

O Uso do Modelo de Merton para Obtenção de Spreads de Crédito: uma Proposta de Implementação Simplificada

Ênio Bonafé Mendonça de Souza
Mestre em Economia – FEA/USP
Doutorando em Contabilidade – FEA/USP
Av. Prof. Luciano Gualberto, 908 - FEA 3 - Cidade Universitária
São Paulo/SP - CEP: 05508-900
eniobms@uol.com.br

Luiz João Corrar
Doutor em Contabilidade – FEA/USP
Professor Livre Docente do EAC-FEA-USP
Av. Prof. Luciano Gualberto, 908 - FEA 3 - Cidade Universitária
São Paulo/SP - CEP: 05508-900
ljcorrar@usp.br

Resumo

Neste artigo fazemos um estudo de caso, testando uma abordagem alternativa na calibração do Modelo de Merton, que é uma das versões mais simples de modelo estrutural de *spreads* de crédito. Também é avaliada sua adequação e consistência aos *spreads* de crédito praticados no mercado. Propõe-se um método alternativo simplificado baseado na volatilidade dos retornos das ações, e para checar a consistência do método, comparam-se os resultados obtidos através deste método com valores observados no mercado de CDS-*Credit Default Swaps*, que é uma medida indireta do *spread* de crédito da empresa. O estudo de caso foi feito com dados da Petrobrás S.A.. Os resultados obtidos mostram que o método proposto é tão bom quanto o método tradicional de calibração por solução de equações simultâneas, e menos trabalhoso.

Palavras chave: Modelo de Merton. Modelos Estruturais. *Spread* de Crédito. Valoração de Empresas.

Abstract

In this article it is made a case study, testing an alternative approach for calibrating the Merton Model, which is one of the simplest versions of structural models. It's also made an assessment of adequacy and consistency to the market spreads. It's proposed an alternative simplified method based on volatility of stocks returns; and to check the consistency of the method, it has been compared the results from this proposed method with values observed on CDS market, which is an indirect measure of credit spread of the firm. The case study was made with data from Petrobras S.A.. The results show that the proposed method is as good as the traditional method of solution of simultaneous equations, and less workful.

Key-words: Merton Model. Structural Models. Credit Spread. Valuation.

1 Introdução

Na estrutura de capital da empresa o passivo é composto por capital de terceiros (dívida) e por capital próprio (patrimônio líquido); este, por sua vez, sai por diferença entre o

valor total do ativo e o valor total da dívida. Em 1974, Robert Merton escreveu um artigo onde ele fazia a aplicação do Modelo de Black & Scholes para o apuração de dívidas corporativas e do próprio valor patrimonial. Sob a argumentação Black, Scholes & Merton (BSM), o valor do patrimônio de uma empresa pode ser precificado como sendo o valor de uma opção de compra que o acionista tem sobre o valor do ativo da empresa, cujo preço de exercício é o valor da dívida da empresa. Se no vencimento da dívida o ativo total valer menos do que esta dívida (a opção está fora do dinheiro), o acionista não exerce a opção, entregando o ativo para os credores. Se por sua vez, o valor do ativo é maior do que o valor da dívida (a opção está dentro do dinheiro), o acionista exerce a opção, quita a dívida e fica com o ativo, lucrando a diferença.

2 Objetivos do Trabalho

O objetivo deste trabalho é fazer um estudo de caso onde se testa a proposta de uma implementação simplificada do modelo de Merton (que é um modelo estrutural na sua versão mais simples), e comparar com os resultados obtidos pela implementação mais tradicional de solução de equações simultâneas, verificando as dificuldades práticas para proceder às estimativas e checando se as simplificações implementadas levam a um distanciamento muito grande dos valores de mercado comparando também os resultados do modelo com os *spreads* observados no mercado de CDS-*Credit Default Swaps*.

3 Referencial Teórico

O Modelo de Merton (MM) foi a primeira versão de um tipo de modelo de valoração da firma comumente chamado de “estrutural”, que trabalha essencialmente com medidas “econômicas” de risco e valor, porém qualificadas dentro da estrutura contábil dos demonstrativos financeiros. Muitas versões se seguiram ao modelo original, flexibilizando as hipóteses básicas e introduzindo aperfeiçoamentos que visavam aproximar o modelo do mundo real. Para um resumo da literatura veja Elizalde(2006).

As aplicações do modelo se estendem a várias áreas onde se faça necessário avaliar os preços envolvidos na estrutura de capital. Exemplos são as aplicações na avaliação do risco de crédito da empresa, na precificação de títulos de dívida corporativa e na valoração de derivativos de risco de crédito. Em todas estas aplicações há pelo menos um preço a ser estimado, que pode ser o *spread* de crédito nos títulos de dívida, o retorno exigido do capital próprio, ou a taxa de desconto dos fluxos de caixa gerados pelo ativo. O ponto comum à avaliação de todos estes preços é o risco envolvido nas atividades de geração de caixa e financiamento da empresa.

A estrutura de capital diz respeito diretamente ao modo de financiamento das atividades da empresa. É sabido que no mundo real, com fricções e impostos, a alavancagem financeira da empresa faz diferença, ou seja, a estrutura de capital da empresa determina o retorno que os acionistas exigem do capital investido, da mesma forma que se reflete no custo da dívida desta empresa.

Os modelos estruturais têm a vantagem de tratar estas coisas todas de forma integrada, ou seja, leva em consideração as interações que existem entre o fluxo gerado pelo ativo e a remuneração exigida pelo capital próprio e de terceiros que financia este ativo. Outra vantagem dos modelos estruturais é o fato de podermos internalizar a medida de risco do negócio através das volatilidades que são usadas na valoração da firma via modelo de opções. A volatilidade do preço das ações, do fluxo de caixa gerado, e do *spread* da dívida, refletem o

risco global da firma implícito nos preços e a probabilidade de que a opção que o acionista tem sobre o valor dos ativos seja exercida ou não.

A abordagem dos modelos estruturais nos diz que o valor de mercado da empresa devedora está diretamente relacionada com a capacidade de pagamento de suas dívidas, e essa capacidade de pagamento é função do valor de mercado de seus ativos. O valor de mercado dos ativos, por sua vez, flutua ao longo do tempo em função de uma série de outros fatores que atuam sobre as atividades da empresa. Se o valor de mercado dos ativos superar o valor da dívida, os proprietários da empresa têm um incentivo para pagar ao credor e reter o valor residual como mais-valia. Caso contrário, a empresa devedora (leia-se: seus acionistas) poderá tomar a decisão de entregar os seus ativos aos credores. Esse mecanismo é análogo a uma opção de compra (call) sobre o valor dos ativos que o acionista da empresa possui. Olhando de uma outra forma, essa estrutura corresponde à subscrição de um contrato de opção de venda (put) sobre o valor da empresa, onde o preço de exercício é o valor da dívida. Se o valor do ativo exceder o preço de exercício, o subscritor da opção reterá o prêmio da venda (custo da dívida). Se o valor do ativo cair abaixo do preço de exercício, a empresa está tecnicamente insolvente e a opção será exercida. Nesse caso, o subscritor perderá montantes progressivamente maiores. No caso, o lançador da *put* é o credor da empresa, e o comprador da *put* é o acionista.

O valor da dívida pode então ser determinado através do modelo Black-Scholes-Merton como a subscrição de uma opção de venda sobre os ativos da empresa devedora, ou da valorização da *call* que o acionista tem sobre o ativo.

Entretanto, para a correta precificação das opções envolvidas no método, são necessárias informações que nem sempre estão disponíveis, principalmente o valor de mercado dos ativos e sua volatilidade, parâmetros que não podem ser diretamente observados. Para contornar tal problema, costuma-se extrair implicitamente do modelo estas variáveis, utilizando-se dados sobre o valor da dívida, o valor de mercado das ações e sua volatilidade (GESKE e ZHOU, 2009).

Os modelos estruturais também baseiam-se na hipótese de que o mercado é a fonte mais eficiente de informações acerca da saúde financeira de uma empresa. Por esta hipótese assume-se que o preço das ações de empresas negociadas no mercado reflete as expectativas do mercado sobre a empresa. A composição do passivo por sua vez, que se materializa na alavancagem financeira da empresa através de dívida contratada com terceiros, e a relação que esta estrutura de capital guarda com as atividades fim da empresa está na raiz do risco de negócios desta empresa.

Estimação do Modelo

Segundo Crosbie e Bohn (2002), na prática há várias variantes diferentes do modelo de Merton (MM) usados pelos profissionais da área, e aqui se segue um sumário da abordagem algébrica que é comum a todos eles.

Como o Modelo de Merton se baseia no cálculo do valor da opção que o acionista tem sobre o valor dos ativos da empresa, será necessário que tenhamos algumas informações sobre estes ativos para poder aplicar o modelo. Olhando a fórmula de Merton, podemos avaliar quais informações estão disponíveis e quais não.

$$E_0 = A_0 \cdot N(d_1) - D \cdot e^{-rT} \cdot N(d_2) \quad (1)$$

Onde:

E_0 = Patrimônio Líquido de Mercado (PL_M) no instante 0;
 A_0 = Valor de Mercado do Ativo (A_M) no instante 0;

$N(d_1)$ = Distribuição Normal Acumulada até o ponto d_1 ;
 D = Valor de Face da Dívida;
 r = tx de juro livre de risco;
 T = *Duration* da Dívida, ou Prazo do CDS;
 $N(d_2)$ = Distribuição Normal Acumulada até o ponto d_2 ;

Já os valores de d_1 e d_2 são:

$$d_1 = \frac{\ln(A_0/D) + (r + 0.5\sigma_A^2)T}{\sigma_A\sqrt{T}}$$

$$d_2 = \frac{\ln(A_0/D) + (r - 0.5\sigma_A^2)T}{\sigma_A\sqrt{T}}$$

Onde:

σ_A = volatilidade de A

Para calcular o valor do Patrimônio Líquido de Mercado e também a probabilidade de inadimplência de uma empresa que tenha ações negociadas em bolsa usando o MM, será necessário que tenhamos o valor de mercado do patrimônio líquido (A_0) e sua volatilidade (σ_A) (que não são variáveis observáveis), bem como o valor escritural de seu passivo (D). Normalmente, a variável não observada num mundo de Black-Scholes-Merton é a volatilidade, que precisa ser estimada por algum método a partir dos preços de mercado do ativo objeto. Neste caso não podemos estimar a volatilidade pelos métodos tradicionais, pela simples inexistência dos preços/valores de mercado do Ativo da empresa (que é a variável objeto da opção), o que também gera outra dificuldade, pois são duas variáveis faltantes no modelo.

Portanto, precisamos recorrer a métodos diferentes dos tradicionais para chegar a bom termo.

Método de solução numérica de equações simultâneas (“calibração”)

Foi um dos primeiros métodos de estimação desenvolvidos e se baseia na estimação simultânea da volatilidade e do valor do ativo da empresa usando duas equações, a equação do prêmio da opção e uma segunda equação que relaciona as volatilidades do Ativo e do Patrimônio Líquido (GESKE, 1979).

Devido à alavancagem da empresa, a volatilidade do capital próprio é sempre maior do que a volatilidade do Ativo Total, supondo que a Dívida tenha, por questões de registro contábil, uma volatilidade nula ou muito pequena. Através da aplicação do Lema de Itô sobre a equação diferencial do valor do Ativo, pode-se mostrar que a volatilidade do capital próprio (σ_E) pode ser escrita por:

$$\sigma_E = N(d_1) \cdot \left(1 + \frac{D}{PLM}\right) \cdot \sigma_A \quad (2)$$

Portanto, temos duas equações, (1) e (2), e duas incógnitas, o valor de Mercado do Ativo (A) e a volatilidade do Ativo (σ_A). Além destas, as demais variáveis (que são observáveis) são: o valor do Capital Próprio (E) através do preço das ações, a volatilidade do

Capital Próprio (σ_E), o valor contábil da Dívida, (D), a taxa de juros (r), e o horizonte de tempo (T).

A solução deste sistema de equações não é tão simples quanto possa parecer, pois a equação de prêmio da opção (BS&M) não é inversível na volatilidade, exigindo métodos de solução numérica para o problema. Seguindo Jones et al (1984) e Duan et al (2004), a solução das equações simultâneas pode ser encontrada utilizando-se o método iterativo de Newton-Raphson para a determinação do valor do Ativo e da Volatilidade do Ativo, especificamente:

$$\begin{pmatrix} \sigma_{A'} \\ A' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sigma_A \\ A \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \frac{\delta f}{\delta \sigma_A} & \frac{\delta f}{\delta A} \\ \frac{\delta g}{\delta \sigma_A} & \frac{\delta g}{\delta A} \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} f(A, \sigma_A) - E \\ g(A, \sigma_E) - \sigma_E \end{pmatrix}$$

Onde a função $f(\cdot)$ é a equação (1) e a função $g(\cdot)$ é a equação (2).

Dados valores iniciais para σ_A , e A, e usando as derivadas numéricas, a convergência deve vir em algumas interações.

Uma vez determinados o valor de mercado e a volatilidade do Ativo, precisamos determinar o valor futuro esperado daquele Ativo. Este valor esperado pode ser determinado através de um Modelo de Equilíbrio de Mercado (CAPM, APT ou Fama-French de 3 fatores, que inclui risco sistemático, tamanho da firma e razão ‘valor de mercado/valor contábil’).

Resolvidas as equações simultâneas, o modelo nos dá o valor da opção, que corresponde ao valor de mercado do PL. Como o Ativo corresponde à soma do valor do PL e da Dívida, podemos obter o valor de mercado da Dívida subtraindo do Ativo o valor do PL_M.

Tendo em mãos o valor de mercado da Dívida, podemos obter o *spread* de crédito da Dívida da empresa e, conseqüentemente, a probabilidade de default implícita no mesmo. Essas informações são extraídas do cálculo da distância entre o valor de mercado do Ativo e o valor da Dívida, ou seja, podemos determinar o quanto o Ativo está longe do ponto de inadimplência. A “distância ao default” (DaD) é a distância, medida em número de desvios-padrão, entre o valor esperado do Ativo no vencimento T da Dívida (A_T) e o valor da Dívida naquele mesmo instante T e pode ser escrita da seguinte forma:

$$DaD = \frac{A_T - D}{A \cdot \sigma_A} \quad (3)$$

Para o cálculo de A_T está implícito o valor do Ativo em algum instante de tempo futuro, normalmente 1 ano. Supondo Distribuição Normal, se $DaD=1$, isto implica que estamos a 1 desvio de distância da inadimplência, o que implica uma probabilidade de *default* de aprox.15% (p-valor unicaudal).

4 Implementação proposta e metodologia

Na nossa proposta de implementação simplificada, em vez de fazer a solução das equações simultâneas para determinação do valor do Ativo (A) e da vol do Ativo (σ_A), vamos trabalhar com **duas variáveis *proxi*, uma para o valor do Ativo e outra para o valor da volatilidade do Ativo**. Estas e as demais variáveis do modelo são definidas abaixo.

Depois de feito isto, vamos comparar com a implementação tradicional de calibração descrita acima, resolvendo as equações (1) e (2) simultaneamente, a fim de checar se as diferenças são significativas.

Fonte de dados

Para testar a implementação proposta, precisamos nos valer das informações de uma empresa que tenha um grande volume de valores mobiliários negociados no mercado, tanto de dívida quanto de capital, que tenha um bom *disclosure* de suas informações financeiras, e que tenha liquidez nos seus instrumentos de dívida e capital próprio, de forma a que a ausência de informações não seja um empecilho à estimação do modelo.

A empresa escolhida para tal foi a Petrobrás, por ser a empresa que melhor atende aos quesitos levantados acima.

As fontes das informações utilizadas foram:

- Dados financeiros da empresa: site da própria Petrobrás
 - Demonstrativos contábeis
 - Índices financeiros
 - Dados históricos
- Dados da dívida da empresa: site da própria Petrobrás
 - Duration ou prazo médio
 - Composição da dívida por moeda
 - Custos da dívida por indexador
- Preços de ações: site da BM&F_Bovespa
 - Série histórica das diferentes classes de ações
- Spreads de crédito da empresa: Bloomberg
 - CDS

Período e frequência dos dados

Trabalhamos com a periodicidade *trimestral* para a aplicação do modelo. Isto em virtude de ser esta a periodicidade de publicação dos demonstrativos contábeis. As variáveis que estavam disponíveis em outra periodicidade foram ajustadas, conforme descrito abaixo, para manter a compatibilidade na aplicação ao modelo.

Iniciamos nosso período de aplicação no primeiro trimestre de 2006, e seguimos com a aplicação trimestral até o primeiro trimestre de 2009, pegando, portanto, um período de mercado otimista (1ºtri de 2006 até 2ºtri de 2007) e um período de mercado pessimista (3ºtri de 2007 até 4ºtri de 2008), entrando na fase de recuperação do mercado brasileiro (1ºtri de 2009).

Proxy do Ativo de Mercado

Como o valor de mercado do Ativo não é observável, definimos uma *proxi* para o seu valor somando o valor contábil da Dívida ao valor de mercado do PL, observável no mercado pelo preço das ações negociadas.

$$\bar{K}_T = PL_M + D_C \quad (5)$$

Esta forma de trabalhar é compatível com a hipótese de volatilidade zero do valor da Dívida e também com a forma de contabilização de capital de terceiros, que é feita pelo valor do principal mais encargos apropriados pelo período transcorrido. Não é feita até agora contabilização por valor de mercado das dívidas, sendo que eventuais ágios na negociação de debêntures e títulos deviam ser contabilizados diretamente contra o PL, capturados, portanto, na volatilidade do PL_M .

Proxy da Volatilidade do Ativo

Construímos uma *proxi* da volatilidade do Ativo (ζ_A) admitindo que a volatilidade da dívida (σ_D) é zero, portanto toda volatilidade do Ativo provém da volatilidade do valor das ações (σ_M). Como consequência desta hipótese, a volatilidade final do Ativo é proporcional à participação do PL_M na Capitalização Total da empresa (K_T). Usamos a forma tradicional de agregação de volatilidades:

$$\zeta_A = \sqrt{\left(\frac{D}{D + PL_M}\right)^2 \cdot \sigma_D^2 + \left(\frac{PL_M}{D + PL_M}\right)^2 \cdot \sigma_M^2 + 2 \cdot \left(\frac{D}{D + PL_M}\right) \cdot \left(\frac{PL_M}{D + PL_M}\right) \cdot COV(\sigma_D, \sigma_M)}$$

Como assumimos $\sigma_D=0$, a fórmula se reduz a:

$$\zeta_A = \sqrt{\left(\frac{PL_M}{D + PL_M}\right)^2 \cdot \sigma_M^2} \quad (6)$$

Este é o valor da volatilidade das ações ‘desalavancada’ pela participação da Dívida na Capitalização Total da empresa. Mas isto não pode ser verdade para os valores de mercado, pois nosso intuito é determinar o valor de mercado da dívida (D_M), que é desconhecido e flutua ao longo do tempo dependendo de fatores exógenos e endógenos à empresa, ou seja, é uma variável estocástica. Portanto, para reduzir o erro incorrido nesta hipótese ajustamos, conforme acima, o valor do Ativo de forma a excluir, *ex-ante*, flutuações no valor da Dívida. Desta forma, como o valor *proxi* do Ativo está ‘livre’ de flutuações provenientes da Dívida, mantemos a coerência entre as medidas.

Os valores que obtivemos para as volatilidades foram:

Tabela 1 - Volatilidades

	Vol Petr4 (1)	Volat Anual	% PL_M/K_T	Proxi Vol (ζ_A)
1T06	2.1%	32.7%	81.0%	26.5%
2T06	2.0%	32.1%	81.3%	26.1%
3T06	1.8%	28.2%	80.1%	22.6%
4T06	1.4%	22.6%	82.4%	18.6%
1T07	2.1%	33.1%	82.0%	27.1%
2T07	1.3%	21.2%	85.1%	18.0%
3T07	2.2%	35.3%	87.0%	30.7%
4T07	3.2%	50.2%	90.7%	45.5%
1T08	3.2%	50.6%	88.2%	44.6%
2T08	2.3%	35.7%	90.6%	32.4%
3T08	3.9%	62.3%	86.4%	53.8%
4T08	6.1%	96.9%	75.6%	73.2%
1T09	2.8%	44.0%	78.1%	34.4%
(1) média DesvPad 1 dia				

Valor do Passivo

Como o Passivo Total da empresa não é constituído somente por dívida onerosa e Patrimônio Líquido, mas também contém outras obrigações tais como Contas a Pagar com fornecedores, Impostos e taxas, Provisões, Resultados Futuros e outros, trabalhamos com a

figura da Capitalização Total da empresa, que é a soma do Patrimônio Líquido e da Dívida Total onerosa da empresa.

$$K_T = PL + D \quad (7)$$

Ambos os componentes da Capitalização Total da empresa (PL e D) podem assumir seus respectivos valores de mercado (PL_M e D_M) ou seus valores contábeis societários (PL_C e D_C). Se os valores forem de mercado chamamos a capitalização total de Capitalização de Mercado (K_{TM}); se os valores forem seus respectivos valores contábeis societários, então chamamos de Capitalização Contábil (K_{TC}). Lembramos que, por hipótese, o valor da capitalização total da empresa é igual ao valor do Ativo, ou seja, estamos trabalhando sem levar em consideração o ‘Passivo Não-Capital’ e, portanto, seu correspondente no Ativo.

Patrimônio Líquido

O Patrimônio Líquido Contábil (PL_C) é o valor do Patrimônio Líquido segundo a legislação societária brasileira. Já o Patrimônio Líquido de Mercado (PL_M) é o valor do Patrimônio Líquido medido pelo valor de mercado das ações multiplicado pelo número de ações em circulação (fora da tesouraria).

$$PL_M = p.m$$

onde: p = preço da ação, e
 m = número de ações em circulação.

Alavancagem Financeira

A alavancagem da empresa é definida como sendo a relação entre o capital de terceiros (D_T) e o capital próprio (PL_M), tal como é aplicada na equação (2); ou, alternativamente, como a relação entre o capital de terceiros e a capitalização total da empresa (D/K_T).

Fica claro que a alavancagem da empresa depende do tipo de valores que estamos usando, se valores de mercado ou valores contábeis.

Os valores que obtivemos para as variáveis acima foram:

Tabela 2 – Valores para Variáveis do Estudo

(BRL_MM) Trimestre	Dívida Contábil Total (D_T)	Patrimô- nio Líquido (PL_C)	Capitali- zação Total (K_T)	Passivo Não- Capital	Passivo Contábil Total (P_C)	Valor de Mercado do PL (PL_M)	Proxi do Ativo Val Merc. (A_M)	D_T/PL_M %
1T09	70,307	144,407	214,714	89,712	304,426	250,500	320,807	28.1%
4T08	64,713	138,365	203,078	89,086	292,164	200,399	265,112	32.3%
3T08	48,325	140,449	188,774	83,171	271,945	307,971	356,296	15.7%
2T08	41,955	129,708	171,663	78,601	250,264	405,450	447,405	10.3%
1T08	43,313	120,835	164,148	75,728	239,876	324,596	367,909	13.3%
4T07	39,741	113,854	153,595	77,633	231,228	387,814	427,555	10.2%
3T07	38,749	110,821	151,646	65,449	217,095	259,713	298,462	14.9%
2T07	39,820	107,279	147,099	63,786	210,885	226,547	266,367	17.6%
1T07	44,418	101,747	146,165	61,406	207,571	202,417	246,835	21.9%
4T06	46,605	97,531	144,136	66,402	210,538	218,475	265,080	21.3%
3T06	44,138	95,870	140,008	60,586	200,594	178,070	222,208	24.8%
2T06	43,521	93,164	136,685	53,837	190,522	189,395	232,916	23.0%
1T06	44,506	86,187	130,693	55,338	186,031	189,218	233,724	23.5%

Taxa de juros livre de risco

Em virtude de não aplicarmos nenhuma correção inflacionária aos valores utilizados, e o prazo de 5 anos ser relativamente longo, decidimos utilizar a taxa de juros real esperada pelo mercado. Para tanto obtivemos as taxas nominais negociadas na BM&F, para o prazo constante de 1 ano e deflacionamos esta taxa pela taxa de inflação esperada pelo mercado para os próximos 12 meses, obtida do relatório Focus do Banco Central do Brasil. Como nossa periodicidade é trimestral mas as observações destas taxas são diárias, fizemos o cálculo da média trimestral da taxa real, aplicando para a data de final de trimestre a média do trimestre transcorrido. Também admitimos por hipótese, que a estrutura a termo das taxas de juros reais é plana, com as taxas de todo o período de 5 anos assumidas iguais a esta taxa calculada de 1 ano.

Taxa de carregamento da Dívida (*Proxi*)

Uma vez determinados o valor de mercado e a volatilidade do Ativo, precisamos determinar o valor futuro esperado da Dívida. Até o prazo final de 5 anos utilizamos a taxa livre de risco acrescida do CDS observado no mercado. Este valor é uma *proxy* das reais taxas de carregamento, pois não dispúnhamos de toda informação de composição da dívida que necessitaríamos para calcular a taxa média da Dívida.

Na prática, a literatura não dá muita importância a este último ponto, e, dentro de nossa proposta de implementação simplificada, vamos usar o valor observado do CDS para gerar a taxa de carregamento da Dívida.

Taxas de CDS observadas

Os valores de cotação dos CDS de 5 anos que utilizamos foram obtidos da Bloomberg, e são uma média das cotações de *brokers* que informam a agência Bloomberg todos os dias. Novamente, como precisávamos somente de informações trimestrais, tiramos a média das 21 taxas dos dias próximos ao final do trimestre; 10 dias antes do último dia do trimestre e 10 dias depois, e do próprio último dia do trimestre. Desta forma tentamos capturar uma cotação média, que já leve em consideração as condições conjunturais próximas ao final do trimestre, quando são publicados os demonstrativos contábeis.

Os valores que obtivemos para as taxas de juros e para a taxa de carregamento da Dívida foram:

Tabela 3 – Valores para as Taxas de Juros e de Carregamento

Período	Tx Livre de Risco Real (r_f)	CDS (bps)	Tx de carregamento da Dívida (r_D)
1T06	10.4%	78.07	11.2%
2T06	9.8%	147.62	11.3%
3T06	9.2%	66.62	9.8%
4T06	8.4%	62.50	9.0%
1T07	7.9%	60.00	8.5%
2T07	6.9%	46.00	7.4%
3T07	6.9%	46.00	7.3%
4T07	7.1%	83.53	8.0%
1T08	7.3%	173.53	9.0%
2T08	8.4%	125.93	9.7%
3T08	8.8%	234.14	11.2%
4T08	8.6%	387.26	12.5%
1T09	5.9%	330.73	9.2%

Valor da Dívida

O Valor Atual (Contábil) da Dívida Total (D_T) é o valor contabilizado pela legislação societária brasileira de toda dívida onerosa da empresa, tanto as dívidas de curto prazo quanto as dívidas de longo prazo. Trata-se do valor de principal mais os encargos apropriados *pro rata temporis* até a data base do balanço.

Admitimos, por hipótese, que a composição da Dívida e o nível geral de endividamento da empresa permaneçam os mesmos até a data futura escolhida como vencimento da opção. No nosso caso escolhemos um horizonte de 5 anos, como dito acima. É admitido que a empresa consiga ‘rolar’ sua dívida nas mesmas condições, de forma a manter sua estrutura de capital atual.

O Valor Futuro da Dívida (D_{VF}) é o valor Contábil da Dívida (D_T) levado até a data futura (no caso, 5 anos à frente) pela taxa de carregamento da mesma. O ideal é fazer a apropriação até a data de vencimento pelas taxas contratadas, mas como esta informação não estava disponível, admitimos que a taxa de carregamento era o custo de mercado do CDS à época do fechamento de cada balanço.

O Valor Presente da Dívida (D_{VP}) é o valor futuro da Dívida (D_{FV}) descontado à taxa livre de risco até a data presente. Já o Valor de Mercado da Dívida (D_M) é o valor apurado pelo modelo de Merton. Como temos o valor do Patrimônio Líquido de Mercado (P_{LM}) como resultado direto do modelo (equivale ao prêmio da opção calculada pelo modelo), e temos o valor de mercado do Ativo (Proxi definida acima), por diferença obtemos o valor de mercado da Dívida. Ou seja:

$$D_M = A_M - P_{LM} \quad (8)$$

Já o Valor Projetado da Dívida (D_P) é o valor de mercado da Dívida (D_M) carregado até a data futura de vencimento pela taxa livre de risco.

Os valores encontrados para as variáveis acima foram:

Tabela 4 – Valores para a Dívida

(BRL_MM) Trimestre	Dívida Contábil (D_T)	Valor Futuro da Dívida (D_{FV})	Valor Presente da Dívida (D_{VP})	Valor de Mercado da Dívida (D_M)	Valor Projeta do da Dívida (D_P)
1T09	70,307	109,310	81,991	70,473	94,750
4T08	64,713	116,488	77,103	16,676	25,639
3T08	48,325	82,034	53,752	35,199	54,716
2T08	41,955	66,517	44,449	43,451	66,117
1T08	43,313	66,725	46,931	40,214	57,905
4T07	39,741	58,308	41,315	36,975	52,820
3T07	38,749	55,154	39,590	38,734	54,571
2T07	39,820	56,883	40,684	40,219	56,882
1T07	44,418	66,785	45,667	44,450	65,976
4T06	46,605	71,853	47,964	47,162	71,847
3T06	44,138	70,544	45,501	44,468	70,321
2T06	43,521	74,410	46,525	44,948	73,544
1T06	44,506	75,675	46,102	44,396	74,750

5 Resultados obtidos pelo método proposto (*Proxys*)

Valor de Mercado do Patrimônio Líquido

Aplicando a fórmula (1), com as duas variáveis *proxy* definidas acima (A_M e σ_A), e a fórmula (8), obtivemos os seguintes valores para o PL_M e para a D_M :

Tabela 5 – Valores de Mercado para o PL e para a Dívida

	Proxi do Ativo Val Merc. (A_M)	Proxi Vol (ζ_A)	Patrimônio Líquido de Mercado (PL_M)	Valor de Mercado da Dívida (D_M)
1T09	320,807	34.4%	250,334	70,473
4T08	265,112	73.2%	248,437	16,676
3T08	356,296	53.8%	321,096	35,199
2T08	447,405	32.4%	403,955	43,451
1T08	367,909	44.6%	327,695	40,214
4T07	427,555	45.5%	390,580	36,975
3T07	298,462	30.7%	259,728	38,734
2T07	266,367	18.0%	226,148	40,219
1T07	246,835	27.1%	202,385	44,450
4T06	265,080	18.6%	217,919	47,162
3T06	222,208	22.6%	177,740	44,468
2T06	232,916	26.1%	187,968	44,948
1T06	233,724	26.5%	189,327	44,396

Valor do Spread da Dívida

O próximo passo no nosso trabalho foi calcular o *spread* da Dívida, que é conseguido a partir do valor já obtido do valor Futuro da Dívida (D_{VF}) comparado com o valor de mercado projetado da Dívida (D_P), através da seguinte fórmula:

$$s = \left[\left(\frac{D_{VF}}{D_P} \right)^{\frac{1}{T}} - 1 \right] - r_f \quad (9)$$

Este valor deve ser comparado às cotações do CDS para verificação, como segue:

Tabela 6 – Valores para o *Spread* da Dívida

Período	Spread da Dívida (s)	CDS (bps)	Diferença (bps)	Média
1T06	0.836%	78.07	5.50	(18.64)
2T06	0.760%	147.62	(71.62)	
3T06	0.502%	66.62	(16.37)	
4T06	0.366%	62.50	(25.86)	
1T07	0.584%	60.00	(1.56)	
2T07	0.246%	46.00	(21.38)	
3T07	0.468%	46.00	0.83	
4T07	2.405%	83.53	156.94	744.96
1T08	3.366%	173.53	163.09	
2T08	0.494%	125.93	(76.56)	
3T08	9.616%	234.14	727.43	
4T08	38.913%	387.26	3,504.02	
1T09	3.256%	330.73	(5.15)	

6 Análise dos Resultados

O quadro acima mostra que o modelo na média subestima o *spread* nos momentos de baixo risco (ou de empresas de baixo risco) e superestima o *spread* em momentos de alto risco (alta volatilidade), o que está coerente com a literatura (JONES et al, 1984; EOM, HELWEGE e HUANG, 1984).

Para justificar e contextualizar a afirmação acima, usamos o quarto trimestre de 2007 (4T07) como divisor de águas e chamamos o período anterior de “baixo risco” e o período posterior (incluindo o 4T07) de “alto risco”. Este é o período em que a recente crise das hipotecas nos EUA se agravou, elevando a volatilidade das ações ao redor do mundo todo.

Independente dos valores calculados pelo modelo, observamos que o custo do CDS tem grande correlação com o nível de volatilidade do mercado e em especial com a volatilidade das ações da empresa objeto do swap, como podemos ver abaixo.

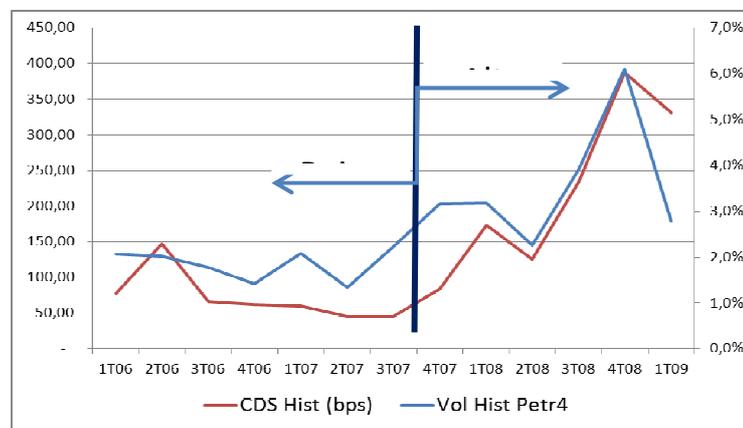


Gráfico 1 – CDS e Volatilidade Histórica

O que o modelo faz é majorar este efeito de forma relevante, conforme mostrado graficamente a seguir:

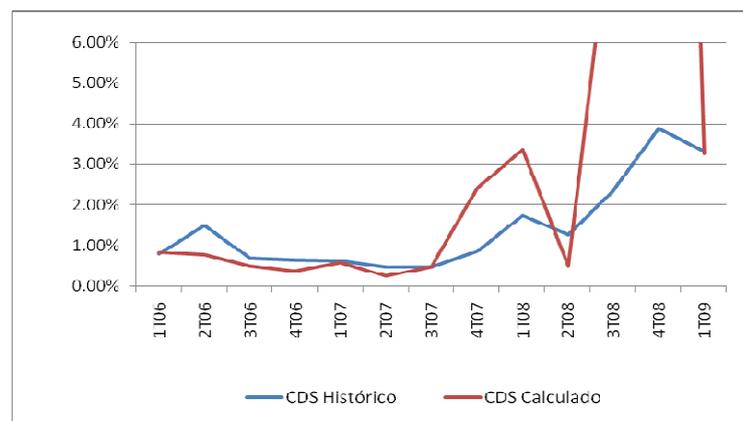


Gráfico 2 – Valores do CDS: histórico x calculado

Podemos ver que até o 3T07 (período de ‘baixo risco’) o CDS calculado pelo modelo esteve abaixo do CDS histórico observado no mercado; a partir daí o modelo calculou o *spread* do CDS acima do mercado. A exceção foi o 2T08, que foi quando a volatilidade de

Petr4 caiu também, ou seja, mostrou arrefecimento no risco. Mesmo assim, o modelo ‘exagerou’ na correção para baixo.

Não obstante este viés do modelo, a proposta que fizemos de usar uma aproximação (*proxi*) ‘desalavancada’ da volatilidade mostrou-se muito boa no modelo. No gráfico abaixo comparamos a volatilidade do PL_M calculada pela relação da equação (2), e a volatilidade real de mercado observada historicamente.

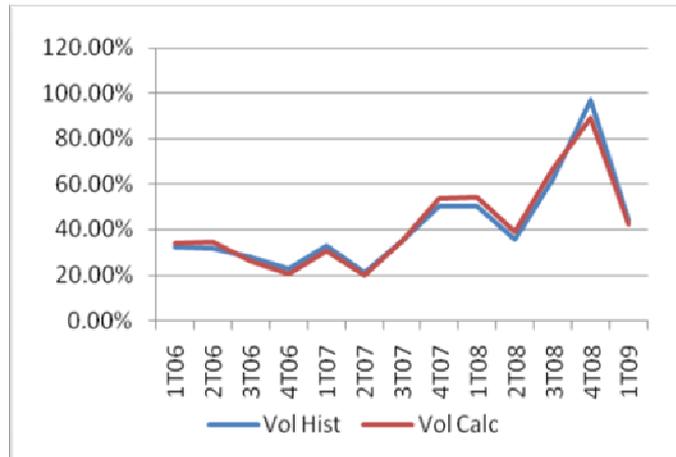


Gráfico 3 – Valores da Volatilidade: histórico x calculado

Percebe-se que a volatilidade do modelo aproxima-se bem da volatilidade observada.

Poderíamos imaginar que este efeito seria esperado, já que partimos da volatilidade das ações para chegar à volatilidade *proxi* do Ativo, mas a forma como chegamos à *proxi* da volatilidade do Ativo usa a desalavancagem baseada na *proxi* do valor de mercado do Ativo, que é bem diferente do valor contábil do mesmo, conforme se vê abaixo.

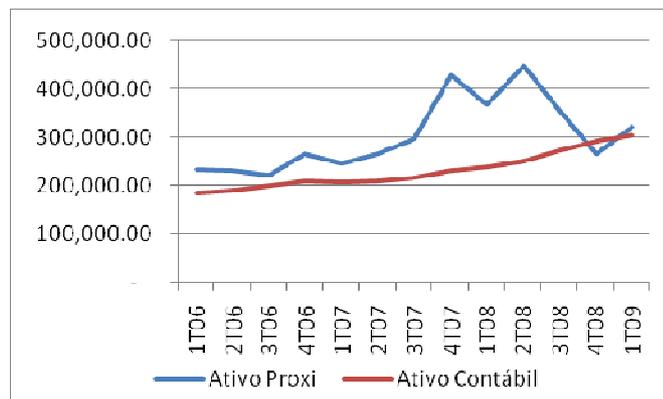


Gráfico 4 – Valores para o Ativo

Na estimação do valor de mercado da Dívida e do Patrimônio Líquido, o modelo também tem um viés forte no sentido de superestimar o risco, atribuindo um valor bastante baixo à dívida, conforme podemos ver abaixo.

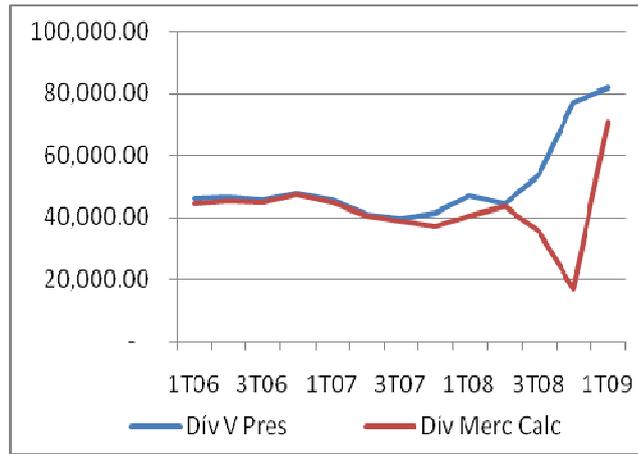


Gráfico 5 – Valores para a Dívida

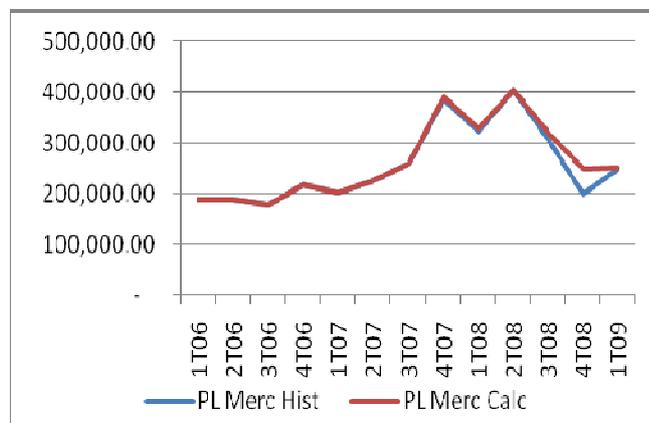


Gráfico 6 – Valores para o PL

A explicação imediata para a atribuição de um valor de mercado para a Dívida tão abaixo do valor presente da mesma é o elevado *spread* que o modelo atribui à empresa. Este *spread* é usado intrinsecamente ao modelo para ‘descontar’ o valor futuro da Dívida. No quarto trimestre, por exemplo, o *spread* calculado foi de 38,91% contra 3,87% de mercado, o que explica o baixo valor de mercado da Dívida (D_M) calculado pelo modelo para aquele trimestre.

Conseqüentemente, o valor de mercado do Patrimônio Líquido (PL_M) ficou acima do valor histórico observado. Porém, de uma forma geral o modelo estimou bem esta variável, exceção feita aos dois trimestres de crise mais aguda (3T08 e 4T08).

7 Comparação com o método de equações simultâneas

O próximo passo que demos foi comparar os resultados obtidos pelo método proposto aqui com o método tradicional da solução numérica de equações simultâneas (equações (1) e (2)).

Comparamos diretamente as duas variáveis que são entrada do modelo e precisam ser estimadas, o Ativo a valor de Mercado (A_M) e a Volatilidade do Ativo (σ_A), e as duas principais variáveis de saída do modelo, o valor de mercado do Patrimônio Líquido (PL_M) e o valor de mercado da Dívida (D_M). Em ambos os casos identificamos as duas soluções, a proposta e a convencional, por *Proxi* e *Calibra*, respectivamente. Os resultados estão na Tabela 7 a seguir.

Tabela 7 – Valores Comparados: método tradicional x método proposto

	(A_M) Proxi	(A_M) Calibra	(ζ_A) Proxi	(ζ_A) Calibra	(PL_M) Proxi	(PL_M) Calibra	(D_M) Proxi	(D_M) Calibra
1T06	233,724	233,705	26.47%	25.54%	189,327	189,158	44,396	44,547
2T06	232,916	232,879	26.13%	24.29%	187,968	187,669	44,948	45,210
3T06	222,208	222,224	22.57%	24.35%	177,740	177,923	44,468	44,301
4T06	265,080	265,081	18.65%	20.51%	217,919	217,935	47,162	47,146
1T07	246,835	246,872	27.12%	29.19%	202,385	202,877	44,450	43,995
2T07	266,367	266,367	18.04%	19.24%	226,148	226,149	40,219	40,218
3T07	298,462	298,462	30.72%	30.72%	259,728	259,729	38,734	38,733
4T07	427,555	427,513	45.54%	42.71%	390,580	389,264	36,975	38,249
1T08	367,909	367,817	44.64%	41.52%	327,695	325,650	40,214	42,167
2T08	447,405	447,396	32.39%	29.45%	403,955	403,765	43,451	43,631
3T08	356,296	356,124	53.82%	50.02%	321,096	317,186	35,199	38,939
4T08	265,112	265,408	73.21%	79.28%	248,437	252,807	16,676	12,601
1T09	320,807	321,087	34.35%	35.83%	250,334	252,557	70,473	68,530

Testamos se a diferença entre as duas variáveis é estatisticamente diferente de zero e concluímos que em nenhum caso podemos refutar a hipótese nula de diferença de médias igual a zero, ou seja, o método proposto para calibrar o modelo de Merton via variáveis *proxi* é tão bom quanto o método mais tradicional de calibração via solução das equações simultâneas.

Tabela 8 – Resultado do Teste de Diferença de Médias

t-Test: Paired Two Sample for Means						
	(A_M) Proxi	(A_M) Calibra	(ζ_A) Proxi	(ζ_A) Calibra	(PL_M) Proxi	(PL_M) Calibra
Mean	303,898.13	303,918.05	34.896%	34.820%	261,793.16	261,743.64
Variance	5,612,971,368.44	5,608,399,538.26	2.47259%	2.62283%	5,788,428,178.87	5,682,579,804.37
Observations	13	13	13	13	13	13
Pearson Correlation	99.99986%		98.46878%		99.97110%	
Hypothesized Mean Difference	0		0		0	
df	12		12		12	
t Stat	-0.551952121		0.096699164		0.091544552	
	t Crit one-tail	P(T<=t) one-tail	t Crit one-tail	P(T<=t) one-tail	t Crit one-tail	P(T<=t) one-tail
	1.782287548	0.295556224	1.782287548	0.462280771	1.782287548	0.464285174
	t Crit two-tail	P(T<=t) two-tail	t Crit two-tail	P(T<=t) two-tail	t Crit two-tail	P(T<=t) two-tail
	2.178812827	0.591112449	2.178812827	0.924561542	2.178812827	0.928570347

8 Considerações Finais

Propusemos um método simplificado de calibração do modelo de Merton através de *proxis* das variáveis do Ativo a valor de Mercado (A_M) e da Volatilidade do Ativo (σ_A). Aproximamos A_M somando o valor de mercado do Patrimônio Líquido ao valor contábil da Dívida, e aproximamos σ_A desalavancando a volatilidade do retorno das ações proporcionalmente à sua participação na Capitalização Total da empresa. Testamos o método através de um caso com os dados da Petrobrás S.A. e obtivemos resultados tão bons quanto o método de calibração por solução de equações simultâneas. Este estudo de caso mostra que, pelo menos para empresas abertas, pode ser possível simplificar a calibração de um modelo estrutural a partir do valor de mercado do PL, do valor contábil da Dívida e da volatilidade das ações, que são valores prontamente disponíveis, sem prejudicar de forma expressiva os resultados.

Apesar dos resultados terem se mostrado promissores, para que possamos realmente testar a eficácia do método:

O Uso do Modelo de Merton para Obtenção de Spreads de Crédito: uma Proposta de Implementação...

- Precisamos aplicar o método proposto em uma amostra estatisticamente significativa, com um número grande de empresas;
- Precisamos obter o valor futuro da Dívida através das taxas contratadas, quando formos aplicar o modelo ao curto prazo, e através de modelos de equilíbrio de mercado tipo CAPM ou APT para prazos mais longos;
- Precisamos aplicar o método a CDS de várias maturidades;
- Precisamos testar outros modelos de apreçamento de opções na obtenção dos *spreads* de crédito, tais como modelos de taxas de juros estocástica ou volatilidade estocástica;
- Precisamos testar modelos que permitam trabalhar com Capital Próprio e de Terceiros, com composição de vários tipos de Dívida, tais como tranches senior e subordinada, dívida conversível, ações preferenciais e ordinárias etc.

Referências

BRUCHE, M. **Estimating Structural Bond Pricing Models via Simulated Maximum Likelihood**. Financial Markets Group - London School of Economics, Working Paper, 2004.

CROSBIE, P. J.; BOHN, J. R. **Modelling Default Risk**. Working Paper, KMV Corporation, 2002.

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

DUAN, J. C.; GAUTHIER, G.; SIMONATO, J. G. **On the Equivalence of KMV and Maximum Likelihood Methods for Structural Credit Risk Models**. University of Toronto, 2004.

ELIZALDE, A. **Credit Risk Models II: Structural Models**. CEMFI Working Paper 0606, 2006.

EOM, Y.; HELWEGE, J.; HUANG, J. Structural Models of Corporate Bond Pricing: An Empirical Analysis. **Review of Financial Studies**, v. 17, n. 2, 499-544, 1984.

ERICSSON, J.; RENEBY, J. Estimating Structural Bond Pricing Models. **Journal of Business**, v. 78, n. 2, 707-735, 2005.

GESKE, R. The Valuation of Corporate Liabilities as Compound Options. **Journal of Financial and Quantitative Analysis**, v. 12, n. 4, 541-552, 1977.

GESKE, R. The Valuation of Compound Options. **Journal of Financial Economics**, v. 7, n. 1, 63-81, 1979.

GESKE, R.; ZHOU, Y. **Capital Structure Effects on Prices of Firm Stock Options: Tests Using Implied Market Values of Corporate Debt**. UCLA Working Paper, 2009.

HULL, J.; NELKEN, I.; WHITE, A. **Merton's Model, Credit Risk, and Volatility Skews**. University of Toronto, Working Paper, 2004.

HULL, J.; PREDESCU, M.; WHITE, A. **The Relationship Between Credit Default Swap Spreads, Bond Yields, And Credit Rating Announcements**. Working Paper University of Toronto, 2004.

HSU, J.; SAÁ-REQUEJO, J.; SANTA-CLARA, P. **Bond Pricing with Default Risk**. UCLA Working Paper, 2004.

JONES, E. P.; MASON, S. P.; ROSENFELD, E. Contingent Claims Analysis of Corporate Capital Structure: An Empirical Investigation. **Journal of Finance**, n.39, 611-625, 1984.

LONGSTAFF, F. A.; SCHWARTZ, E. S. A Simple Approach to Valuing Risky Fixed and Floating Rate Debt. **Journal of Finance**, n. 50, 789-819, 1995.

MERTON, R. On the Pricing of Corporate Debt: The Risk Structure of Interest Rates. **Journal of Finance**, n.29, 449-470, 1974.

RONN, E. I.; VERMA, A. K. Pricing Risk-Adjusted Deposit Insurance: An Option Based Model. **Journal of Finance**, n.41, 871-895, 1986.

Anexos

A) Métodos alternativos de estimação de modelos estruturais

A.1) Alternativa 2 – Método da opção composta

Uma outra maneira de implementar a estimação do MM foi desenvolvida por Hull et al(2004) e por Geske e Zhou(2009). Este método usa a teoria de precificação de opções compostas de Geske, onde uma opção sobre uma ação da empresa pode ser considerada uma opção sobre uma opção, já que o valor das ações é considerado uma opção sobre o valor dos ativos. Portanto, com duas volatilidades implícitas os autores resolvem o problema, começando por determinar a solução da equação do valor do capital próprio (E) acima, para uma determinada data de vencimento das dívidas (T). Com isso obtemos a relação entre a alavancagem da empresa e a volatilidade do Ativo(σ_A). O *spread* de crédito que irá ser usado para descontar a Dívida e chegar ao valor presente da mesma, pode ser encontrado com a seguinte equação:

$$s = y - r = -\ln \left[N(d_2) + N(-d_1)/L \right] / T \quad (4)$$

Onde:

L = alavancagem da empresa (A/De^{-rT});

s = *spread* de crédito;

y = rendimento da Dívida

r = tx livre de risco.

N(.) = Normal Acumulada

Esta implementação, segundo os autores, permite que os *spreads* de créditos sejam estimados diretamente das volatilidades implícitas das opções sobre as ações. É um potencial atrativo adicional sobre a implementação tradicional de “calibração”, além de não necessitar de dados sobre a estrutura do Passivo da empresa, que nem sempre está plenamente disponível ou perfeitamente transparente.

A.2) Alternativa 3 – Método da máxima verossimilhança simples

Este método visa suplantiar algumas deficiências principalmente do Método de Calibração, e foi proposto por Ericsson e Reneby (2005), desenvolvendo uma outra proposta de Duan (1994). As críticas dos autores são essencialmente de que o método de calibração não distingue os efeitos da volatilidade e da alavancagem financeira, e chega mesmo a confundir as duas coisas.

Como os modelos estruturais normalmente seguem a postulação tradicional de que as variações do valor do ativo seguem um Movimento Browniano Geométrico (MBG), isto implica que o log do valor do ativo tem distribuição Gaussiana, o que é muito conveniente por ter propriedades matemáticas atrativas e muitas vezes simples. O método propõe que pela distribuição do valor do ativo ser Gaussiana, para se inferir suas propriedades desconhecidas basta relacioná-la a outra distribuição conhecida através de uma função matemática adequada.

A outra distribuição que deve ser conhecida é distribuição dos retornos do preço da ação da empresa, que é definida pela média e variância, ambas extraídas dos preços de mercado observados. Se o Jacobiano da função que relaciona o preço das ações com o valor do ativo da empresa é conhecido, então podemos derivar a função de verossimilhança (*log-likelihood*) e maximizá-la pelas técnicas convencionais.

A.3) Alternativa 4 – Método da máxima verossimilhança simulada

Este método é semelhante ao método anterior, porém se utiliza de mais informações de mercado para fazer as estimações do modelo. Foi proposto por Bruche(2004).

A crítica do autor é de que Ericsson e Reneby(2002) se valem somente do preço das ações para fazer a estimação do modelo, o que é pouco comparado com as informações disponíveis no mercado.

Idealmente, se existem informações de títulos de dívida negociados no mercado secundário, derivativos de crédito ou outras informações contábeis disponíveis, estes devem ser usados para fazer a estimação do modelo, dado que as condições de não-arbitragem, ou “lei do preço único”, devem ser respeitadas.

Para Bruche(2004), não fica claro o motivo pelo qual se admite, em várias críticas na literatura, que o modelo estimado gera preços não-viesados para o patrimônio líquido e preços viesados para a dívida, dado que um dos dois sai por diferença do outro em relação ao valor total do ativo. Se as estimativas na precificação da dívida são admitidas como viesadas, então as estimativas na precificação do patrimônio também devem ser.

Esta alternativa quer mostrar que a hipótese de que a precificação correta do patrimônio, ou zero erro na observação dos preços, induz sério viés na estimação do modelo.

A dificuldade maior deste método recai no problema de filtragem não linear, ou seja, vamos precisar de métodos matemáticos sofisticados de aproximação numérica das funções para resolver o problema.

B) Riscos que geram volatilidade no valor da empresa

O primeiro conjunto de riscos envolvidos na avaliação que o mercado faz sobre a empresa se refere ao risco do negócio, que se apresenta na volatilidade esperada do fluxo de caixa gerado pelos ativos. Alguns dos principais riscos que a empresa enfrenta são Flutuações da demanda, Flutuações nos preços de venda, Flutuações no preço de matérias-primas, Poder de mercado, Obsolescência tecnológica, Exposição ao risco país, Alavancagem operacional.

Todos estes riscos são característicos do setor em que a empresa opera, atingindo todos os concorrentes de forma semelhante, mas também são parcialmente controláveis pela administração da empresa. A capacidade que a administração de cada empresa tem de reduzir o impacto de cada fator de risco sobre o negócio da empresa se materializa em menor volatilidade do fluxo de caixa daquela empresa e, conseqüentemente, na percepção que o mercado tem sobre o risco global daquela empresa em particular.

O risco que se materializa na flutuação de *spreads* da dívida da empresa também é fruto dos mesmos fatores de risco, pois a viabilidade da empresa e sua capacidade em honrar todos os vencimentos da dívida, é em grande parte função da estabilidade do fluxo de caixa da empresa. Na medida em que aumenta a desconfiança do mercado de que a empresa não tenha capacidade de honrar seus compromissos financeiros, o custo que esta empresa terá na emissão de novas dívidas, ou na repactuação de dívida antiga, será maior.

O risco que se verifica na flutuação do preço das ações da empresa é reflexo do risco do negócio da empresa, que afeta diretamente a remuneração do capital dos acionistas, mas também é fruto do risco de que o fluxo de caixa da empresa não seja suficiente para pagar os compromissos da dívida e ainda remunerar os acionistas adequadamente. Na medida em que aumenta o tamanho da dívida e seus encargos, deve sobrar menos para o acionista, pois os credores têm preferência na repartição dos resultados da empresa.

Além destes riscos endógenos ao negócio e à empresa há os riscos exógenos decorrentes do ambiente macroeconômico. O principal destes riscos é o risco de flutuação das taxas de juros, que afeta diretamente o valor descontado dos fluxos financeiros futuros.

Este é um ponto que mereceu algumas versões específicas dentre os métodos de estimação dos modelos estruturais, pois a constância da taxa de juros está entre as hipóteses básicas do modelo de BS&M, ver por exemplo Ronn e Verma(1986), Longstaff e Schwartz (1995) e Hsu, Saá-Requejo e Santa-Clara (2004).

C) Credit Default Swap

O CDS é um instrumento derivativo, negociado normalmente em balcão, mas sob cláusulas padronizadas, que visa dar proteção contra a inadimplência de determinada empresa. O comprador de proteção paga um certo valor, normalmente semestral, para que a contraparte (o vendedor de proteção) garanta o pagamento de algum título emitido pela empresa objeto do CDS. Caso a emissora do título venha a se tornar inadimplente, ou haja algum evento de crédito (que deteriore a qualidade de crédito do emissor) definido em contrato, o comprador entrega o título não honrado ao vendedor de proteção e este, por sua vez, entrega o valor de face do título ao comprador de proteção. O instrumento funciona como um seguro de crédito.

A cotação do CDS é aplicada sobre o valor de face do título garantido pelo instrumento, e é praticamente o próprio *spread* de crédito para uma determinada empresa e para um determinado prazo. Para uma descrição mais detalhada do instrumento CDS e suas cotações veja Hull, Predescu e White(2004).