



Disponível em
<http://www.anpad.org.br/rac-e>

RAC-Eletrônica, Curitiba, v. 2, n. 2, art. 9,
p. 311-329, Maio/Ago. 2008



Probabilidade de Inadimplência de Empresas Brasileiras Refletida nas Informações do Mercado Acionário

Probability of Default by Brazilian Companies Reflected on Information from the Stock Market

Andrea Maria Accioly Fonseca Minardi *
Doutora em Administração pela FGV-EAESP.
Professora do Ibmecc São Paulo, São Paulo/SP, Brasil.

*Endereço: Andréa Maria Accioly Fonseca Minardi
Rua Quatá, 300, São Paulo/SP, 04546-042. E-mail: minardi@isp.edu.br

Copyright © 2008 RAC-Eletrônica. Todos os direitos, inclusive de tradução, são reservados.
É permitido citar parte de artigos sem autorização prévia desde que seja identificada a fonte.

RESUMO

O valor de mercado do patrimônio líquido pode ser enxergado como opção de compra nos ativos da empresa, mediante a liquidação da dívida com os credores. Essa abordagem tem como base a Teoria da Firma proposta por Merton (1974) e permite estimar a probabilidade de inadimplência implícita no preço das ações através do modelo de Black e Scholes (1973). O objetivo deste artigo é avaliar os resultados desta metodologia no mercado de ações Brasileiro. Se o mercado acionário é razoavelmente eficiente, ambas as metodologias deveriam resultar em avaliação de qualidade de crédito semelhantes, pois tanto os preços de ações quanto as opiniões de crédito das agências estão baseados em informações fundamentalistas sobre as empresas emissoras. Para isso, foi selecionada uma amostra das ações de maior volume de negociação de empresas brasileiras que possuem *rating* de crédito em moeda doméstica na Moody's e/ou Standard&Poor's. As probabilidades de inadimplência estimadas pelo modelo de Black&Scholes-Merton destas empresas foram comparadas às taxas de mortalidade históricas divulgada pela Moody's e associadas a *ratings* de crédito. Os *ratings* de crédito estimados foram comparados aos *ratings* atribuídos pela Moody's e S&P. Na maior parte dos casos houve convergência nas comparações.

Palavras-chave: risco de crédito; teoria de opções; *rating* de crédito; modelos estruturais; probabilidade de inadimplência.

ABSTRACT

Equity market value is analogous to a call option on the firm's assets, contingent in the liquidation of debt. This approach is based on the Firm Theory proposed by Merton (1974) and allows us to estimate the default probability that is implicit in the stock price using the Black & Scholes (1973) model. This article intends to analyze the results of this methodology in the Brazilian stock market. We selected a sample of companies that have shares traded actively on the BOVESPA (Brazilian Stock Exchange) and credit ratings from Moody's and or Standard & Poor's. We estimated default probabilities for the sample companies using the Black & Scholes – Merton Model, compared them with Moody's mortality rates and associated them with ratings. Stock market analysts use fundamentalist information to estimate stock intrinsic value and rating agencies use the same kind of information to build credit quality opinion. In general the credit quality derived by both methodologists should converge in most cases. Our results show that in most cases agencies' credit ratings and ratings estimated by the stock prices are coincident.

Key words: credit risk; option theory; credit rating; structural models; default probability.

INTRODUÇÃO

Merton (1974) elaborou a Teoria da Firma, que enxerga o valor de mercado do patrimônio líquido como opção de compra nos ativos da empresa, mediante a liquidação da dívida com os credores. Essa abordagem permite estimar a probabilidade de inadimplência implícita no preço das ações através do modelo de Black e Scholes (1973). A KMV, uma boutique de *software* de risco de crédito, hoje pertencente à Moody's, tem um serviço chamado de "Credit Monitor", que divulga probabilidades de inadimplência com base na Teoria de Opções desde 1993. Esses modelos estruturais, também denominados de modelos do tipo Merton ou modelos tipo Black& Scholes – Merton, estão sendo bastante utilizados na comunidade bancária em gestão de risco de crédito. Eles tendem a transmitir informações que antecedem os eventos de crédito, ao mesmo tempo que refletem a idéia de marcação a mercado na avaliação de risco de crédito de obrigacionistas.

McQuown (1993) analisou mais de 2.000 empresas americanas que ficaram inadimplentes ou faliram, nos últimos 20 anos, e mostrou que em todos os casos existe um aumento brusco da probabilidade de inadimplência apurada pelo modelo de Teoria de Opções utilizado pela KMV entre um e dois anos antes da inadimplência, e que a alteração destas probabilidades também antecipa em pelo menos um ano os rebaixamentos de *ratings* da Moody's e Standard& Poor's.

O modelo utilizado por McQuown é propriedade da KMV e não é divulgado em sua totalidade. Entretanto possui fundamentos semelhantes aos do modelo de Black&Scholes – Merton, que foi utilizado neste trabalho. Se, por um lado, esses modelos estruturais possuem grande capacidade de previsão e antecedem os eventos de crédito, por outro lado, conforme apontado por Servigny e Renault (2004), podem refletir reações em excesso do mercado em relação a informações. As agências de *rating*, segundo os autores, preocupam-se em divulgar opiniões de longo prazo. Por isso só alteram o *rating*, se considerarem que a mudança da condição do emissor ou da emissão não é evento temporário ou cíclico, enquanto as probabilidades de inadimplência estimadas pela Teoria de Opções se alteram com a mudança dos preços das ações, que podem refletir reação em excesso a notícias.

Os *ratings* de crédito das agências prezam uma visão de longo prazo, mas incorrem no custo, algumas vezes, de reagir a eventos de crédito, ao invés de antecipar-se a eles. O risco de crédito, apurado em modelos estruturais, antecipa eventos de crédito, mas tem o custo de refletir excesso de otimismo ou pessimismo de analistas de mercado. De acordo com Marmery (2006), a Moody's reconhece o potencial e limitações das duas abordagens; por isso desenvolveu medidas indicadoras de *rating* a partir de sinais de mercado, que são utilizadas como informações complementares aos *ratings* tradicionais. Pesquisas na Moody's mostram que as taxas de inadimplência são significativamente maiores para emissores cujas informações dos títulos negociados indicam *ratings* mais baixos do que os tradicionais. A discrepância entre os *ratings* das duas abordagens podem prever alterações de *ratings* tradicionais e até mesmo má precificação de títulos de dívida.

Em situação de equilíbrio, tanto os *ratings* de agências como os *ratings* com base em modelos estruturais deveriam convergir. Ambos estão baseados nas análises dos fundamentos do emissor. As agências de *rating*, para dar uma opinião sobre a qualidade de crédito, analisam informações contábeis, a indústria, o negócio, a situação competitiva da indústria, a qualidade dos executivos, de maneira análoga aos analistas de ações, que precificam os títulos com base nos mesmos fundamentos. Por isso, se o mercado de ações for razoavelmente eficiente, as opiniões de crédito das agências, refletidas nos preços das ações, deveriam convergir na maior parte dos casos; assim, os modelos estruturais poderiam ser utilizados na gestão de risco de crédito.

O objetivo deste artigo é comparar o resultado das taxas de inadimplência apuradas pelo modelo de Black & Scholes- Merton com o *rating* de crédito atribuídos por Moody's e Standard&Poor's. A convergência, na maior parte dos casos analisados, é uma maneira de validar a afirmação de Zhang (2006) de que modelos bem construídos podem funcionar bem em mercados emergentes. Além disso, o artigo discute como essa metodologia pode ser utilizada para atribuir *ratings* de crédito a empresas brasileiras que tenham ações negociadas na BOVESPA. Na grande maioria dos casos analisados não

houve divergências no nível dos *ratings* consolidados no nível da letra das agências de Moody's e Standard & Poor's com os estimados pela abordagem de opções.

O artigo está organizado como segue. Na segunda seção é feita uma explicação sobre o que é *rating* de crédito, como são apurados, como se relacionam com taxas históricas de inadimplência e com o spread de crédito. Na terceira seção é apresentada uma explicação sobre a aplicação da Teoria de Opções para apurar probabilidade de inadimplência. Na quarta seção descrevem-se a amostra e a metodologia adotada; na quinta seção os resultados são apresentados e discutidos; na sexta seção o trabalho é concluído.

RATING DE CRÉDITO

Segundo Crouhy, Galai e Mark (2000), as duas principais agências de risco de crédito são Standard & Poor's e Moody's. Ambas detêm posição tão dominante que já foram alvo do departamento de justiça americano em relação a práticas que lesam a competição na indústria de *rating* de obrigações. As próximas agências, em termos de reputação e tamanho, são a Duff & Phelps e Fitch. A Standard & Poor's e Moody's dão *ratings* tanto para as emissões quanto para os emissores, e essa informação é pública. Esses *ratings* têm grande correlação com o spread de crédito cobrado na taxa de juros das obrigações.

Um *rating* de crédito não é recomendação de investimento em determinado emissor ou determinada emissão. A Standard & Poor's (2003) define o *rating* de crédito de uma emissão como opinião corrente da qualidade de crédito de um determinado obrigacionista, a respeito de uma obrigação financeira específica, ou de uma classe de obrigações específicas ou de um programa financeiro específico. Leva em conta a qualidade de crédito da entidade que dá garantia, seguradoras e outras formas de assegurar o crédito da obrigação. Leva em conta também a moeda em que a emissão é denominada.

A definição de *ratings* de crédito de emissores é opinião corrente sobre a capacidade geral financeira do obrigacionista para pagar as obrigações financeiras. A opinião foca a capacidade e disposição de um emissor cumprir suas obrigações financeiras, à medida que elas vençam. Não é referente a nenhuma obrigação financeira específica, pois não considera a natureza e provisões específicas de nenhuma obrigação, nem a qualidade de crédito dos garantidores, seguradores ou outras formas de garantia de crédito da obrigação específica. Os *ratings* de crédito de emissores podem tanto ser corporativos, no caso de empresas emissoras, como soberanos, no caso de países.

Para conceder um *rating* de crédito, as agências baseiam-se em informações correntes quantitativas e qualitativas disponibilizadas pelos obrigacionistas ou obtidas por outras fontes consideradas confiáveis. Os *ratings* de crédito podem ser alterados, suspensos ou retirados como resultados de mudanças ou falta de disponibilidade de tais informações.

Considerações sobre o risco país fazem parte da análise de risco de crédito tanto de emissões como de emissores. A moeda dos pagamentos é fator chave nesta análise. A capacidade de um obrigacionista em pagar uma obrigação em moeda estrangeira pode ser menor do que sua capacidade de pagar obrigações em sua moeda local, devido à capacidade do governo soberano ter menor capacidade de pagar dívidas externas do que dívidas internas. Em caso de moratória de um país, o Banco Central pode reter os fluxos de capitais em moeda estrangeira que deixarão o país, impedindo o envio do pagamento dos serviços de uma obrigação em moeda estrangeira. As considerações sobre risco soberano são incorporadas nos *ratings* atribuídos a emissões específicas. Os *ratings* de crédito de emissores em moeda estrangeira também são distintos dos *ratings* de crédito em moeda local, para identificar situações em que o risco soberano os torna diferente para o mesmo obrigacionista.

Os *ratings* de crédito de emissores em moeda estrangeira possuem como teto o *rating* soberano do país. Os *ratings* de crédito de emissões em moeda estrangeira não necessariamente estão sujeitos a

esse teto, pois podem ter garantias, seguros ou outros instrumentos que garantam que sejam honrados mesmo na eventualidade de uma moratória do país.

A Tabela 1 contém o significado de cada *rating*. A interpretação dos *ratings* é da autora, e tem como base os documentos da Standard & Poor's (2003) e Crouhy *et al.* (2000). As três primeiras colunas referem-se a *ratings* de crédito com grau de investimento e as três últimas colunas a *ratings* com graus especulativos. A definição dos *ratings* refere-se ao nível da letra, por exemplo, AAA (S&P) e Aaa (Moody's), ou AA (S&P) e Aa (Moody's). O nível da letra, como pode ser observado na Tabela 1, tem gradações tanto para o AA da S&P: AA+, AA e AA- como para o Aa da Moody's: Aa1, Aa2 e Aa3, e para os demais níveis. As interpretações dos *ratings* da S&P e Moody's quanto à capacidade de pagamento são semelhantes, mas conforme explicado por Servigny e Renault (2004), a primeira dá uma opinião quanto à probabilidade de inadimplência de um emissor, e a segunda reflete uma opinião quanto à perda esperada (probabilidade de inadimplência multiplicada pela perda em caso de inadimplência) de um título, embora divulgue *ratings* de emissores e *ratings* de emissões.

Tabela 1: Definição dos Ratings de Crédito de Emissores

Rating de Grau de Investimento			Rating de Grau Especulativo		
S&P	Moody's	Interpretação	S&P	Moody's	Interpretação
AAA	Aaa	A maior qualidade de crédito. Capacidade de pagamento de juros e principal extremamente elevada.	BB+ BB BB-	Ba1 Ba2 Ba3	Representa o menor grau de especulação. Entretanto o emissor está exposto a incertezas e condições adversas de negócios, financeiras ou econômicas que podem levar à capacidade inadequada de pagamento.
AA+ AA AA-	Aa1 Aa2 Aa3	Capacidade muito forte de pagamento de juros e principal. Difere pouco da capacidade de pagamento dos obrigacionistas de maior qualidade.	B+ B B-	B1 B2 B3	Obrigações de alto risco. Correntemente tem capacidade para honrar os compromissos financeiros. Mas condições adversas de negócios, financeiras ou econômicas provavelmente irão impedir a capacidade ou disposição a pagar os compromissos financeiros.
A+ A A-	A1 A2 A3	Capacidade forte de pagar juros e principal. É mais suscetível aos efeitos adversos de mudanças nas circunstâncias e condições econômicas que os obrigacionistas de <i>rating</i> mais elevados.	CCC+ CCC CCC- CC	Caa1 Caa2 Caa3	Vulnerabilidade corrente a inadimplência e depende de condições favoráveis de negócios, financeiras e econômicas para honrar suas obrigações. Em caso de condições adversas, provavelmente não honrará os compromissos financeiros.

(conclusão)
Tabela 1: Definição dos *Ratings* de Crédito de Emissores

<i>Rating</i> de Grau de Investimento			<i>Rating</i> de Grau Especulativo		
S&P	Moody's	Interpretação	S&P	Moody's	Interpretação
BBB+	Baa1	Capacidade adequada de pagar juros e principal. Entretanto condições econômicas adversas ou mudanças de circunstâncias têm maior probabilidade de levar a uma deterioração da capacidade do obrigacionista honrar seus compromissos financeiros.	C	Ca	Utilizados em situações nas quais foram feitos pedidos de falência, mas as obrigações financeiras continuam sendo pagas.
BBB	Baa2				
BBB-	Baa3				
			D		Inadimplente

Fonte: compilação da autora com base nos documentos da Standard&Poor's (2003) e Crouhy *et al.* (2000).

De acordo com Altman, Caouette e Narayanan (1998), para dar um *rating* de crédito a Standard&Poor's foca no risco de negócio (características da indústria, posição competitiva, administração) e risco financeiro (características financeiras, política financeira, lucratividade, estrutura de capital, proteção de fluxo de caixa, flexibilidade financeira). Dessas categorias, a Standard&Poor's diz que o risco da indústria (análise da força e estabilidade da indústria em que a firma opera) possui o maior peso na decisão de *rating*. A Moody's alega que também foca nos fundamentos do negócio, como características da oferta e demanda, liderança do mercado e posição de custo. Ao analisar o risco financeiro, a S&P calcula diversos índices financeiros (cobertura de juros, alavancagem e fluxo de caixa) e os acompanha ao longo do tempo. Embora existam algumas divergências entre os *ratings* concedidos pela Standard&Poor's e Moody's, na maior parte do tempo existe concordância, pelo menos no nível da letra. As taxas de inadimplência entre os *ratings* também são bastante similares.

A Tabela 2 contém a taxa acumulada média de inadimplência de *ratings* de crédito divulgada na Moody's (2004) no nível da letra (Aaa, Aa, A, Baa, Ba, B, Caa) de emissores ao longo de 10 anos. A Tabela 3 divulga essa taxa ao longo de 5 anos, detalhando o *rating* no nível da letra com as três gradações (Aa1, Aa2, Aa3; A1, A2 e A3; etc.) e foi obtida através da matriz de migração de Moody's (2004). As duas tabelas foram construídas por análise de mortalidade e migração de emissões. Para isso acompanham-se safras de emissões e quantas emissões destas safras ficaram inadimplentes até o primeiro ano, até o segundo ano (inadimplências do segundo ano, somadas às do primeiro ano) e assim por diante. Os dados correspondem à média das safras dos anos observados, ou seja, de 1970 a 2004 na Tabela 2 e de 1970 a 2003 na Tabela 3. Nota-se que a taxa de inadimplência é inversamente proporcional à qualidade de *rating*, e cresce significativamente para os *ratings* especulativos.

Tabela 2: Taxa Acumulada Média de Inadimplência por *Rating* no Nível da Letra (Dados do Período de 1970 a 2004)

Moody's	Anos após a emissão									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Aaa	0	0	0	0,04	0,12	0,21	0,3	0,41	0,52	0,63
Aa	0	0	0,03	0,12	0,2	0,29	0,37	0,47	0,54	0,61
A	0,02	0,08	0,22	0,36	0,5	0,67	0,85	1,04	1,25	1,48
Baa	0,19	0,54	0,98	1,55	2,08	2,59	3,12	3,65	4,25	4,89
Ba	1,22	3,34	5,79	8,27	10,72	12,98	14,81	16,64	18,4	20,11
B	5,81	12,93	19,51	25,33	30,48	35,1	39,45	42,89	45,89	48,64
Caa-C	22,43	35,96	46,71	54,19	59,72	64,49	68,06	71,91	74,53	76,77

Fonte: Moody's Investor Service (2004).

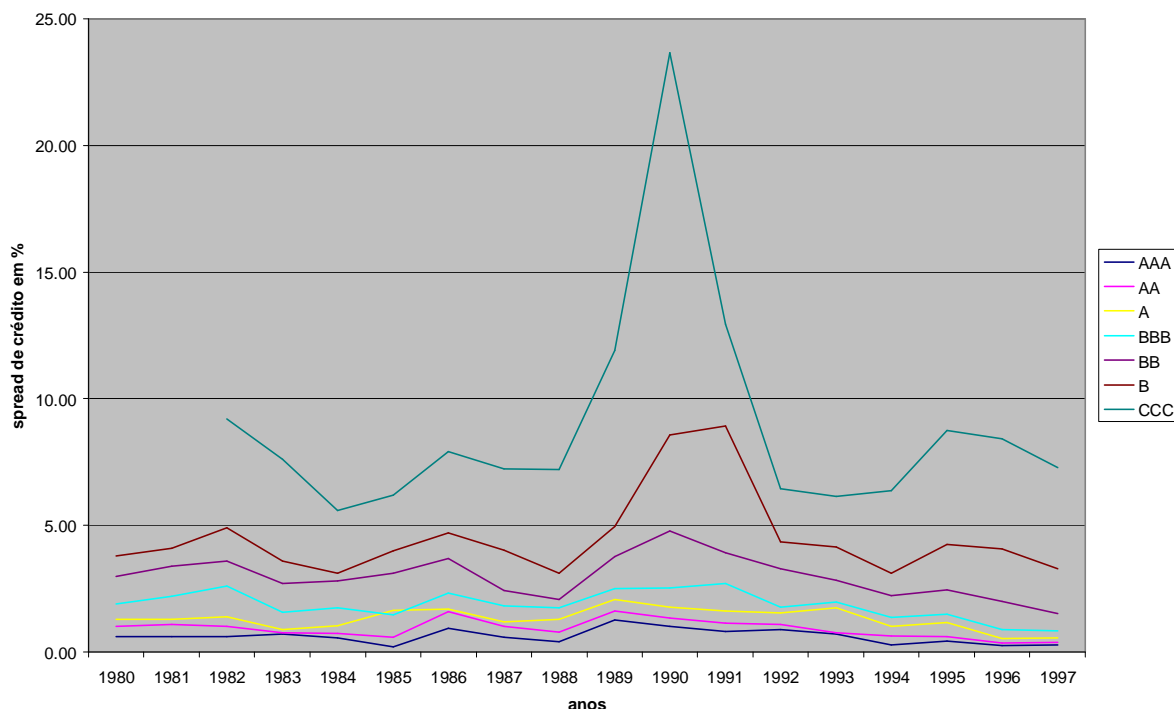
Tabela 3: Taxa Acumulada Média de Inadimplência por *Rating* de Crédito com Gradação no Nível da Letra (Dados do Período de 1970 a 2003)

Moody's	Anos após a emissão				
	1	2	3	4	5
Aaa	0,00%	0,00%	0,00%	0,07%	0,20%
Aa1	0,00%	0,00%	0,00%	0,25%	0,27%
Aa2	0,00%	0,00%	0,05%	0,15%	0,33%
Aa3	0,07%	0,10%	0,19%	0,29%	0,42%
A1	0,00%	0,03%	0,32%	0,52%	0,68%
A2	0,02%	0,06%	0,21%	0,43%	0,59%
A3	0,02%	0,21%	0,34%	0,41%	0,49%
Baa1	0,12%	0,42%	0,71%	0,97%	1,19%
Baa2	0,10%	0,34%	0,56%	1,07%	1,53%
Baa3	0,46%	1,09%	1,61%	2,38%	3,00%
Ba1	0,69%	2,00%	3,23%	4,65%	5,84%
Ba2	0,67%	2,35%	4,45%	6,36%	7,85%
Ba3	2,19%	5,49%	9,13%	12,47%	15,38%
B1	3,46%	8,93%	13,90%	17,65%	20,67%
B2	7,65%	14,29%	20,35%	23,61%	25,91%
B3	11,86%	20,17%	26,13%	29,66%	32,19%
Caa-C	26,05%	33,72%	37,98%	41,09%	42,48%

Fonte: Moody's Investor Service (2004).

O mercado também tende a corroborar a exatidão do trabalho das agências de crédito. A Figura 1, que tem como fonte Altman *et al.* (1998), mostra que quanto mais baixo o *rating* de crédito, maior a taxa de juros que o investidor requer para investir na emissão.

Figura 1: Spread de Crédito de Obrigações em Relação ao Treasury Bond de 30 anos



Fonte: Altman *et al.* (1998).

A Tabela 4 mostra os *ratings* atribuídos a empresas brasileiras pela Standard&Poor's e Moody's, disponibilizados nos sites das agências. A Standard&Poor's divulga *ratings* em moeda estrangeira, em moeda local e Brasil. A Moody's divulga *ratings* em moeda estrangeira e moeda local. Os *ratings* em moeda estrangeira são mais baixos do que os em moeda doméstica ou locais, pois conforme explicado por Standard&Poor's (2003), pagamentos em moeda estrangeira refletem fatores de risco de países ou econômicos. Diferentemente de *ratings* em moedas locais, *ratings* em moedas estrangeiras estão sujeitos ao risco de ações soberanas que podem impedir a transferência de fluxos de caixa em moeda estrangeira, restringindo os pagamentos de compromissos financeiros no exterior. É interessante associar os dados de rebaixamento de *rating* de moeda local para moeda estrangeira com o aumento de spread de crédito, para verificar o custo Brasil na captação de dívida das empresas brasileiras em moeda estrangeira. No caso da Ambev, o *rating* em moeda estrangeira é BBB e o local AAA. Pela Figura 1, isso pode significar aumento de spread da ordem de 1,3%. No caso da Aracruz e Votorantim, o *rating* em moeda estrangeira da S&P é BB- e Brasil AAA, indicando aumento de spread de em média 2,3%, e nos casos de Banco Itaú, CSN e Klabin, os *ratings* em moeda estrangeira são BB e em moeda local AA, significando aumento de spread de 2%. No caso da Petrobrás, esse rebaixamento foi de BBB+ local para B-, significando aumento de spread médio de 2,65%.

Tabela 4: Rating de Crédito de Emissores Brasileiros em Dezembro de 2004

Nome	Standard & Poor's			Moody's	
	Moeda Estrangeira	Moeda Local	Brasil	Moeda Estrangeira	Moeda Local
All America			BBB+		
Ambev	BBB		AAA	B1	Baa3
Aracruz Celulose S.A.	BB-	BBB-	AAA		Baa3
Banco Bradesco S.A.	BB			B2	
Banco Itau S.A.	BB-	BB	AA	B2	
Brasil Telecom S.A.			AA+		Baa3
Braskem S.A.	BB-	BB	AA-		
Cia Energética de Minas Gerais - CEMIG					B1
Centrais Elétricas Paulista - CESP			CCC		
Cia Paranaense de Energia - COPEL					
Cia Siderúrgica Nacional - CSN	BB-	BB	AA-	B1	
Cia Siderúrgica Paulista - Cosipa	BB-		A+	B1	
Eletrobrás	BB-	BB			
Embratel S.A.					B1
Centrais Elétricas do Espírito Santo - Escelsa				B2	
Gerdau S.A.			AA-		
Cia. Brasileira de Petróleo Ipiranga				B1	
Klabin S.A.	BB-	BB	AA-		
Net Serviços de Comunicação S.A.			D		Ca
Petrobrás S.A.	B-		BBB+	B1	Baa1
Sadia S.A.	BB-	BB			
Unibanco S.A.	BB-	BB		B2	
Usiminas	BB-	BB	A+	B2	
Cia Vale do Rio Doce				Ba1	Baa2
Votorantim S.A.	BB-	BBB-	AAA		

Fonte: compilação da autora com base nas informações dos sites de Moody's e S&P.

TEORIA DAS OPÇÕES PARA ESTIMAR PROBABILIDADE DE INADIMPLÊNCIA: O MODELO BLACK&SCHOLES-MERTON

Os modelos estruturais de risco de crédito assumem que uma empresa entra em falência, quando o valor de mercado de seus ativos (A) cai a um valor inferior ao de suas obrigações (B). A idéia básica do modelo é a da Teoria da Firma (Merton, 1974), segundo a qual o valor de mercado do patrimônio líquido pode ser avaliado como opção de compra, na qual o ativo objeto é o valor de mercado do ativo da empresa (A), e o preço de exercício é o valor de face da dívida (B).

Quando a empresa tem ações negociadas em bolsa, pode-se observar o valor de mercado do patrimônio líquido, a volatilidade das ações e o valor contábil das dívidas. Assumindo-se que o valor do ativo tem comportamento browniano geométrico com média r e desvio padrão σ_A constantes e distribuição lognormal, pode-se relacionar o valor do ativo ao valor da ação pela Equação (1) de Black & Scholes (1973) exposta a seguir.

$$E = AN(h_1) - Be^{-r\tau}N(h_2) \quad (1)$$

$$h_1 = (\ln(A/B) + (r + \sigma_A^2/2)\tau) / (\sigma_A(\tau)^{1/2})$$

$$h_2 = h_1 - \sigma_A(\tau)^{1/2}$$

onde:

E = valor de mercado do patrimônio líquido

A = valor de mercado do ativo

B = valor de face da dívida

r = taxa de retorno do ativo livre de risco composta continuamente

τ = período de exposição da dívida

σ_A = desvio-padrão das taxas de retorno do ativo

N(.) = distribuição normal acumulada padronizada

Observa-se a volatilidade das ações, mas não a do ativo. Porém a volatilidade do ativo pode ser relacionada à volatilidade da Equação (2) (Crouhy *et al.*, 2000, p.367):

$$\sigma_E = (A (dE/dA))/E * \sigma_A \quad (2)$$

Desta maneira, em processo iterativo, obtém-se o valor de mercado do ativo e a volatilidade do ativo. A distribuição de valores do ativo no momento t (A_t) é descrita pela Equação (3):

$$A_t = A_0 e^{\left\{ \left(\mu - \frac{\sigma_A^2}{2} \right) t + \sigma_A \sqrt{t} Z_t \right\}} \quad (3)$$

onde $Z_t = N(0,1)$ e μ é a taxa de retorno instantâneo dos ativos da empresa, que corresponde à taxa de retorno exigida pelos investidores para aplicarem no ativo A, dado seu risco. O valor esperado do ativo no momento t é igual a $A_0 e^{\mu t}$.

Assumindo-se que a estrutura de capital da empresa é composta apenas pelo capital próprio e uma obrigação de cupom zero vencendo em T, com valor de face igual a B, a inadimplência ocorre apenas no vencimento da obrigação, se o valor do ativo cair abaixo de B.

Esse modelo, com algumas modificações, é comercializado pela KMV, uma boutique de software de risco de crédito, hoje pertencente à Moody's. O modelo produz para cada empresa monitorada pela KMV um EDF (frequência esperada de retorno), que é calibrado para medir a probabilidade de insolvência dentro de um ano, e são divulgados em percentuais de 0 a 20. A KMV considera que inadimplência corresponde ao evento de faltar em pagamentos de parcelas de juros ou principal de uma transação financeira, que é diferente de falência. O evento ficar inadimplente ocorre antes do que a falência; portanto antes que o ativo caia para um valor abaixo de B. O KMV considera que uma empresa fica inadimplente, quando o valor de seus ativos ficam menores do que o ponto de inadimplência (DPT), que arbitrariamente consiste em o valor da dívida de curto prazo somado à metade da dívida de longo prazo.

$$DPT = DCP + \frac{DLP}{2} \quad (4)$$

onde DCP é dívida de curto prazo, e DLP dívida de longo prazo.

Calcula-se então a distância de inadimplência (DD), que corresponde à quantidade de desvios-padrões que o valor a termo esperado do ativo está distante do ponto de inadimplência, ou seja:

$$DD = (E(A_t) - DPT) / \sigma_A \quad (5)$$

A partir da lognormalidade do valor do ativo, pode-se definir a distância de inadimplência como sendo:

$$DD = \frac{\ln(A_0 / DPT_t) + (\mu - (1/2)\sigma_A^2)T}{\sigma_A \sqrt{T}} \quad (6)$$

onde A_0 é o valor corrente dos ativos, DPT_t é o ponto de inadimplência no horizonte T , μ é o retorno líquido do ativo e σ_A é a volatilidade do ativo. A utilização de μ , ou seja, da taxa de retorno do ativo ajustada ao risco, permite estimar diretamente a probabilidade real de inadimplência.

$$EDF = \text{Probabilidade}(z < -DD) \quad (7)$$

O modelo utilizado pela KMV difere em alguns pontos do de Black&Scholes – Merton utilizado neste artigo. Conforme explicado por Bharath e Shumway (2006), o modelo KMV permite a utilização de várias classes e vencimentos de dívidas, enquanto o modelo de Black&Sholes e Merton considera que toda a dívida tem uma única data de vencimento e não paga juros intermediários. O modelo KMV estima EDFs empíricos com base nas taxas de mortalidades de faixas de distância de defaults observadas em uma grande base de dados, ao invés de utilizar a Equação (7). Também realiza ajustes não divulgados aos dados contábeis para calcular o valor de face da dívida e utiliza uma relação não divulgada entre a volatilidade do ativo e volatilidade das ações.

Bharath e Shumway (2006) estimaram a probabilidade de inadimplência de empresas americanas pelo modelo de Black&Scholes – Merton e por outra abordagem estrutural simplificada, que estima o valor e volatilidade do ativo com base no valor contábil da dívida, sem precisar das iterações para resolver as equações (1) e (2). Compararam o poder de previsão das duas abordagens por um modelo hazard, sendo a variável explicativa a probabilidade de inadimplência estimada. Os dois modelos geraram probabilidades de inadimplência que tiveram poder de previsão semelhante no modelo hazard. Ambas probabilidades de inadimplência tiveram poder de explicação semelhantes no spread de swap de risco de crédito (CDS).

Existem diversos modelos acadêmicos que fizeram extensões relevantes ao de Black & Scholes - Merton. Black e Cox (1976) consideram que a inadimplência pode acontecer em qualquer período de tempo antes do vencimento da dívida, e que é opção do acionista. Leland e Toft (1996) consideram que o emissor pode ficar inadimplente em qualquer momento, se o valor do ativo da empresa cair abaixo de uma barreira de valor, e define essa barreira com base no ponto ótimo de inadimplência que maximiza o valor para o acionista. Hsu, Saa-Requejo e Santa Clara (2004) consideram que a barreira de inadimplência é estocástica com base num processo de difusão.

Diversos trabalhos no Brasil utilizam o modelo de Black e Scholes – Merton e extensões para derivar a probabilidade de inadimplência, spread de crédito adequado e existência de má precificação em títulos de dívida. Carrete e Oliveira (2006) estimam a probabilidade de inadimplência e o ponto de inadimplência para empresas brasileiras com ações negociadas na BOVESPA de acordo com o modelo de Leland e Toft (1996). Rocha (2006) estima a estrutura a termo e a probabilidade implícita de inadimplência de países emergentes com base num modelo estrutural com barreiras no qual a taxa de câmbio real é modelada como processo de difusão simples e conclui que o mercado sistematicamente sobre-estima os *spreads* de crédito para o Brasil em 100 pontos base na média.

Marmery (2006) divulga resultados de pesquisa da Moody's nas comparações de *ratings* tradicionais com os implícitos em informações de mercado. O banco de dados contém 2.900 emissores, com 180.000 observações coletadas entre janeiro de 1999 e fevereiro de 2006, e foca nas divergências de *ratings* das duas abordagens. Não foram encontrados trabalhos para o Brasil que comparam *ratings* de crédito tradicionais com os obtidos a partir de informações de mercado, que é o objetivo deste artigo.

DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA

Foram estimadas probabilidades de inadimplência por Teoria de Opções para todos os emissores brasileiros listados na Tabela 4 (possuidores de *ratings* de crédito da Moody's e ou S&P) e que possuíam as informações necessárias para o modelo.

Inicialmente, foram estimados os valores do ativo por ação e volatilidade do ativo para cada uma das empresas através das Equações (1) e (2). O valor de mercado do Patrimônio Líquido (E) foi estimado como sendo o preço da ação de maior volume da empresa em dezembro de 2004. Adotou-se que a empresa fica inadimplente, quando o valor de seus ativos cai abaixo do ponto de inadimplência (DPT) da dívida, conforme é sugerido pela KMV. O ponto de inadimplência foi estimado como sendo a dívida de curto prazo por ação em dezembro de 2004, acrescida de metade da dívida de longo prazo por ação em dezembro de 2004, conforme sugerido na Equação (4). Para isso foram coletados da Economática os dados de dívida de curto prazo e dívida de longo prazo dos balanços consolidados das empresas da amostra, e divididos pelo número de ações disponíveis em dezembro de 2004.

Para estimar as volatilidades mensais anualizadas das ações (σ_e) foram coletados da Economática dados de preço de fechamento mensais das ações de maior volume de negociação de cada empresa da amostra no período de dezembro de 1999 a dezembro de 2004. As séries de preços foram transformadas em séries de retornos através da Equação (8) a seguir:

$$R_{it} = \ln(P_{it}/P_{i,t-1}) \quad (8)$$

onde:

R_{it} = retorno da ação i no mês t

$\ln(\cdot)$ = logaritmo natural

P_{it} = preço da ação i no mês t

$P_{i,t-1}$ = preço da ação i no mês t-1

A volatilidade da ação (σ_e) correspondeu ao desvio-padrão anualizado da série de retornos mensais. Os valores do ativo por ação (A) e da volatilidade do ativo (σ_A) foram estimados por um processo iterativo. A primeira etapa era encontrar o valor do ativo por ação, que fazia com que o valor da opção de compra da Equação (1) fosse igual ao preço da ação (E). A segunda etapa era estimar a volatilidade do ativo através da Equação (2). Repetia-se o processo até que a volatilidade do ativo estimada na rodada n convergisse até a oitava casa decimal à volatilidade do ativo estimada na rodada n-1.

Após a obtenção do valor do ativo e de sua volatilidade, estimou-se a probabilidade de inadimplência (EDF) a partir das Equações (6) e (7). Um dos dados necessários é a taxa instantânea esperada de retorno do ativo (μ), pois a expectativa do valor esperado do ativo daqui a um ano é $A_0 e^{\mu T}$.

A taxa instantânea de retorno do ativo, ou seja, o retorno exigido pelo investidor, é a média ponderada da taxa esperada que o valor da ação se valorizará em 1 ano e da taxa esperada de valorização da dívida, sendo o peso de cada parcela o percentual que representa do ativo.

$$\mu_i = \left(\frac{E_i}{A_i} \right) k_{ei} + \left(\frac{B_i}{A_i} \right) k_d \times (1 - T_c) \quad (9)$$

onde:

E_i = valor de mercado do patrimônio líquido da empresa;

A_i = valor de mercado do ativo da empresa;

k_{ei} = taxa instantânea esperada de valorização do patrimônio líquido ou ação da empresa;

B_i = valor de mercado da dívida da empresa;

k_d = taxa instantânea esperada de valorização da dívida da empresa;

T_c = Alíquota de imposto de renda corporativo.

A taxa esperada de valorização da ação foi estimada a partir do modelo Capital Asset Pricing Model [CAPM], desenvolvido por de Sharpe (1964), Lintner (1965), e Mossin (1966).

$$k_e = r_f + \beta * (E(r_m) - r_f) \quad (10)$$

onde:

k_e = taxa esperada de equilíbrio de valorização da ação;

r_f = retorno do ativo livre de risco;

β_i = fator beta da ação, que corresponde à sensibilidade do valor de mercado do patrimônio líquido à carteira de mercado;

$E(r_m)$ = retorno esperado da carteira de mercado

Utilizou-se a taxa efetiva ao ano da caderneta de poupança em 2004 como taxa de retorno do ativo livre de risco, que foi de 9,27% a.a. de acordo com dados da Economática. Duas razões sustentam a escolha da taxa da caderneta de poupança, ao invés da SELIC ou taxas de *swaps*. A primeira delas é que a SELIC e taxas de *swap* são taxas de curto prazo, enquanto a taxa de caderneta de poupança tem grande peso na composição da TJLP, muito utilizada para indexar os empréstimos de longo prazo do BNDES. A segunda é que o desvio-padrão das taxas de retorno da caderneta de poupança são menores e, portanto, aproximam-se mais de zero do que das taxas de retorno da SELIC. É sabido, entretanto, que a escolha de uma taxa de juros livre de risco no Brasil é tema bastante polêmico; e discussão mais profunda sobre esse assunto está fora do escopo deste trabalho.

O beta de cada ação foi obtido pela seguinte regressão:

$$R_t = \alpha + \beta * R_{m,t} + e_t \quad (11)$$

onde:

R_t = série de retornos da ação de dezembro de 1999 a dezembro de 2004;

α = constante da ação i estimada pela regressão por mínimos quadrados ordinários;

β = coeficiente beta da ação i estimado pela regressão;

$R_{m,t}$ = série de retornos do IBOVESPA de dezembro de 1999 a dezembro de 2004;

e_t = série de erros da regressão.

O retorno esperado da carteira de mercado foi estimado pela metodologia proposta em Minardi e Sanvicente (2003). Assumindo que os dividendos crescem a uma taxa de crescimento (g) constante, o valor intrínseco (V_0) da ação pode ser avaliado pelo modelo de Gordon (Bodie, Kane, & Marcus, 2005, p. 611).

$$V_0 = \frac{D_1}{k_e - g} \quad (12)$$

onde D_1 é o dividendo a ser pago no momento 1, k_e a taxa esperada de equilíbrio de valorização da ação.

Se o mercado for eficiente, o valor intrínseco corrente (V_0) é igual ao preço da ação (P_0). Por isso pode-se estimar a taxa esperada de equilíbrio da ação a partir do preço da ação:

$$k_e = \frac{D_1}{P_0} + g \quad (13)$$

A média dos retornos esperados de todas as ações do mercado corresponde ao retorno esperado da carteira de mercado. Considerando que $D_1 = D_0 \cdot (1+g)$, pode-se estimar o retorno esperado da carteira de mercado por:

$$E(r_m) = \text{média} \left(\frac{D_0}{P_0} \right) \times [1 + \text{média}(g)] + \text{média}(g) \quad (14)$$

No modelo proposto por Minardi e Sanvicente (2003), a taxa de crescimento é modelada como a taxa de crescimento sustentável, ou seja, a taxa de crescimento que a empresa terá, se não alterar nem a estrutura de capital nem a política de dividendos.

$$g = \text{ROE} \times b \quad (15)$$

onde ROE é o retorno sobre o patrimônio líquido e b é a taxa de retenção de lucros. A taxa de retenção de lucros corresponde a $1 -$ taxa de pagamento de dividendos.

Para estimar o retorno esperado de mercado foram coletados dados de preço de fechamento em dezembro de 2004 das ações de maior volume negociadas na BOVESPA de cada empresa listada, dividendo por ação em dezembro de 2004 e estimadas taxas de crescimento para 2002, 2003 e 2004 com dados de lucro por ação e ROE destes anos. Foram eliminadas da amostra todas as ações que não possuíam cotação em dezembro de 2004, que possuíam lucro negativo (neste caso o modelo de dividendos descontados com uma única taxa de crescimento não se aplica), que apresentavam ROE negativo num dos anos de 2002, 2003 e 2004. A taxa de crescimento foi considerada como sendo a média de 2002, 2003 e 2004. A amostra final foi de 90 empresas, e o $E(r_m)$ foi estimado em 16,60%.

Não se observa a taxa instantânea de retorno da dívida nem o valor de mercado dela. Em casos em que a empresa passa por dificuldades financeiras, essa taxa pode ser bastante próxima de zero ou até mesmo negativa, pois os credores não têm expectativas de que haja valorização de sua posição de dívida. Além disso, neste caso a dívida tem uma participação bem maior que o patrimônio líquido na composição do ativo da empresa.

Como o valor da taxa instantânea esperada do retorno do ativo (μ) é a média ponderada entre a taxa esperada de retorno do patrimônio líquido e a taxa de retorno esperada da dívida, situa-se entre zero e k_e . Por esse motivo, a partir das Equações (6) e (7) foram estimados o limite superior da probabilidade de inadimplência (EDF), ou seja, o caso mais pessimista, considerando que a valorização do ativo no próximo ano é zero, e o limite inferior, ou seja, o caso mais otimista, considerando que o ativo terá valorização igual a k_e .

A metodologia Black&Scholes-Merton adotada não fez nenhum ajuste tipo dividendo. O efeito dividendo neste caso ocorre, quando a empresa paga juros ou parcelas de principal num momento anterior ao horizonte da análise, pois esses fluxos diminuem o valor do ativo e não são recebidos pelos acionistas, cuja posição corresponde ao valor da opção de compra. Para poder ignorar o efeito

dividendos, foi considerado que todos os pagamentos de juros e principais ocorrem apenas no final do ano, que coincide com o horizonte de análise do risco de crédito. Esta simplificação não deve ter trazido grandes distorções aos resultados.

Se fosse estudado um horizonte superior a um ano, esta simplificação poderia trazer custo significativo, e seria melhor considerar o efeito dividendo, relacionando o valor da ação (valor da opção) ao valor do ativo da empresa (ativo objeto) através de um modelo ajustado por dividendos, como, por exemplo, a aproximação de Black sugerida em Hull (2000, p. 260). Neste caso seria necessário estimar o cronograma de pagamento dos serviços da dívida: juros e parcela de principal pagas ano a ano, para poder modelar o efeito dividendos. Outra alternativa seria utilizar um modelo em que a inadimplência pode ocorrer em qualquer momento, desde que o valor do ativo caia abaixo de uma determinada barreira, como sugerido por Leland e Toft (1996).

RESULTADOS

A Tabela 5 apresenta os dados necessários para estimar a probabilidade de inadimplência e as estimativas de valor e volatilidade do ativo e da probabilidade de inadimplência em dois cenários: um otimista, considerando que o ativo terá valorização de k_e ; e o outro pessimista, considerando que o ativo terá valorização zero no horizonte de um ano. Os bancos listados na Tabela 5 e a Eletrobrás não tinham os dados necessários para estimar a probabilidade de inadimplência pelo modelo de Black&Scholes – Merton.

Tabela 5: Probabilidade de Inadimplência (EDF) Estimadas pelo Modelo Black&Scholes – Merton

Nome	Preço ação dezembro 2004	Ponto Inadimpl. Dec-04	Volatilidade Equity	Beta equity	ke dezembro 2004	Valor Ativo Dec-04	Volatilidade Ativo Dec-04	EDF 1 ano ke	EDF 1 ano 0%
All America	15.6333	2.4818	N.A.	0.5327	13.18%	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Ambev	1.3505	0.1030	31.4181%	0.4169	12.33%	1.4444	29.3758%	0.0000%	0.0000%
Aracruz Celulose S.A.	10.1200	2.3100	38.7239%	0.2698	11.25%	12.2257	32.0542%	0.0000%	0.0000%
Banco Bradesco S.A.	64.0807	N.A.	39.7834%	0.8592	15.57%			N.A.	N.A.
Banco Itau S.A.	395.6351	N.A.	38.0786%	0.9278	16.07%			N.A.	N.A.
Brasil Telecom S.A.	0.0133	N.A.	41.7518%	1.0519	16.99%			N.A.	N.A.
Braskem S.A.	0.1317	0.0430	56.9883%	1.0699	17.12%	0.1739	43.1815%	0.0316%	0.1258%
Cia Energética de Minas Gerais - CEMIG	0.0646	0.0174	40.3394%	1.0133	16.70%	0.0805	32.3967%	0.0000%	0.0002%
Centrais Elétricas Paulista - CESP	0.0130	0.0676	62.2616%	1.0843	17.22%	0.0744	11.3109%	1.0287%	21.3893%
Cia Paranaense de Energia - COPEL	0.0116	N.A.	41.4030%	1.0016	16.62%			N.A.	N.A.
Cia Siderúrgica Nacional - CSN	50.7900	18.4948	45.4986%	1.0502	16.97%	67.6490	34.1602%	0.0019%	0.0144%
Cia Siderúrgica Paulista - Cosipa	1.1837	0.4761	61.5871%	0.9676	16.37%	1.6176	45.1071%	0.2196%	0.6464%
Eletrobrás	0.0392	N.A.	50.1085%	1.0287	16.82%			N.A.	N.A.
Embratel S.A.	0.0050	0.0083	75.5797%	1.5737	20.81%	0.0125	31.4218%	3.5882%	12.7520%
Centrais Elétricas do Espírito Santo - Escelsa	83.0000	281.7664	68.1440%	1.0000	16.60%	338.5707	17.5531%	2.8423%	16.8901%
Gerdau S.A.	46.4939	14.1431	45.9657%	1.0531	16.99%	59.3861	35.9871%	0.0009%	0.0070%
Cia. Brasileira de Petróleo Ipiranga	26.9493	4.7782	41.4780%	0.5760	13.49%	31.3050	35.7070%	0.0000%	0.0000%
Klabin S.A.	5.4000	1.1049	39.3779%	0.5372	13.21%	6.4072	33.1878%	0.0000%	0.0000%
Net Serviços de Comunicação S.A.	0.4287	0.7735	85.1596%	1.7362	22.01%	1.1206	34.9007%	6.4482%	18.7370%
Petrobrás S.A.	97.1500	19.4757	33.6832%	0.7845	15.02%	114.9033	28.4789%	0.0000%	0.0000%
Sadia S.A.	5.8305	3.1734	37.2069%	0.7583	14.83%	8.7233	24.8688%	0.0003%	0.0040%
Unibanco S.A.	9.0000	N.A.	22.8774%	0.1805	10.59%			N.A.	N.A.
Usiminas	51.3817	14.1862	54.5582%	1.3677	19.30%	64.3128	43.5905%	0.0111%	0.0578%
Cia Vale do Rio Doce	64.1500	6.5681	33.0168%	0.3461	11.81%	70.1372	30.1983%	0.0000%	0.0000%
Votorantim S.A.	43.3000	9.6034	36.4142%	0.3649	11.94%	52.0540	30.2904%	0.0000%	0.0000%

Para atribuir *rating* de crédito com base no modelo Black&Scholes – Merton, compararam-se as probabilidades de inadimplência estimadas nos cenários otimistas e pessimistas para cada empresa da Tabela 5 com a coluna referente à mortalidade de um ano das Tabelas 2 e 3. Considere, para exemplificar, o caso da Braskem. O EDF de um ano no cenário otimista (o ativo valoriza-se a uma taxa de retorno k_e) foi de 0,0316%. Verifica-se que isto está próximo da mortalidade em um ano da categoria de *rating* A (0,02%) na Tabela 2 e entre 0,00% e 0,02% na Tabela 3. O EDF de um ano no cenário pessimista (o ativo valoriza-se a uma taxa de retorno de 0%) foi de 0,1258%, que está próximo da mortalidade de um ano da categoria Baa (0,19%) na Tabela 2 e entre 0,12% e 0,46% na Tabela 3.

Por isso atribuiu-se para a Braskem o *rating* A no cenário mais otimista e Baa (BBB na notação da S&P) no cenário mais pessimista. Os resultados, assim como os *ratings* das agências vigentes em dezembro de 2004 são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6: Ratings por EDF versus Ratings Domésticos S&P e Moody's

Nome	S&P	Moody's	Rating por EDF		Rating por EDF	
	Brasil	Moeda	S&P		Moody's	
		Local	otimista	pessimista	otimista	pessimista
Ambev	AAA	Baa3	AAA	AAA	Aaa	Aaa
Aracruz Celulose S.A.	AAA	Baa3	AAA	AAA	Aaa	Aaa
Braskem S.A.	AA-		AA	BBB	Aa	Baa
Cia Energética de Minas Gerais - CEMIG		B1	AAA	AAA	Aaa	Aaa
Centrais Elétricas Paulista - CESP	CCC		BB	CCC	Ba	Caa
Cia Siderúrgica Nacional - CSN	AA-		AA	A	Aa	A
Cia Siderúrgica Paulista - Cosipa	A+		BBB	BB	BBB	Ba
Embratel S.A.		B1	B	B	B	B
Centrais Elétricas do Espírito Santo - Escelsa			BB	CCC	Ba	CCC
Gerdau S.A.	AA-		AA	AA	Aa	Aa
Cia. Brasileira de Petróleo Ipiranga			AAA	AAA	Aaa	Aaa
Klabin S.A.	AA-		AAA	AAA	Aaa	Aaa
Net Serviços de Comunicação S.A.	D	Ca	B	CCC	B	Caa
Petrobrás S.A.	BBB+	Baa1	AAA	AAA	Aaa	Aaa
Sadia S.A.			AA	AA	Aa	Aa
Usiminas	A+		AA	AA	Aa	Aa
Cia Vale do Rio Doce		Baa2	AAA	AAA	Aaa	Aa
Votorantim S.A.	AAA		AAA	AAA	Aaa	Aaa

Antes de comparar os *ratings* estimados com os da Moody's (moeda local) e S&P (Brasil) é interessante analisar o efeito da variação da taxa instantânea de retorno do ativo, ou seja, colunas 3 e 4 (S&P) ou 5 e 6 (Moody's) da Tabela 6. Observa-se que em mais da metade dos casos (10 das 18 empresas que tiveram EDF estimados) não houve diferenciação de *rating* no nível da letra para as estimativas otimistas e pessimistas de EDF. Em três dos casos em que houve divergência, as empresas tiveram *rating* CCC ou Caaa na estimativa pessimista, e o ponto de inadimplência era maior do que o preço da ação. Uma delas, a Net Serviços de Comunicação S.A. chegou a entrar em *default*, como acusa a classificação D da S&P e o Ca da Moody's.

Quando se compara a estimativa de *rating* de EDF com a de S&P e Moody's, observa-se que das 18 empresas para as quais foram estimados EDF, apenas 15 tinham ou *rating* em moeda local da Moody's ou *rating* Brasil da S&P. Por isso puderam ser feitas 15 comparações. Em nove casos houve concordância entre os *ratings* estimados por EDF e os *ratings* em moeda domésticos das agências. Uma interpretação para esse resultado é que as informações de risco de crédito, em situação de equilíbrio, resultam em informações semelhantes às das Agências de *Rating*, e que, portanto, os preços deste conjunto de ações fornecem informações adequadas para se apurar a probabilidade de inadimplência.

Em quatro casos os *ratings* estimados por EDF foram melhores que o das agências. As divergências mais críticas são Cia. Vale do Rio Doce e Petrobrás, pois ambas tiveram *ratings* AAA ou Aaa de acordo com a EDF e BBB ou Baa das agências. Marmery (2006) encontrou evidências empíricas de que, quando se observam *ratings* com base em informação de mercado significativamente superiores a *ratings* tradicionais, em mais dos 50% dos casos observa-se melhora do *rating* tradicional nos próximos doze meses. No caso da Cia. Vale do Rio Doce, conforme coletado da Bloomberg, o *rating* em moeda local da Moody's aumentou levemente de Baa2 para Baa1 em 08/07/05 e no caso da Petrobrás de Baa1 para A2, na mesma data.

Em dois casos o EDF resultou em um *rating* pior do que o das agências: Cosipa e Braskem. O *rating* da Cosipa por EDF estaria entre BB (Ba) e BBB (Baa) e a Standard&Poor's atribuiu um *rating* de A+ no Brasil. O EDF da Braskem estaria entre A e BBB e a Standard&Poor's atribuiu um *rating* AA-.

Segundo Marmery (2006), em 65% dos casos em que o *rating* por informações de mercado foi muito inferior (3 graduações intermediárias) em relação ao tradicional, houve queda de *rating* tradicional no ano subsequente. No caso da Cosipa, não foi possível observar o que aconteceu, pois a Standard& Poor's passou a não dar mais *rating* para a empresa em 2005. No caso da Braskem, o *rating* em 17/03/05 continuou como AA-, mas a divergência de *rating* entre o modelo de mercado e o tradicional da Standard& Poor's não seria enquadrado como crítica, pois está entre uma ou duas graduações intermediárias.

CONCLUSÃO

Os resultados, embora limitados pelo pequeno número de comparações realizadas, mostram que os *ratings* estimados pelo modelo de Black&Scholes – Merton são em geral convergentes com o das agências. Isso é uma evidência de que o mercado acionário pode ser informativo no Brasil, e de que modelos estruturados bem construídos podem funcionar bem em mercados emergentes, conforme afirmação de Zhang (2006), pelo menos para empresas que possuem ações ativamente negociadas na Bolsa de Valores.

A amostra restringiu-se a ações bastante líquidas, e seria esperado que os preços refletissem as informações correntes. Não é possível saber se esse resultado pode ser estendido a ações com menor liquidez.

A utilização de cenários otimistas e pessimistas ilustra que a estimação exata da taxa de valorização do ativo não faz muita diferença nos resultados. Em mais da metade das comparações, os *ratings* de crédito estimados nos dois cenários foram convergentes. Esse resultado é coincidente com o observado por Bharat e Shumway (2004), em que o poder de previsibilidade de um modelo estruturado mais simples não é pior do que de um modelo mais sofisticado. Na maior parte das divergências de cenários, o que convergiu com a opinião das agências foi o pessimista. Duas são as explicações para isso. A primeira é que predomina na análise de crédito uma visão conservadora. A segunda é que a distribuição empírica da distribuição dos ativos possui caudas mais largas do que a prevista pela distribuição lognormal do ativo, e o fato de se considerar uma taxa de valorização de 0% para o ativo estaria em parte aumentando a probabilidade de inadimplência e tornando-a mais próxima da distribuição real.

Uma possível extensão deste trabalho é comparar a probabilidade de inadimplência implícita nas informações de mercado para outros períodos, além de um ano, com a matriz de mortalidade da Moody's. Neste caso seria necessário desenvolver modelos mais sofisticados, como, por exemplo, o de Leland e Toft (1996) com barreira e a possibilidade de que a inadimplência pudesse acontecer em qualquer momento até o período analisado.

Artigo recebido em 14.10.2005. Aprovado em 01.02.2007.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altman, E., Caouette, J., & Narayana, P. (1998). *Managing credit risk: the next great financial challenge*. Nova York, NJ: John Wiley & Sons.
- Bharath, S., & Shumway, T. (2006). *Forecasting default with the KMV-Merton Model*. AFA 2006 Boston Meeting Paper SSRN. Recuperado em 03 Novembro, 2007, de <http://ssrn.com/abstract=637342>

- Black, F., & Cox, J. (1976). Valuing corporate securities: some effects of bond indenture provisions. *The Journal of Finance*, 31(2), 351-367.
- Black, E., & Scholes, M. (1973). The pricing of options and corporate liabilities. *Journal of Political Economics*, 81(3), 637-659.
- Bodie, Z., Kane, A., & Marcus, A. (2005). *Investments* (6a ed.). Nova York, NJ: McGraw-Hill.
- Carrete, L. S., & Oliveira, R. (2006). Estimativas do risco de inadimplência utilizando informações de mercado. *Anais do Encontro Brasileiro de Finanças*, Vitória, ES, Brasil, 6.
- Crouhy, M., Galai, D., & Mark, R. (2000). *Risk management* (1a ed.). Nova York, NJ: McGraw-Hill.
- Hsu, J., Saa-Requejo, J., & Santa-Clara, P. (2004). *Bond pricing with default risk*. SSRN. Recuperado em 3 novembro, 2007, de <http://ssrn.com/abstract=611401>
- Hull, J. C. (2000). *Options, futures and other derivative securities* (4a ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.
- Leland, H. E., & Toft, K. B. (1996). Optimal capital structure, endogenous bankruptcy, and the term structure of credit spreads. *The Journal of Finance*, 51(3), 987-1019.
- Lintner, J. (1965). Security prices, risk and maximal gains from diversification. *The Journal of Finance*, 20(5), 587-616.
- Marmery, N. (2006). Upgrading the rating process. *Credit*. Recuperado em 1 outubro, 2006, de http://www.creditmag.com/public/showPage.html?validate=0&page=credit_login2&url=%2Fpublic%2FshowPage.html%3Fpage%3D347068
- McQuown, J. A. (1993). *A comment on market vs. accounting based measures of default risk*. KMV Corporation. Recuperado em 1 outubro, 2006, de http://www.moodyskmv.com/research/files/wp/A_Comment_on_Market_vs_Accounting_Based_Measures_of_Default_Risk.pdf
- Merton, R. C. (1974). On the pricing of corporate debt: the risk structure of interest rates. *The Journal of Finance*, 29(4), 449-470.
- Minardi, A., & Sanvicente, A. (2003). Estimaco do custo mdio de capital de empresas sob processo de regulaco econmica no Brasil. *Anais do Encontro Brasileiro de Finanças*, So Paulo, SP, Brasil, 3.
- Moody's Investor Service. (2004, March 16). *Default report: annual default study addendum: global corporate ratings transition rate*. Recuperado em 17 maro, 2005, de http://www.moodys.com/moodys/cust/research/MDCdocs/12/2002500000429425.xls?namedEntity=Special+Report&doc_id=2002500000429425&frameOfRef=corporate
- Mossin, J. (1966). Equilibrium in a capital asset market. *Econometrica*, 34(4), 768-783.
- Rocha, K. (2006). *Ensaio sobre opes reais na economia*. Tese de doutorado. Pontifcia Universidade Catlica, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- Servigny, A., & Renault, O. (2004). *Measuring and managing credit risk*. Nova York, NJ: McGraw-Hill.
- Sharpe, W. F. (1964). Capital asset prices - a theory of market equilibrium under conditions of risk. *The Journal of Finance*, 19(4), 425-442.
- Standard & Poor's. (2003, March 18). *Rating definitions and terminology*. Recuperado em 17 maro, 2005, de http://www2.standardandpoors.com/spf/pdf/fixedincome/corporateratings_052007.pdf

Zhang, J. (2006, maio). Applying structure models of default probability to emerging economies. *Anais do Encontro Nacional de Gestão de Riscos 2006*, São Paulo, SP, Brasil, 8.