logística). A intuição presente no modelo diz que para firmas com mais informação disponível no mercado de títulos (em geral firmas com maior valor de mercado) o modelo predominante será o de Merton, enquanto para firmas com pouca ou nenhuma informação disponível o modelo predominante será o Z-Score. Independente disto, ambas as variáveis *DD* e Z-Score são relevantes no modelo. Assim, esta proposta acaba sendo uma generalização dos modelos que combinam várias variáveis relativas ao risco de crédito.

Já em Wu; Gaunt e Gray (2010), os autores confrontam cinco modelos no período de 1980 até 2006: Altman (1968) - análise discriminante múltipla através de variáveis de balanço - Ohlson (1980) - modelo *logit* com indicadores de balanço -, Zmijewski (1984) - modelo *probit* com indicadores de balanço -, Shumway (2001) - modelo *hazard* com indicadores de balanço e

dados de mercado - e Hillegeist et al. (2004) - modelo BSM³³ com indicadores de balanço e dados de mercado. Além disto, os autores constroem um modelo mais amplo baseado nos pontos fortes dos modelos descritos acima. São variáveis relevantes: o EBITDA³⁴, variação anual no lucro, relação entre capital de giro e ativos totais (indicador de liquidez), alavancagem medida a mercado e medida pelo balanço e tamanho das firmas (avaliado pelo logaritmo do valor da firma - *enterprise value*). Assim sendo, a conclusão dos autores é que um modelo que capte dados de balanço, mercado e características das firmas performa melhor do que os modelos pontuais testados. Mais especificamente, o modelo de Altman tem baixa performance enquanto que os modelos de Ohlson e Zmijewski perdem acurácia em dados mais recentes. Modelos que incorporam dados de mercado tendem a performar melhor, sendo que o modelo de Shumway (2001) performa melhor do que Hillegeist et al. (2004).

Embora grande parcela da literatura trate da previsão de probabilidades de *default* para apenas 1 período à frente, uma abordagem mais consistente deve levar em consideração múltiplos períodos futuros a fim de minimizar o giro da carteira de títulos, considerando o ponto de vista de um gestor. O mais usual nesse caso é a modelagem por cadeias de Markov dos *ratings* de crédito das firmas, embora tal metodologia possua fraca performance. Assim, a abordagem que vem florescendo nesse campo é a modelagem por intensidade, a qual consegue capturar a estrutura dinâmica das variáveis relevantes para previsão de *default*.

Em Arora, Bohn e Zhu (2005), os autores comparam os modelos de Merton (1974), o modelo KMV e o modelo de Hull e White (2000). Com base em dados de 2000 até 2004 para os Estados Unidos, tem-se que o modelo KMV supera o de Hull e White na previsão de defaults. No entanto, para firmas com muitos títulos de dívida sendo negociados no mercado tem-se que o modelo de Hull e White performa melhor, salientando a importância da qualidade e tamanho da base de dados para modelos em forma reduzida.

Em Duffie; Saita e Wang (2007), os autores fornecem uma estimativa da estrutura a termo das probabilidades condicionais de *default* corporativo para firmas industriais dos Estados Unidos com dados entre 1980 e 2004. A metodologia proposta, baseada em um vetor de estados Markoviano que depende de variáveis macroeconômicas e variáveis relacionadas às firmas, utiliza a dinâmica das variáveis explicativas para estimar a probabilidade de *default* em períodos

³³ O modelo BSM se refere aos modelos Black e Scholes (1973) e Merton (1974)

³⁴ Ou *Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization*, mais conhecido no Brasil pela sigla LAJIDA - Lucros antes de Juros, Impostos, Depreciação e Amortização.

futuros. Dentre as variáveis em destaque encontram-se a variável *DD*, o retorno das ações da firma no último ano, a taxa de juros da economia (Estados Unidos) para títulos de três meses e o retorno do mercado de ações (índice SeP 500) no último ano. Como resultado, os autores salientam que a estrutura a termo do risco de *default* responde mais do que proporcionalmente a mudanças na variável *DD*, sinalizando sua relevância no risco de crédito intertemporal.

Já em Carling et al. (2007), é estimado um modelo de *duration* para o tempo de sobrevivência até o *default* que utiliza variáveis macroeconômicas³⁵ e relativas às firmas³⁶. Com uma base de dados privada, pertencente a um grande banco sueco, e com observações de mais de 50 mil firmas durante 24 trimestres, as principais variáveis destacadas pelos autores são o *gap* do produto³⁷, a curva de juros e a expectativa das famílias em relação à economia sueca. Assim, os indicadores macroeconômicos são considerados superiores aos ratios financeiros das firmas no âmbito do risco de *default*.

³⁵ Em Figlewski, Frydman e Liang (2012), os autores discutem amplamente o uso de variáveis macroeconômicas em estudos recentes utilizando a modelagem em forma reduzida.

³⁶ Devido à maioria das firmas ser de capital fechado, os autores estimam um modelo com variáveis microeconômicas para suprir a ausência de informações advindas de dados do mercado de capitais.

³⁷ Diferença entre o produto potencial e o produto real de uma economia.

4 DADOS E METODOLOGIA

Nos próximos tópicos serão apresentados os dados utilizados, bem como o modelo empregado na análise de risco de crédito. Ao final, são discutidos os resultados encontrados.

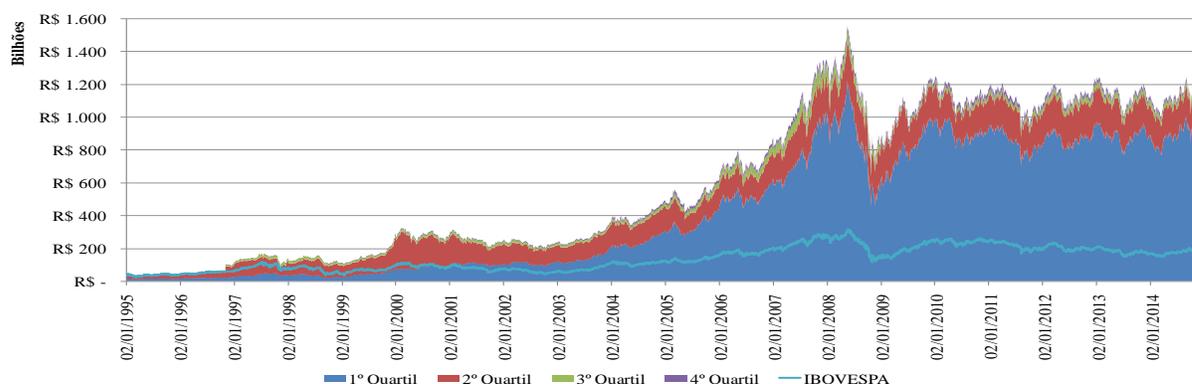
4.1 AMOSTRA DE DADOS

No presente trabalho foram consideradas empresas de capital aberto que emitiram debêntures com no mínimo cinco anos de maturidade entre janeiro de 1995 e dezembro de 2009. As empresas devem apresentar no mínimo dez anos de negociação em bolsa de valores, a fim de que possamos estimar o modelo em cinco anos de dados e testá-los nos cinco anos subsequentes.

Dentre as 67 empresas pertencentes à amostra, 7 entraram em *default* entre 1995 e 2014³⁸. As empresas sob estresse são predominantemente de baixa liquidez e valor de mercado, impossibilitando o ganho informacional pretendido pelo uso de variáveis do mercado financeiro. Repactuações foram desconsideradas como evento de *default*.

As empresas da amostra foram segmentadas por sua liquidez em quartis, onde a liquidez é mensurada pelo volume financeiro diário médio movimentado no respectivo ativo em bolsa. Esta medida visa evitar que empresas com histórico de listagem mais antigo ocupem o lugar de empresas que abriram capital recentemente.

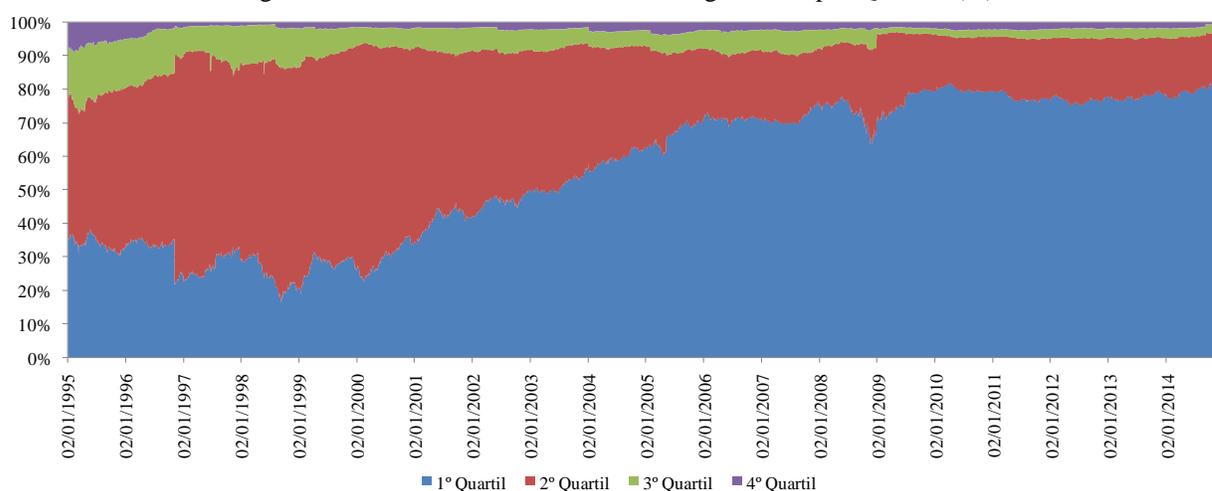
Figura 1 - Valor de Mercado da Amostra Segmentado por Quartil



³⁸ São elas: Companhia Têxtil Ferreira Guimarães (FGUI), Construtora Sultepa S/A (SULT), Inepar Energia S/A (IENG), Inepar S/A - Indústria e Construções (INPR), Light Serviços de Eletricidade S/A (LIGH), Teka - Tecelagem Kuehnrich S/A (TEKA) e Wiest S/A (WISA).

Podemos observar a partir da figura 1 a evolução do valor de mercado da amostra utilizada neste trabalho. É nítida a concentração de valor de mercado no primeiro quartil de liquidez da amostra, salientando que as maiores empresas da amostra são as mais líquidas. Pelo outro lado, temos que as empresas pertencentes ao terceiro e quarto quartil da amostra possuem valor de mercado insignificante frente aos outros quartis. Está presente no gráfico, também, o índice Ibovespa a fim de que possamos comparar o crescimento da amostra selecionada com a carteira de mercado.

Figura 2 - Valor de Mercado da Amostra Segmentado por Quartil - (%)



Para visualizar uma melhor relação entre os quartis de liquidez podemos consultar a figura 2. Nela, podemos notar que o valor de mercado das empresas menos líquidas pertencentes à amostra sempre foi pequeno e com tendência declinante. Já a metade mais líquida da amostra foi cedendo valor de mercado ao primeiro quartil, que nos últimos cinco anos da amostra representa aproximadamente 80% do valor de mercado da amostra.

Tabela 4 - Variação Percentual do Valor de Mercado da Amostra

Ano	Amostra	1º Quartil	2º Quartil	3º Quartil	4º Quartil
1995-99	186%	153%	227%	110%	12%
2000-04	55%	140%	-23%	41%	101%
2005-09	92%	116%	33%	-10%	67%
2010-14	-30%	-29%	-30%	23%	-255%
Total	301%	380%	204%	164%	-74%

Com relação ao comportamento das séries, podemos visualizar através da tabela 4 a taxa de crescimento da amostra segmentada por período e por quartil. Podemos notar que quanto mais líquidas as empresas maior seu retorno passado e que a maior parte do retorno se concentra no primeiro quartil da amostra, fato salientado anteriormente.

Tabela 5 - Desvio Padrão dos Retornos do Valor de Mercado da Amostra

Ano	Amostra	1º Quartil	2º Quartil	3º Quartil	4º Quartil
1995-99	2,20%	2,48%	3,06%	2,92%	3,90%
2000-04	1,34%	1,58%	1,55%	0,79%	2,44%
2005-09	1,81%	2,19%	1,69%	4,08%	2,11%
2010-14	1,23%	1,41%	1,10%	1,05%	3,89%
Total	1,69%	1,96%	1,99%	2,59%	3,19%

Já em relação ao desvio padrão dos retornos da amostra, podemos observar pela tabela 5 que a volatilidade dos retornos apresenta queda ao longo do tempo, embora aumente no período de 2005-09 em decorrência da crise financeira de 2008. Por sua vez, olhando pela segmentação dos quartis podemos observar que quanto mais líquida a empresa menor tende a ser a volatilidade de seus retornos. Tal fato provavelmente decorra de que quanto maior a liquidez em determinado ativo, maior a informação disponível sobre o mesmo e menor a fricção de preços.

4.2 ESPECIFICAÇÃO, ESTIMAÇÃO E TESTE DO MODELO

Levando em consideração o exposto ao longo deste trabalho, pudemos observar que a variável *Distance to Default (DD)* quase sempre se mostrou relevante nos mais variados estudos propostos. Nada mais sendo do que uma medida da alavancagem ponderada pelo risco da firma, esta variável concebe o cerne da questão atrelada a uma eventual insolvência. Esta característica, sempre que utilizada nos estudos anteriores, acrescentou informação relevante ao processo de averiguação de risco de crédito. Portanto, partindo da hipótese de que a variável *DD* é relevante para a análise de crédito de longo prazo, nos propomos a tratar o problema através da modelagem estrutural tentando prever tal variável para um horizonte de longo prazo.

O modelo a ser implementado é a mesmo de Collin-Dufresne e Goldstein (2001) com a variável DD sendo construída conforme Crosbie e Bohn (2003). O modelo assume que a dinâmica do ativo da firma é um movimento browniano geométrico

$$\frac{dV_t}{V_t} = (\mu - \delta)dt + \sigma dW_t,$$

onde μ é o *drift* do ativo, δ representa o pagamento de dividendos contínuos aos acionistas e σ é a volatilidade do ativo. A análise é feita tomando $y = \log V$, portanto

$$dy_t = \left(\mu - \delta - \frac{\sigma^2}{2} \right) dt + \sigma dW_t.$$

Como em Black e Cox (1976), o *default* acontece no primeiro instante que o ativo cruza o limiar de *default*, k_t , analisado como

$$dk_t = \lambda(y_t - v - k_t)dt,$$

onde k_t é o logaritmo do limiar de *default* e v é a distância mínima que a firma opta por estar do limiar. Assim sendo, temos que quando k_t é menor do que $(y_t - v)$ a firma toma mais dívida e vice versa.

Quanto ao valor inicial do limiar, consideramos a seguinte hipótese

$$k_0 = \text{dívida de curto prazo} + \beta * \text{dívida de longo prazo},$$

onde

$$\beta = \frac{\text{dívida de curto prazo}}{\text{dívida total}}.$$

Aqui, diferentemente de Crosbie e Bohn (2003), optamos por permitir que cada firma tenha uma estrutura diferente para o limiar. Quanto maior a proporção de dívida de curto prazo em relação ao endividamento total, maior será a parcela de dívida de longo prazo que será considerada no limiar. A lógica desta opção reside na hipótese de que quanto maior for esta relação, menor tenderá a ser o prazo de vencimento da dívida de longo prazo. Assim sendo, maior será o custo da dívida de longo prazo³⁹.

Definindo a log-alavancagem por $(l_t = k_t - y_t)$, temos, pelo lema de Itô, que l_t segue a dinâmica

$$dl_t = \lambda(\bar{l} - l_t)dt - \sigma dW_t,$$

onde

³⁹ O custo da dívida de longo prazo compreende tanto juros quanto amortização do principal.

$$\bar{l} = \frac{-\mu + \delta + \frac{\sigma^2}{2}}{\lambda} - \nu.$$

Quanto à variável DD , temos que é descrita por

$$DD_t = \frac{\text{Valor do Ativo}_t - \text{Limiar de Default}_t}{\text{Volatilidade do Ativo} * \text{Valor do Ativo}_t}.$$

Podemos interpretá-la como um Indicador de *default*, na linguagem de Vassalou e Xing (2004), dado que a variável não expressa diretamente a probabilidade de *default* de uma firma.

Para estimar os parâmetros necessários, utilizamos o processo descrito na subseção 3.1.2. Baseado em Vassalou e Xing (2004), apenas alteramos o período de dados utilizados para cada parte da iteração; consideramos o espaço de tempo dos últimos 3 meses de negociação ao invés dos 12 meses propostos pelos autores. Esta escolha foi feita para evitarmos sobreposição na janela de dados, como ocorrido em Vassalou e Xing (2004), como também para propiciar uma estimativa mais acurada da volatilidade do ativo da firma no respectivo trimestre⁴⁰. Tal processo iterativo nos fornecerá os parâmetros σ e μ que nos permitirão obter y_t .

Para fazer jus à possibilidade de *default* em qualquer instante de tempo, utilizamos uma opção do tipo DOC (*down-and-out call*). Dentre os *inputs* necessários ainda não mencionados, temos que o período de validade da opção é de vinte anos e que a taxa de juros é a taxa SELIC do respectivo dia em que se faz o apuração da opção. Em relação à equação do limiar de *default*, estimamos a variável λ ⁴¹ como sendo a mediana da velocidade das variações em k_t , com ν sendo derivado da estimação de λ e a δ sendo atribuído o valor de 25%⁴².

Por fim, o teste realizado para mensurar a acurácia do modelo é baseado no erro percentual médio em relação a variável DD efetivamente realizada cinco anos a frente (vinte observações) do período atual.

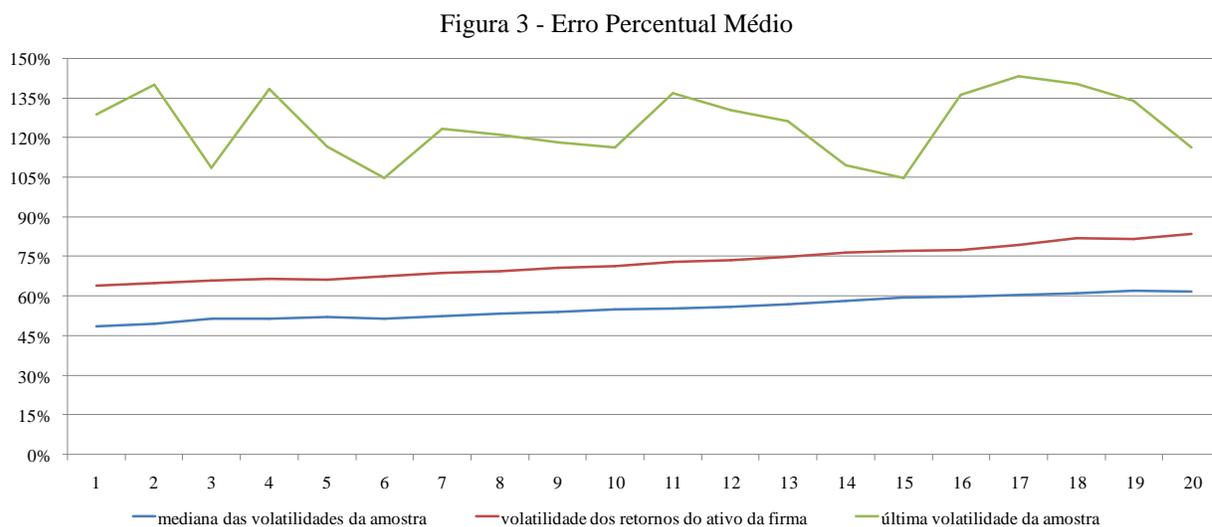
⁴⁰ Em Vassalou e Xing (2004), os autores consideram os últimos doze meses de dados em uma janela que avança de mês em mês. Além da sobreposição já mencionada, a volatilidade do ativo para cada trimestre fica distorcida pela presença de dados de outros trimestres.

⁴¹ Collin-Dufresne e Goldstein (2001) citam em exemplo prático no artigo que λ corresponderia a um valor específico para cada setor da economia. No entanto, preferimos estimar o parâmetro para cada firma com base em seus dados a fim de conferir maior acurácia junto ao *management* histórico da firma. Isto é feito com o intuito de evitar se assumir uma estrutura única de tomada de dívida dentro de um determinado setor.

⁴² Utilizamos tal valor para a variável δ devido a obrigação das firmas de distribuir no mínimo 25% dos lucros aos seus acionistas. Embora tais variáveis não tenham correlação perfeita, imaginamos que seja uma boa *proxy*.

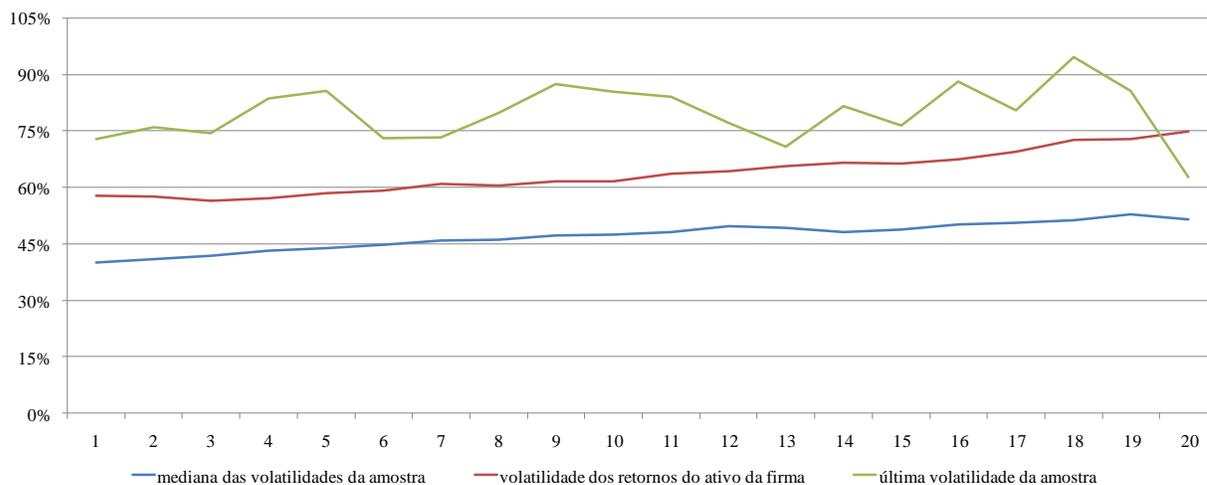
4.3 RESULTADOS

Inicialmente, devemos notar que no modelo proposto a única variável crítica que não possui dinâmica é a volatilidade dos ativos da firma. Assim sendo, para realizar a previsão de até vinte passos à frente devemos indicar algum valor que seja condizente com a mesma em tal horizonte de tempo. É importante lembrar que a volatilidade dos ativos da firma será mantida constante durante todo o horizonte de previsão, podendo afetar sobremaneira o erro percentual em cada instante. Foram testados a mediana das volatilidades trimestrais da amostra, a última medida de volatilidade trimestral da amostra, e a volatilidade dos retornos trimestrais do ativo da firma durante a amostra.



Como podemos observar na figura 3, a mediana da volatilidade apresentou-se como melhor indicador futuro de volatilidade para fins de minimização de erro na amostra testada. Dado nosso foco no longo prazo, cabe destacar a diferença dos erros percentuais médios nos últimos oito trimestres. A título de curiosidade, devemos lembrar que a amostra proposta contempla um período de forte instabilidade econômica no Brasil: 1995-1999. A fim de que possamos observar a influência deste período no erro percentual médio obtido, procedemos com o cálculo do mesmo para o período de 2000-2014. Os resultados podem ser observados na figura 4, onde a mediana das volatilidades trimestrais da amostra se mantém como melhor indicador de volatilidade futura para fins de minimização de erro.

Figura 4 - Erro Percentual Médio - Período 2000-2014



No entanto, devido a heterogeneidade de liquidez entre as ações negociadas em bolsa devemos analisar se a liquidez de determinada ação introduz informação neste modelo. O teste é feito confrontando-se o erro do quartil de empresas mais líquidas em bolsa contra o quartil menos líquido, levando em conta a mediana da volatilidade como medida de volatilidade. O resultado é esboçado na figura 5. Também, esboça-se a comparação do erro percentual médio do quartil de empresas mais líquidas segmentado pelo período da amostra (figura 6).

Figura 5 - Erro Percentual Médio por Quartil da Amostra

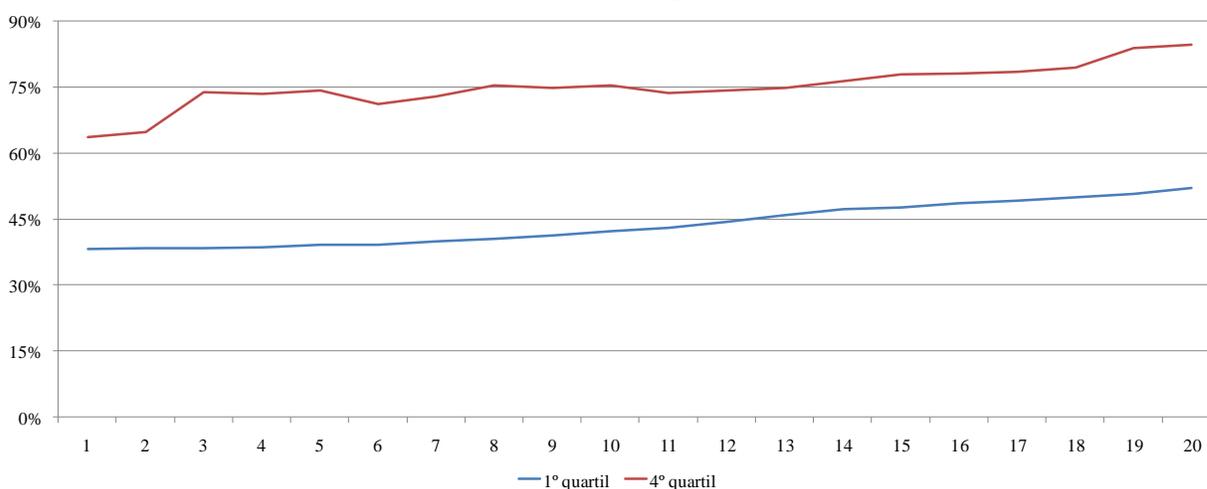
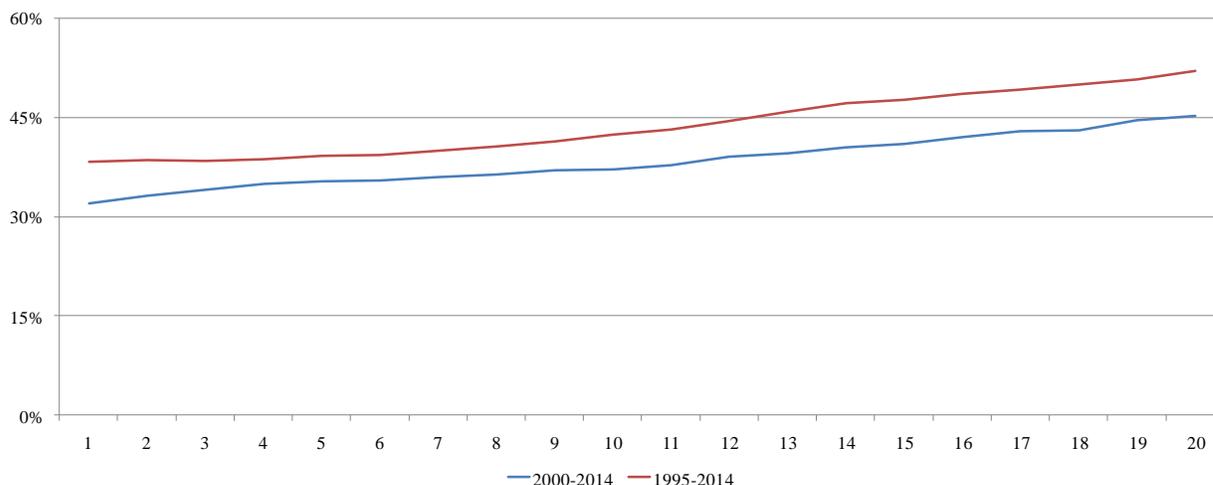


Figura 6 - Erro Percentual Médio do 1o Quartil da Amostra

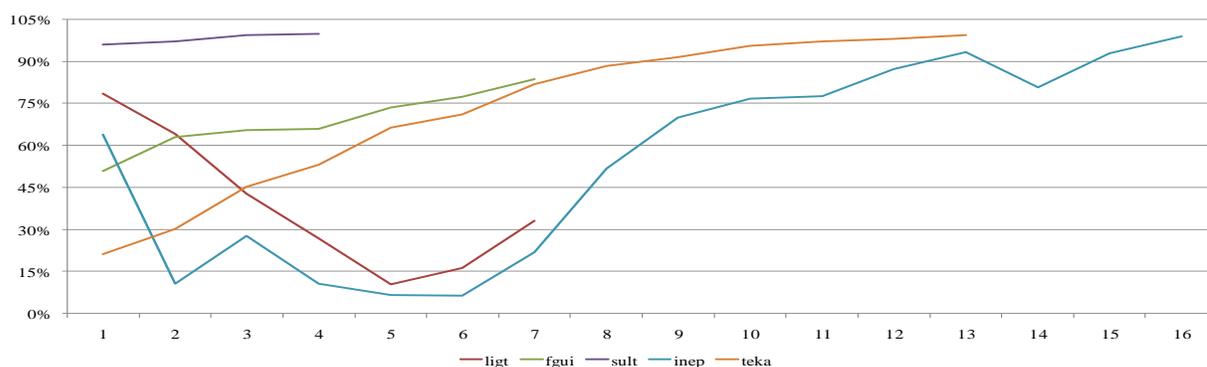


A partir do observado, podemos inferir que o modelo performa melhor quando analisando empresas mais líquidas, além de performar melhor quando eliminado o período de grande turbulência econômica observada entre 1995 e 1999. Sobre o primeiro caso, uma hipótese a ser levantada é que empresas que movimentam maiores volumes de recursos em bolsa contam com mais analistas e/ou demais profissionais de mercado para filtrar e analisar suas informações, tornando mais acurada a precificação da empresa e mais fácil para o mercado em geral incorporar tal informação. Quanto ao segundo ponto, temos que o período mencionado é apenas utilizado para estimação dos parâmetros do modelo. Com isto, fazer projeções baseadas neste período acaba por carregar tal instabilidade para a previsão, trazendo à tona o fato de que fazer projeções econômicas baseado em um ambiente altamente volátil não agrega muita informação. Por outro lado, ao se eliminar tal período da amostra, temos uma redução do erro percentual médio, muito provavelmente pela maior estabilidade dos parâmetros: uma mudança para um ambiente econômico menos volátil/arriscado faz com que as empresas se comportem de maneira mais estável.

Em relação às empresas da amostra que entraram em *default* durante o período de previsão da variável *DD*, podemos observar duas coisas através da figura 7: a) a liquidez da empresa na bolsa de valores parece afetar o erro percentual de previsão, como no caso da empresa Light e Inepar e b) o erro diminui conforme o horizonte de previsão vai diminuindo, menos no caso das empresas recém mencionadas. O primeiro ponto já foi discutido anteriormente, mas o segundo é inédito. Após apresentar queda, o erro percentual avança

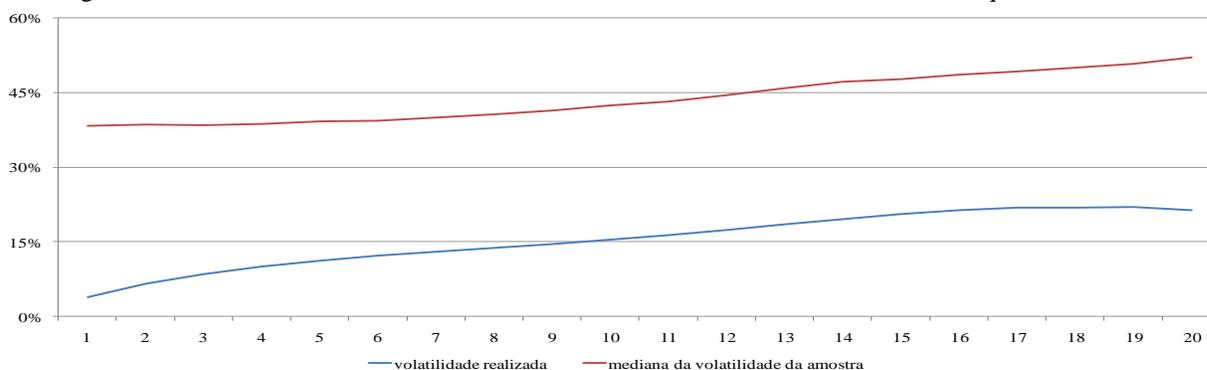
consideravelmente dentro dos doze meses que antecedem a inadimplência. Uma hipótese a ser levantada diz respeito a capacidade de certas manobras contábeis mascararem a real situação da empresa, onde isto corroboraria o fato de demonstrações contábeis conterem informação relevante para análises de risco de crédito no curto prazo como descrito na seção 3.3. No entanto, a amostra aqui é muito pequena e não nos permite aprofundar a discussão.

Figura 7 - Erro Percentual Previsto na Ocorrência de Default



Por fim, gostaríamos de averiguar a influência de uma medida de volatilidade estática ao longo do horizonte de previsão. Para isto, foram recalculados os erros de previsão considerando a volatilidade efetivamente ocorrida em cada trimestre para cada empresa. Novamente, foram consideradas as empresas pertencentes ao quartil mais líquido, a fim de que nos possibilitasse observar a redução do erro percentual médio frente ao exposto na figura 5.

Figura 8 - Erro Percentual Médio Utilizando Volatilidade Efetivamente Realizada - 1o quartil da amostra



Como podemos ver na figura 8, o erro percentual médio calculado utilizando-se a volatilidade efetivamente realizada é consideravelmente menor que o erro calculado com a mediana da volatilidade. Isto possivelmente sinalize que o aperfeiçoamento do modelo passa pela incorporação de uma estrutura dinâmica para a volatilidade dos ativos da firma, onde a pista inicial do processo aparenta ser a forte correlação da volatilidade dos ativos da firma com a volatilidade da taxa de juros (SELIC) no período: 83,8%.

4.4 DISCUSSÃO

Inicialmente, gostaríamos de salientar a redução no erro do modelo quando adicionamos a volatilidade realizada na amostra. Embora não consigamos capturar tal valor com exatidão, temos que o acréscimo de um modelo de volatilidade poderia agregar acurácia ao modelo. No entanto, como exposto em Collin-Dufresne e Goldstein (2001), adicionar um modelo de taxa de juros à especificação proposta poderia agregar informação semelhante. Os autores utilizam a dinâmica proposta em Vasicek (1977) exposta na equação abaixo, onde $Z(t)$ é um movimento browniano geométrico correlacionado com $W(t)$.

$$dr_t = \kappa(\theta - r_t)dt + \eta dZ(t)$$

Com tal mudança no modelo, as equações relativas à dinâmica do ativo da firma e do limiar de *default* também passam a incorporar a taxa de juros. Portanto, a indicação de que a volatilidade da taxa de juros está altamente correlacionada com a volatilidade dos ativos da firma, como descrito na seção 4.3, pode vir a ser incorporada através da proposta de Collin-Dufresne e Goldstein (2001).

A intuição por trás da introdução de uma dinâmica para a taxa de juros no modelo pode vir da forte conexão existente entre a taxa de juros livre de risco de uma economia e seus demais ativos. Sendo ela relacionada ao ativo livre de risco, tal taxa de juros acaba por ser a base de precificação de qualquer outro ativo que, por definição, carrega algum tipo de risco. Portanto, existe alguma possibilidade de que parte relevante da volatilidade dos ativos da firma seja decorrente da volatilidade da taxa de juros livre de risco, levando-nos a crer que o próximo passo neste tipo de modelagem ampara-se na incorporação de um modelo dinâmico para taxa de juros.

Outro ponto que podemos levantar diz respeito à variável λ , presente na equação do limiar de *default* da firma. Neste trabalho, utilizamos o valor da mediana da velocidade das variações em k_t , mas talvez seja mais informativo considerarmos alguma estrutura para tal variável. Sendo λ uma variável limitada⁴³, podemos supor que seja estacionária e analisá-la através de algum modelo ARIMA⁴⁴ básico, a fim de capturarmos alguma estrutura intra-anual como janelas de captação de dívida, períodos usuais de pagamento de dívidas, etc. Tal especificação mantém o respeito à característica de cada firma, enraizando este conceito.

Por fim, outro ponto que merece ser mencionado é o fato de termos utilizado um período amostral idêntico ao período de estimação (cinco anos). Idealmente, teríamos um período amostral consideravelmente maior do que o horizonte de previsão; no entanto, tal ponto é impossível frente à curta duração das bases de dados no Brasil. Possivelmente, utilizando uma base de dados mais extensa, conseguiríamos ter uma melhor ideia de como parâmetros mais estáveis no longo prazo se comportam.

⁴³ Como λ representa uma medida de ajuste, temos que ela varia entre 0 e 100%.

⁴⁴ *Autoregressive Integrated Moving Average Models*.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho buscou adentrar em um terreno embrionário na economia brasileira: o crédito empresarial de longo prazo, onde parte relevante do processo de maturação deste mercado diz respeito ao controle do risco de crédito incorrido em tais operações. Assim sendo, este trabalho buscou, além de tudo, incentivar a pesquisa nesta área.

A partir da estabilização econômica brasileira houve notável mudança em relação às características das debêntures, instrumento utilizado aqui como *proxy* para o estudo do mercado crédito corporativo de longo prazo. Com a estabilização, a proteção contra a inflação e o risco de juros deu lugar a um crescente controle microeconômico das empresas, salientado pelo aumento das cláusulas contratuais relativas a controle de endividamento e utilização de recursos pelos gestores. Passou-se a dar mais ênfase ao risco inerente à empresa do que à economia em geral.

Quanto à modelagem do problema, se pudéssemos resumir a pesquisa em relação a um modelo que se adapte melhor à realidade brasileira teríamos a seguinte constatação: o consenso é que não há consenso. Talvez esta frase valha para todos os países, pois a modelagem de risco de crédito é extensa e não há consenso nem mesmo sobre quais metodologias não são úteis.

A diversidade de bases de dados e modelos torna o confronto de ambos muito difícil, diminuindo a velocidade de convergência para uma especificação padrão de se modelar o problema. Assim sendo, vários modelos ainda pairam no ar e a escolha de um modelo específico acaba recaindo muito sobre as características e limitações da base de dados com que se está lidando.

Como descrito no início deste trabalho, as três principais vertentes de modelos abarcam pontos específicos. Enquanto a modelagem estrutural busca o entendimento do risco de crédito através de uma única variável (ativo da firma) utilizando técnicas de apreçamento, a modelagem estatística busca ampliar o leque de fontes de informação (mais variáveis sendo tratadas), embora perca no quesito dinâmica das variáveis. Hoje, a abordagem moderna é a modelagem em forma reduzida que utiliza várias variáveis com estrutura dinâmica. No entanto, a complexidade destes modelos exige bases de dados extensas devido ao grande número de parâmetros a serem estimados. Assim, a restrição da base de dados acaba por influenciar a escolha dos modelos, muitas vezes inibindo a possibilidade de uso de alguns deles.

Mais especificamente sobre o resultado deste trabalho, pudemos observar a dificuldade em se fazer previsões de longo prazo, ainda mais em uma economia por vezes conturbada como a brasileira. O resultado encontrado na tentativa de se prever a variável DD no longo prazo ficou muito aquém do pretendido, embora mudanças pontuais na especificação proposta possam agregar informação relevante ao modelo. Questões levantadas como a introdução de uma dinâmica para a volatilidade do ativo da firma ou para o parâmetro λ são melhoramentos factíveis e sugestivamente importantes em trabalhos futuros.

Questões como a liquidez em bolsa das empresas da amostra também se mostraram de suma importância. Com mais agentes e mais volume financeiro sendo transacionado em determinado ativo, tem-se que a previsão de longo prazo para a variável DD fica mais acurada. Neste ponto, fica evidente a vantagem que o crescimento do mercado de capitais no Brasil ao longo dos últimos anos trouxe para fins de fornecer mais informação para o modelo.

Por fim, somente o passar do tempo melhorará as bases de dados no Brasil, introduzindo histórico temporal relevante que contribuirá para uma melhor estimação de problemas similares. Esperamos que tal passar de tempo também agregue empresas à bolsa brasileira, o que enriquecerá ainda mais a base de dados passível de ser analisada.

REFERÊNCIAS

- AGARWAL, V.; TAFFLER, R. Comparing the performance of market-based and accounting-based bankruptcy prediction models. *Journal of Banking e Finance*, Amsterdam. 32, n. 8, p. 1541-1551, 2008.
- AKERLOF, G. A. The market for "lemons": Quality uncertainty and the market mechanism. *The Quarterly Journal of Economics*, Cambridge, v. 84, n. 3, p. 488-500, 1970.
- ALTMAN, E. I. Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy. *Journal of Finance*, New York, v. 23, n. 4, p. 589-609, 1968.
- ANDERSON, C. W. Financial contracting under extreme uncertainty: an analysis of brazilian corporate debentures. *Journal of Financial Economics*, Lausanne, v. 51, n. 1, p. 45-84, 1999.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS INSTITUIÇÕES DO MERCADO FINANCEIRO - ANDIMA. *Estudos especiais: produtos de captação: debêntures*. Rio de Janeiro, 2008.
- ARORA, N.; BOHN, J.; ZHU, F. *Reduced form vs. structural models of credit risk: A case study of three models*. San Francisco: Moody's KMV Company, 2005.
- BEAVER, W. H. Financial ratios as predictors of failure. *Journal of accounting research*, Chicago, v. 4, p. 71-111, 1966.
- BHARATH, S. T.; SHUMWAY, T. Forecasting default with the Merton distance to default model. *The Review of Financial Studies*, Cary, v. 21, n. 3, p. 1339-1369, 2008.
- BLACK, F.; COX, J. C. Valuing corporate securities: Some effects of bond indenture provisions. *Journal of Finance*, New York, v. 31, n. 2, p. 351-367, 1976.
- BLACK, F.; SCHOLES, M. The pricing of options and corporate liabilities. *Journal of Political Economy*, Chicago, v. 81, n. 3, p. 637-654, 1973.
- BOHN, J.; ARORA, N.; KORABLEV, I. *Power and level validation of the edf credit measure in the u.s. market*. San Francisco: Moody's KMV, 2005.
- CARLING, K. et al. Corporate credit risk modeling and the macroeconomy. *Journal of Banking e Finance*, Amsterdam, v. 31, n. 3, p. 845-868, 2007.
- COLLIN-DUFRESNE, P.; GOLDSTEIN, R. S. Do credit spreads reflect stationary leverage ratios? *Journal of Finance*, New York, v. 56, n. 5, p. 1929-1957, 2001.
- CROSBIE, P.; BOHN, J. *Modeling default risk*. San Francisco: Moody's KMV, 2003.

CROSSEN, C.; QU, S.; ZHANG, X. *Validating the public edf model for north American corporate firms*. San Francisco: Moody's KMV, 2011.

DE MEDEIROS, O. R.; DAHER, C. E. Testando teorias alternativas sobre a estrutura de capital nas empresas brasileiras. *Revista de Administração Contemporânea*, Curitiba, v. 12, n. 1, 2008.

DUAN, J.-C. Maximum likelihood estimation using price data of the derivative contract. *Mathematical Finance*, Oxford, v. 4, n. 2, p. 155-167, 1994.

DUAN, J.-C. Correction: Maximum likelihood estimation using price data of the derivative contract (mathematical finance 1994, 4/2, 155-167). *Mathematical Finance*, Oxford, v. 10, n. 4, p. 461-462, 2000.

DUFFIE, D. Credit risk modeling with affine processes. *Journal of Banking e Finance*, Amsterdam, v. 29, n. 11, p. 2751-2802, 2005.

DUFFIE, D.; LANDO, D. Term structures of credit spreads with incomplete accounting information. *Econometrica*, Chicago, v. 69, n. 3, p. 633-664, 2001.

DUFFIE, D.; SAITA, L.; WANG, K. Multi-period corporate default prediction with stochastic covariates. *Journal of Financial Economics*, Lausanne, v. 83, n. 3, p. 635-665, 2007.

FIGLEWSKI, S.; FRYDMAN, H.; LIANG, W. Modeling the effect of macroeconomic factors on corporate default and credit rating transitions. *International Review of Economics e Finance*, Greenwich, v. 21, n. 1, p. 87-105, 2012.

FILGUEIRA, A. L. L.; LEAL, R. P. C. Análise de cláusulas de escrituras de debêntures brasileiras após a estabilização econômica. In: LELA, R.; JR, N. C.; LEMGRUBER, E. (Ed.). *Finanças Corporativas*. São Paulo: Atlas, 2000. p. 97-115.

FREIXAS, X.; ROCHET, J. *Microeconomics of Banking*. Cambridge: Mit, 2008.

GODÓI, A. C. D.; YOSHINO, J. A.; OLIVEIRA, R. D. D. Risco de crédito e alocação ótima para uma carteira de debêntures. *Estudos Econômicos*, São Paulo, v. 38, n. 2, p. 349-372, 2008.

GRICE, J. S.; INGRAM, R. W. Tests of the generalizability of altman's bankruptcy prediction model. *Journal of Business Research*, Athens, v. 54, n. 1, p. 53-61, 2001.

HILLEGEIST, S. A. et al. Assessing the probability of bankruptcy. *Review of accounting studies*, Boston, v. 9, n. 1, p. 5-34, 2004.

HULL, J. C.; WHITE, A. *Valuing credit default swaps I: No counterparty default risk*. New York: NYU, 2000. (NYU Working Paper, n. FIN-00-021).

- JACKSON, R. H.; WOOD, A. The performance of insolvency prediction and credit risk models in the uk: A comparative study. *The British Accounting Review*, London, v. 45, n. 3, p. 183-202, 2013.
- KORABLEV, I.; DWYER, D. *Power and level validation of moody's kmv edf credit measures in North America, Europe, and Asia*. San Francisco: Moody's KVM Company, 2007.
- LANDO, D. *Credit risk modeling: theory and applications*. Princeton: Princeton University Press, 2009.
- LI, M.-Y. L.; MIU, P. A hybrid bankruptcy prediction model with dynamic loadings on accounting-ratio-based and market-based information: A binary quantile regression approach. *Journal of Empirical Finance*, Amsterdam, v. 17, n. 4, p. 818-833, 2010.
- MERTON, R. C. On the pricing of corporate debt: The risk structure of interest rates. *Journal of Finance*, New York, v. 29, n. 2, p. 449-470, 1974.
- MILLER, W. *Comparing models of corporate bankruptcy prediction: Distance to default vs. z-score*. Chicago: Morningstar, 2009.
- MODIGLIANI, F.; MILLER, M. H. The cost of capital, corporation finance and the theory of investment. *The American economic review*, Nashville, v. 48, n. 3, p. 261-297, 1958.
- MOREIRA, M. M.; PUGA, F. P. Como a indústria financeira o seu crescimento: uma análise do Brasil pós-real. *Revista de Economia Contemporânea*, Rio de Janeiro, v. 5, p. 1-39, 2000. Número especial.
- MYERS, S. C.; MAJLUF, N. S. Corporate financing and investment decisions when firms have information that investors do not have. *Journal of financial economics*, Lausanne, v. 13, n. 2, p. 187-221, 1984.
- OHLSON, J. A. Financial ratios and the probabilistic prediction of bankruptcy. *Journal of accounting research*, Chicago, v. 18, n. 1, p. 109-131, 1980.
- REISZ, A. S.; PERLICH, C. A market-based framework for bankruptcy prediction. *Journal of Financial Stability*, Amsterdam, v. 3, n. 2, p. 85-131, 2007.
- RODRIGUES JÚNIOR, W.; MELO, G. M. *Padrão de financiamento das empresas privadas no Brasil*. Rio de Janeiro: IPEA, 1999.
- SAITO, R. et al. Embedded governance in corporate bond indentures: evidence from Brazil, 1998-2001. In: ARBELÁEZ, H.; CLICK, R. W. *Latin America Financial Markets: Developments in Financial Innovations*. Amsterdam, 2005. p. 415-437.
- SHUMWAY, T. Forecasting bankruptcy more accurately: A simple hazard model. *The Journal of Business*, Chicago, v. 74, n. 1, p. 101-124, 2001.

SILVA, A.; LEAL, R. *O mercado de títulos privados de renda fixa no Brasil*. Rio de Janeiro: Andima-Coppead, 2008. (Relatório econômico).

STEIN, R. M. *Evidence on the incompleteness of merton-type structural models for default prediction*. San Francisco: Moody's KMV, 2005.

TAFFLER, R. J. The assessment of company solvency and performance using a statistical model. *Accounting and Business Research*, London, v. 13, n. 52, p. 295-308, 1983.

VASICEK, O. An equilibrium characterization of the term structure. *Journal of financial economics*, Lausanne, v. 5, n. 2, p. 177-188, 1977.

VASSALOU, M.; XING, Y. Default risk in equity returns. *Journal of Finance*, New York, v. 59, n. 2, p. 831-868, 2004.

WU, Y.; GAUNT, C.; GRAY, S. A comparison of alternative bankruptcy prediction models. *Journal of Contemporary Accounting e Economics*, Hong Kong, v. 6, n. 1, p. 34-45, 1984.

ZMIJEWSKI, M. E. Methodological issues related to the estimation of financial distress prediction models. *Journal of Accounting Research*, Chicago, v. 22, p. 59-82, 1984.