

**Insper Instituto de Ensino e Pesquisa
Faculdade de Economia e Administração**

Alvaro Takashi Yamashiro

**Estudo de caso da empresa OGX: probabilidade de default sob
modelo de KMV Merton**

**São Paulo
2014**

Alvaro Takashi Yamashiro

**Estudo de caso da empresa OGX: probabilidade de default sob
modelo de KMV Merton**

Monografia apresentada ao curso de
Ciências Econômicas, como requisito
parcial para obtenção do grau de Bacharel
do Insper Instituto de Ensino e Pesquisa.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Humberto
Rocha

**São Paulo
2014**

Alvaro Takashi Yamashiro

**Estudo de caso da empresa OGX: probabilidade de default sob
modelo de KMV Merton**

Monografia apresentada à Faculdade de Economia do Insper, como parte
dos requisitos para conclusão do curso de graduação em Economia.

Banca Examinadora

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Humberto Rocha

Prof. Dr. José Carlos Luxo

Prof. Dr. Leonel Pereira

**São Paulo
2014**

Yamashiro, Alvaro Takashi

Estudo de caso da empresa OGX: probabilidade de default sob o modelo KMV merton/ Alvaro Takashi Yamashiro. – São Paulo: Insper, 2014.

Monografia: Faculdade de Economia e Administração. Insper Instituto de Ensino e Pesquisa.

1.Finanças 2. Modelo de Precificação 3.Risco de Default

Agradecimentos

Agradeço meus pais pela paciência e apoio nos anos da graduação. Agradeço também meus amigos, família e minha namorada por tornar essa jornada mais prazerosa e divertida. Agradeço meus professores que me fizeram evoluir pessoalmente e profissionalmente. Agradeço por fim meu orientador e professor, Ricardo Humberto Rocha, que foi muito prestativo e um profissional exemplar.

Dedicatória

Dedico este trabalho a meus pais que sempre me motivaram e inspiraram através de seus valores e sonhos.

Resumo

A empresa OGX sempre foi conhecida no mercado acionário como um investimento com alta volatilidade, as características particulares de fundamentos, políticas da empresa e gestão levaram o papel a ter grande atenção nas mesas de operações de tesouraria, fundos e para os demais investidores. Nesse trabalho procurou-se pesquisar o que ocorreu no período em que a empresa entrou em crise e houve uma queda de preço de suas ações de forma brusca. O foco de pesquisa foi analisar, especificamente, a probabilidade de default implícita (PDI) da OGX dado que foi divulgado amplamente que ela estava com dificuldades de pagar seus credores no período de interesse. Buscou-se, ainda, analisar o impacto de cada variável sob o modelo KMV Merton na PDI. O modelo se mostrou bem ajustado com as expectativas e trouxe mais informações que poderiam ajudar os investidores a lidar com os papéis da OGX.

O trabalho se divide em uma contextualização do problema, a explicação do porquê se escolheu o modelo KMV-Merton, em seguida como se chegou ao modelo final a partir do modelo de Black-Scholes. Buscou-se ainda expor as estimações de parâmetro e coleta de dados, por fim os resultados e conclusão.

Palavras-chave: Modelo KMV Merton, Probabilidade de default implícita, OGX.

Sumário

1	Introdução	9
2	Revisão Bibliográfica	12
3	Modelagem	14
3.1	Modelo de Merton	14
3.1.1	Suposições do modelo	14
3.1.2	Precificação de opções e o resultado de Merton	16
3.2	Probabilidade de default pelo modelo KMV-Merton	17
3.2.1	Avaliação no mundo neutro ao risco	17
3.2.2	Derivando a probabilidade de default implícita	17
4	Estimação	20
4.1	Estimando o valor dos ativos, F , e a volatilidade do retorno dos ativos	20
4.2	Estimando a volatilidade do Patrimônio Líquido E .	21
4.3	Estimação do Patrimônio Líquido, E .	22
4.4	Taxa de juros livre de risco, r .	22
4.5	Tempo, $T-t$.	22
4.6	Dívida, D .	23
4.7	Distância de default, DD , e Probabilidade de default implícita, PDI .	23
5	Agências de rating	24

6 Coleta de Dados e Resultados esperados	25
7 Conclusão	29
Referências	31

1 Introdução

Criada em 2007, a OGX nasceu como a maior empresa privada na indústria petrolífera brasileira. Em junho de 2008 ocorreu a oferta pública inicial que captou 6.7 bilhões de reais e a empresa foi vista como um ativo atrativo para investimento pelo mercado mundial. Em outubro de 2010 cada ação passou a valer 23 reais e caiu para 0.21 reais três anos depois. As dificuldades para realizar os projetos prometidos levaram a uma revisão nas expectativas dos investidores em relação a capacidade de gerar caixa e ao pagamento dos credores, e em outubro de 2013 o rating da empresa passou de CCC- para D de acordo com a metodologia da S&P a OGX saiu de “Atualmente vulnerável e dependente do ambiente favorável aos negócios, condições financeiras e econômicas para honrar seus compromissos financeiros.” para “Falta de pagamento dos compromissos financeiros”.



Fonte: Yahoo Finance. OGXP3.SA

O gráfico mostra o comportamento do preço das ações ordinárias da OGX entre outubro de 2010 a outubro de 2013. Ainda pode-se observar a alta volatilidade dada pelas variações intensas e o grande volume de negociações durante o período de estresse.

Ao observar o histórico da empresa é explícito que para o financiamento de seus projetos foram emitidas dívidas e ao mesmo tempo seu valor de mercado aumentou. Espera-se que o aumento significativo das dívidas emitidas, no período destacado, pela OGX elevou a probabilidade de não pagamento de seus compromissos e o valor da empresa ficou atrelada apenas a expectativa de fluxos de caixa futuros. Segundo dados históricos o não pagamento da dívida pela OGX marca o maior default na América Latina de uma dívida privada indicando que entender como se dá a dinâmica de preços com suas respectivas probabilidades de default tem grande importância na história corporativa.

Dessa forma o objetivo deste trabalho é calcular a probabilidade de default implícita nos preços das ações e sua volatilidade da OGX com base no modelo de MERTON (1974) e sua extensão KMV-MERTON, que possibilitam através de variáveis observáveis utilizar um modelo de precificação para o patrimônio líquido de uma empresa fazendo uma analogia entre o preço de ações e o prêmio de opções citado por BLACK&SCHOLES(1973). No entanto, o estudo é para períodos passados, logo os preços das ações estão disponíveis possibilitando o cálculo inverso incorporando as variáveis observadas o que resultará na probabilidade implícita de default da OGX dado o valor das variáveis obtidas.

A análise dos fatos ocorridos desde seu sucesso de 2008 para o início da queda súbita do valor da empresa em 2013 acarretou em mais informações para explicar o que ocorria com a probabilidade de inadimplência com o decorrer da emissão de dívidas. A princípio pode-se calcular essa probabilidade em diversos intervalos, pois os dados para o modelo são divulgados com alta frequência, para cada período será feita uma análise qualitativa e quantitativa da probabilidade de default indicado pelo modelo e a situação da empresa. Por fim, ver a consistência dos resultados da probabilidade de default com os preços das ações da OGX e fazer uma breve comparação dos relatórios das agências de rating e o estudo. Os relatórios de rating podem apresentar resultados satisfatórios, porém são defasados dado que a frequência de divulgação não é alta em relação aos dados financeiros da empresa. O resultado final é uma tabela indicando a probabilidade de default em determinado período e a variação das variáveis utilizadas no modelo.

A seção seguinte desse trabalho apresenta uma revisão de estudos feitos a respeito dos modelos de interesse. A seção 3 apresenta o modelo de Merton suas implicações e suposições até a derivação da probabilidade implícita de default provinda do modelo KMV-Merton. A seção 4 explica como será feita a estimação dos parâmetros necessários para o cálculo de interesse. A seção 5 mostra os objetivos do trabalho em relação as agências de rating. Na seção 6, a forma que serão coletado os dados.

2 Revisão Bibliográfica

A probabilidade de default durante períodos críticos para empresas como a citada acima pode ser modeladas através de diversos métodos. O método vastamente utilizado foi o apresentado por Black & Scholes (1973) que atualmente é muito difundido para precificação de opções. De acordo com Altman, Fargher e Kalotay (2011) o modelo Black & Scholes e Merton implica em uma relação direta entre o valor do patrimônio líquido e o risco de default.

Black & Scholes (1973) perceberam que o valor das ações de uma empresa pode ser aproximado pelo valor de seus ativos subtraindo o valor de face de suas dívidas emitidas no vencimento relacionando dívidas, ativos e detentores de ações de uma empresa. Uma das vantagens desse modelo além de ser amplamente utilizado na esfera do mercado financeiro é que os preços das opções dependem apenas de variáveis observáveis. O modelo foi depois aprofundado por Merton (1974). Esse trabalho estuda a diferença de preços entre os títulos da dívida causado somente por mudanças não antecipadas nas probabilidades de default. Após a apresentação desses modelos a probabilidade de default foi simplificada pela empresa KMV de tal forma que ela converte o parâmetro distância de default em uma probabilidade de default (Paschoarelli e Sanches, 2013), mais tarde adquirida pela agência de rating Moody's, que ficou conhecido como modelo de KMV-Merton que possibilita o cálculo de probabilidade implícita.

A eficiência do modelo é alta segundo Duffie, Saita e Wang (2007), que analisaram indústrias americanas de 1980 até 2004 e tem uma boa performance para estimar a probabilidade de default e alto poder de previsão, ainda de acordo com Lu (2008) o método oferece intuições confiáveis sobre o risco de crédito da empresa sob análise.

Os ajustes feitos resultaram em um modelo que, sob certas suposições, tem como variáveis de entrada o valor da empresa - dado pelo seu patrimônio - e sua volatilidade e o valor de face da dívida no vencimento, além disso a ação emitida por essa empresa fornece ao detentor o equivalente a uma opção de compra do valor da companhia. Através dos preços de mercado obter a probabilidade de default implícita no momento. Com base no modelo apresentado, esse trabalho tenta aplica-lo a fim de obter uma probabilidade de

default para a OGX períodos antes e depois da queda acentuada do preço de suas ações e analisar se os resultados são coerentes com a teoria e com outras metodologias.

Vale lembrar conforme citou Kanandani e Minardi (2013) que default é diferente de falência. Segundo Crouhy, Galay e Mark (2000) o default ocorre quando a empresa deixa de pagar juros ou principal na data vencimento. Falência segundo o modelo de Black e Scholes se dá quando os ativos da empresa são menores que o valor de face da dívida no vencimento.

Com a finalidade de comparação do modelo base (KMV-Merton) com métodos alternativos as outras metodologias envolvem: o rating das principais empresas Standard & Poor's, Fitch e Moody's, que podem representar risco de crédito e inadimplência de determinada dívida de uma empresa privada ou governos. Espera-se que se os resultados das diferentes metodologias forem essencialmente iguais seja possível analisar qual variável foi mais relevante para explicar os fatos ocorridos pela OGX, no entanto Kanandani e Minardi (2013) verificou que o modelo pode antecipar as alterações de rating das agências, pois leva em considerações dados mais atualizados de mercado.

Calcular a probabilidade de default implícita (em seguida referenciado como PDI) pode nos dar explicações sobre a queda dos preços e fazer uma ponte entre o ambiente econômico e as características da empresa. Através da análise das variáveis individualmente pode-se inferir se qual delas foi mais relevante para determinado período.

3 Modelagem

O modelo base utilizado nesse trabalho é o apresentado na introdução, conhecido para calcular o desconto a ser aplicado a um título emitido por uma empresa devido à possibilidade de default. Entretanto, as variáveis são observáveis e extraídas do passado sendo possível calcular a probabilidade de default da OGX implícita nos preços de suas ações em conjunto com suas dívidas. A presente sessão do trabalho visa explicar o modelo base a ser utilizado para colher a probabilidade de default da OGX no período de interesse. Essencialmente, serão utilizados os estudos de Black & Scholes e Merton para os objetivos do trabalho, a exposição do modelo será guiada pelo trabalho de LU(2008).

3.1 Modelo de Merton

Após o modelo Black-Scholes final (HULL,p.313). Merton concluiu que há uma relação entre precificação de opções e o Patrimônio líquido de uma empresa. Através de variáveis observáveis é possível obter o valor intrínseco de uma dívida na qual é descontada a uma taxa que considera o risco de crédito da empresa.

3.1.1 Suposições

O modelo de Merton deriva de BLACK & SCHOLLES (1973) a seguir serão apresentadas as propriedades mais relevantes para ter uma visão simplificada e chegar ao modelo final.

Supondo uma estrutura simplificada da empresa em que há os ativos $F(t)$, as dívidas, $C(F,t)$, e o restante representado pelo valor que pertencem aos acionistas $E(F,t)$.

	Ativos	Passivos
	Valor da empresa: F(t)	Dívida: C(F,t) PL:E(F,t)
Total	F(t)	F(t)

Igualando Ativos e Passivos: $F(t) = E(F,t) + C(F,t)$.

O valor da empresa é um ativo transacionável, sendo que suas características se aproximam dos preços de ações, ou seja, o modelo determina que suas variações dependem do retorno esperado (μ_f), sua volatilidade (σ_f) e um componente estocástico representado pelo processo de Wiener padrão (∂z) que implica em independência das variações em períodos distintos.

$$dF = \mu_f F dt + \sigma_f F dz \quad (1)$$

Dividindo pelo valor dos ativos, F.

$$\frac{dF}{F} = \mu_f dt + \sigma_f dz$$

As variações proporcionais no ativo dependem do retorno esperado mais um fator estocástico.

A variável F(t) segue uma distribuição log-normal por se assemelhar ao comportamento da variação de ações e tem o valor esperado dado por:

$$F_t = F_0 e^{\{(r - \frac{\sigma_f^2}{2})t + \sigma_f \sqrt{t} dz\}} \quad (2)$$

O mercado é considerado perfeito: não há custos de transações, os agentes econômicos emprestam e tomam emprestado a mesma taxa de juros

constante. O mercado é totalmente líquido e os ativos são trocados a preço de mercado. É possível a venda a descoberto sem punições. Essas suposições são necessárias para derivar o modelo final que se baseia numa posição inicial protegida em um mercado sem arbitragem HULL(p.309-310).

Outras suposições importantes: volatilidade de F é constante assim como a estrutura da taxa de juros conhecida, e por simplificação a empresa não assume novas dívidas até o vencimento T. Algumas dessas suposições serão contornadas nas seções seguintes do trabalho de coleta de dados e estimação.

3.1.2 Precificação de opções e o resultado de Merton

Caso haja no vencimento(T) da Dívida(D) e esse seja maior que F(T) os acionistas recebem o residual de F(T)-D como os credores não podem exigir aos acionistas nenhum valor que exceda os ativos da empresa, então F(T)-D = 0. Se F(T)-D>0 os acionistas recebem a diferença entre o total dos ativos e as dívidas. Dessa forma o valor de uma ação pode ser escrita como:

$$E = \text{Max}(F(T) - D, 0) \quad (3)$$

Essa condição se aproxima da conhecida fórmula para precificação do premio de uma opção de compra em que $c = \text{Max}(S - K, 0)$, sendo S o valor do ativo, K o preço de exercício e c o prêmio. Portanto, segundo MERTON(1974) possível aplicar a fórmula de BLACK & SCHOLLES (1973) de precificação de opções para o caso em questão. Segue que:

$$E(F, t) = F(t)N(d_1) - e^{-r(T-t)}DN(d_2) \quad (4)$$

$$d_1 = \frac{\ln(F(t)/D) + (r - \sigma_F^2 / 2)(T - t)}{\sigma_F \sqrt{T - t}}; \quad (5)$$

$$d_2 = \frac{\ln(F(t)/D) - (r - \sigma_F^2 / 2)(T - t)}{\sigma_F \sqrt{T - t}} \quad (6)$$

E: valor de mercado do patrimônio da empresa,

F: valor dos ativos,

D: valor de face das dívidas da empresa,

σ_F : volatilidade do retorno dos ativos,

r: taxa de juros livre de risco,

N(.): probabilidade acumulada de uma distribuição normal padronizada

3.2 Probabilidade de default pelo modelo KMV-Merton

O modelo KMV-Merton gera uma probabilidade de default baseada no modelo de MERTON para determinada empresa em um dado ponto do tempo. Para isso é levado em consideração a distância de default (DD) que é um ponto em que caso os ativos fiquem abaixo dele ocorre o default. Basicamente, DD é a diferença entre os ativos e o valor de face da dívida dividido pelo desvio padrão dos ativos, com algumas correções que derivam da distribuição (2).

3.2.1 Avaliação no mundo neutro ao risco

Existe a suposição de que o mundo é neutro ao risco, que de acordo com HULL (p.257) o retorno esperado do ativo com risco se iguala a taxa livre de risco e o desconto para trazer a valor presente o payoff do ativo também é a taxa livre de risco.

Na subseção 2.2.2 o valor r está representando o valor esperado de retorno dos ativos μ_F da empresa a mesma suposição feita em (2). HULL(p.312) argumenta que a suposição pode ser válida em um mundo avesso ao risco.

3.2.2 Derivando a probabilidade de default implícita

Por definição para que ocorra o default $F(T) < D$, em que T é o tempo de vencimento da dívida. Segue que:

$$P_t = P[F(T) < D]$$

Assumindo (2)

$$P \left[F_t e^{\{(r - \frac{\sigma_f^2}{2})(T-t) + \sigma_f z\}} < D \right]$$

Aplicando o logaritmo natural e isolando z.

$$P[z < \ln(F_t / D) - (r - \frac{\sigma_f^2}{2})(T - t)]$$

Sabe-se que W_{T-t} segue um processo de Wiener e portanto uma de suas propriedades citado por HULL(p.282) é que suas variações devem ser normalmente distribuída com média zero e variância proporcional a raiz quadrada do tempo. Logo W é uma variável normal padronizada Z.

$$P[Z < \frac{\ln(F_t / D) - (r - \frac{\sigma_f^2}{2})(T - t)}{\sigma_F \sqrt{T - t}}] \quad (7)$$

A distância de default(DD) representa quantos desvios padrões separam o valor esperado do ativo do ponto de inadimplência (KANANDANI e MINARDI, 2013), a idéia de que quanto maior a DD menor a probabilidade de default. A distancia de default é dado por:

$$DD = \frac{\ln(F_t / D) + (r - \frac{\sigma_f^2}{2})(T - t)}{\sigma_F \sqrt{T - t}} \quad (8)$$

Logo, a probabilidade de default = $P(Z < -DD)$, o resultado é análogo a probabilidade de não exercício de uma opção de compra $N(-d_2)$ HULL(p.530), que nesse caso significa o default da empresa.

4 Estimação

Essa seção está voltada a demonstrar como foi estimado os parâmetros de entrada para o modelo (7) esperando que retorne a probabilidade implícita de default.

4.1 Estimando valor dos ativos, F , e a volatilidade do retorno dos ativos, σ_F .

Derivando (4) em relação a F :

$$\frac{\partial E}{\partial F} = N(d_1)$$

Se considerar que variações em E e F são proporcionais ao seus desvios padrões:

$$E\sigma_E = F\sigma_F N(d_1) \quad (9)$$

Resolvendo simultaneamente as equações (9) e (5) pode-se chegar aos parâmetros de interesse.

A estimação ocorreu por um processo de iteração numérica. O método seguido foi feito por LU(2008), aplica-se o seguinte processo utilizando as equações (9) e (5) :

-A volatilidade dos ativos é substituída pela volatilidade das ações (assumindo que ela reflete a volatilidade do Patrimônio Líquido) que retorna um PL através da equação (5).

-O PL encontrado é assumido verdadeiro e estima-se com ele a volatilidade do PL com a equação (9).

-Caso a volatilidade encontrada acima pela nova equação com a volatilidade histórica das ações o programa se encerra, caso contrário os passos se repetem até que haja convergência de uma diferença na terceira casa decimal.

4.2 Estimando a volatilidade do Patrimônio Líquido E.

Esse parâmetro foi necessário como base do processo de estimação para a volatilidade dos ativos conforme citado em 4.1. Ainda pelas características da OGX que possui bastante variação em seus dados financeiros, ser relevante estudar a volatilidade de E.

Segundo SECURATO(2003) conforme a razão (volatilidade do PL/ volatilidade do retorno dos ativos) aumenta a probabilidade de default diminui. A volatilidade de E, então, será calculada conforme HULL(p.304):

Em primeiro lugar estimar o retorno das ações OGX como retorno de E. Como o preço segue uma distribuição log-normal HULL(p.300):

$$u_i = \ln\left(\frac{S_i}{S_{i-1}}\right)$$

u_i : retorno das ações,

S_i : Preço de fechamento da ação na data i ,

S_{i-1} : Preço de fechamento um período imediatamente antes a data i ,

O desvio padrão é dado por:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (u_i - u)^2}$$

s : volatilidade de E.

n : tamanho da amostra de u_i .

u : média amostral.

A volatilidade do patrimônio líquido após o cálculo diário foi anualizado segundo a fórmula abaixo:

$$S_{anualizada} = S_{diaria} * \sqrt{252}$$

4.3 Estimação do Patrimônio Líquido, E.

Se verificou em 3.1.1 que o PL é encarado como uma ação, logo foi usado o método de KANANDANI E MINARDI(2013) para estimação de E em que o PL é o preço da ação no período de interesse.

4.4 Taxa de juros livre de risco, r.

No mercado brasileiro é difundido que o certificados de depósitos interbancários (CDI) representa a taxa de juros livre de risco. Conforme SECURATO(2005,p.127) “o mercado elegeu como taxa benchmark, pois ela é formada pelo próprio mercado”.

Em 3.1.1 assumiu uma taxa de juros constante, o CDI tem frequência diária, logo uma média entre T-t vai ser calculada para r.

4.5 Tempo, T-t.

Seguindo o estudo de LU(2008) T-t =1, pois assumiu-se que a dívida tem vencimento de um ano devido a complexidade da estrutura da dívida. O tempo de vencimento médio da dívida de uma empresa brasileira geralmente supera um ano, foi incorporado uma parte do erro na modelagem da dívida na seção 4.6, a outra parte não pôde ser controlada devido a dificuldade de se calcular um prazo médio de todas as dividas da OGX. Espera-se que um tempo

menor do que o real até o vencimento da dívida nos retorne a PDI estimada maior que o verdadeiro.

4.6 Dívida, D.

Tanto LU(2008) quanto KANANDANI E MINARDI(2013) se basearam no estudo da Moody' s de tal forma que $D =$ dívida de curto prazo+1/2 dívida de longo prazo. Esses dados são encontrados nos Balanços patrimoniais da OGX.

4.7 Distância de default, DD, e Probabilidade de default implícita, PDI.

Após estimar os parâmetros acima para cada período entre 2010 e 2013 (período de maior queda do preço das ações) e substituir em (8) tem-se a DD e esse ponto referente a distribuição normal padrão acumulando a probabilidade na curva até $-DD$ retornará o PDI.

Portanto, as variáveis a serem utilizadas diretamente no modelo são as seguintes:

$$DD = \frac{\ln(F_t / D) + (r - \frac{\sigma_f^2}{2})(T - t)}{\sigma_F \sqrt{T - t}}$$

▪

F_t : Valor dos ativos estimados em 4.1.

D : Valor da dívida, calculada segundo as bibliografias citadas em 4.6.

σ_F : Volatilidade dos ativos estimados em 4.1.

$T - t$: Tempo até o vencimento das dívidas.

r : taxa de juros livre de risco, CDI conforme a seção 4.4.

5 Agências de rating

Relatórios das agências de rating segundo HULL(p.522) apresentam uma probabilidade histórica de default. Por esse motivo, alguns relatórios sobre a OGX podem se apresentar defasados a realidade da empresa que nunca tinha enfrentado uma posição tão desfavorável quanto a observada em sua crise.

As três agências de rating citadas possuem metodologias diferentes para qualificar o risco de crédito de determinada empresa. As notas são dadas em escala discreta a Standard & Poor's atribui notas de AAA "Capacidade extremamente forte de honrar seus compromissos financeiros. Maior Rating" até D, por exemplo. O histórico do rating da OGX é apresentado abaixo:

MOODY'S		S&P		Fitch	
Rating	Data	Rating	Data	Rating	Data
WR	05/11/2013	NR	29/04/2014	WD	18/12/2013
C	31/10/2013	D	01/10/2014	D	31/10/2013
Ca	15/07/2013	CCC-	15/08/2013	C	09/09/2013
Caa2	02/07/2013	CCC	02/07/2013	CCC	14/06/2013
B2	09/04/2013	B-	03/04/2013	B-	17/05/2013
B1	19/05/2011	B	20/05/2011	B	03/07/2012
				B+	19/05/2011

Fonte:Elaborado pelo autor,com base nos dados obtidos pela bloomberg

Porém o foco do presente estudo não é analisar os métodos em que são obtidas as notas. Os ratings serão utilizados apenas como guia para verificar a coerência dos resultados obtidos pelo modelo previamente apresentado. Ainda, será possível apresentar uma relação entre intervalos de probabilidade de default e as notas das agências.

6 Dados e Resultados

Os dados necessários para o modelo são divulgados abertamente e podem ser encontrados em bases de dados de fácil acesso.

O patrimônio da OGX aproximado como o valor de suas ações foram extraídos dos terminais Bloomberg conforme Bharath e Shumway (2004) a aproximação se da multiplicando o preço das ações com o número delas em circulação. O histórico de preços de ações do período 01/10/2010 até 01/10/2013 e as ações em circulação aparecem no Balanço patrimonial da empresa

A sua volatilidade foi calculado com base no retorno desses preços conforme a seguinte fórmula:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (u_i - u)^2}$$

O valor das dívidas foram coletadas nos balanços fornecidos em dados financeiros da Bloomberg na sessão do Balanço patrimonial divididos entre passivo circulante e dívida de longo prazo conforme citado na sessão de estimação . As taxas de juros foram retirados do site da clearing CETIP que divulga as taxas médias do CDI, foi calculado uma média para cada trimestre anualizada.

A tabela abaixo representa os períodos de estudo e seus respectivos dados encontrados. Dado que a PDI é a probabilidade acumulada até $-DD$ na distribuição normal, esperava-se que quanto maior os ativos, taxa de juros e a volatilidade dos ativos menor a PDI e quanto maior a Dívida, maior a PDI. A interpretação é intuitiva uma vez que as variáveis negativamente relacionados estão favoráveis ao a probabilidade de pagamento de seus compromissos (exercício da opção) e a Dívida está desfavorável.

Tabela 1: Descrição e resultado da estimação dos dados.

Período	Ativo (BRL)	Volatilidade Ativo	PL	Volatilidade PL	CDI média	Dívida	Preço Fechamento(BRL)
1T/2010	54.764.839.356,28	87,6939%	53.817.600.195,00	89,1369%	8,62%	1.031.649.000,00	16,65
2T/2010	54.434.979.632,07	88,5989%	54.046.122.592,00	89,1369%	9,32%	426.830.000,00	16,72
3T/2010	71.885.421.790,00	88,4809%	71.276.572.080,00	89,1369%	10,52%	676.342.000,00	22,05
4T/2010	65.428.172.462,80	88,3259%	64.760.226.848,00	89,1369%	10,64%	742.857.000,00	20,03
1T/2011	64.230.062.860,12	88,2689%	63.533.792.835,00	89,1369%	11,21%	778.749.500,00	19,65
2T/2011	49.626.572.906,52	84,9079%	47.179.537.100,00	89,1369%	11,89%	2.709.067.000,00	14,59
3T/2011	40.061.584.953,06	83,0479%	37.188.130.750,00	89,1369%	12,17%	3.131.339.500,00	11,5
4T/2011	47.305.460.680,54	84,0059%	44.464.069.375,00	89,1369%	11,30%	3.100.236.000,00	13,75
1T/2012	52.927.001.947,35	82,6269%	48.856.261.400,00	89,1369%	10,19%	4.329.441.500,00	15,1
2T/2012	22.771.735.355,35	71,5379%	17.797.710.150,00	89,1369%	8,76%	4.808.918.500,00	5,5
3T/2012	25.207.995.431,54	72,2369%	19.901.414.145,00	89,1369%	8,24%	5.111.544.500,00	6,15
4T/2012	19.822.530.625,20	66,3369%	14.173.753.584,00	89,1369%	7,07%	5.299.745.500,00	4,38
1T/2013	13.007.039.415,02	54,7369%	7.475.198.808,00	89,1369%	6,96%	5.215.025.000,00	2,31
2T/2013	8.657.527.452,17	30,7369%	2.556.453.272,00	89,1369%	7,34%	6.411.761.500,00	0,79
3T/2013	8.477.347.638,15	26,7279%	679.563.528,00	89,1369%	8,33%	10.496.136.000,00	0,21
4T/2013	11.317.923.646,50	28,4579%	776.644.032,00	89,1369%	9,42%	14.951.512.000,00	0,24

Tabela 2: Probabilidade Implícita de Default e Distância para Default.

Período	PDI	dd
1T/2010	0,000056%	4,87
2T/2010	0,000000%	5,81
3T/2010	0,000001%	5,60
4T/2010	0,000003%	5,39
1T/2011	0,000005%	5,31
2T/2011	0,010391%	3,71
3T/2011	0,042204%	3,34
4T/2011	0,020821%	3,53
1T/2012	0,045067%	3,32
2T/2012	0,799729%	2,41
3T/2012	0,702514%	2,46
4T/2012	1,342494%	2,21
1T/2013	3,466376%	1,82
2T/2013	18,626237%	0,89
3T/2013	83,580644%	-0,98
4T/2013	87,841715%	-1,17

Ao observar as tabelas verificamos que os resultados se comportaram como o esperado. Destaca-se que no primeiro trimestre de 2013 a situação da empresa estava muito comprometida e a PDI deu um salto significativo acompanhando os ratings dados pelas agências. As variações da dívida da empresa nesse período foi pequena em comparação com as variações do patrimônio líquido. Dado que a dívida é uma variável *backward-looking* e o preço é *forward-looking* tem-se evidências para dizer que o aumento da PDI se deu pelas expectativas negativas dos investidores sobre a OGX. Outro ponto importante são as consistentes quedas em seus ativos estimados

Tabela 3: Correlação dos dados em relação a PDI.

	Ativo (BRL)	Volatilidade Ativo	PL	CDI média	Dívida
PDI	-0,57	-0,82	-0,60	-0,21	0,88

A tabela 3 ilustra como as expectativas em relação às variáveis com a PDI se ajustou bem ao modelo. Todas as variáveis da tabela são bastantes sensíveis ao modelo. A grande sensibilidade implica uma maior resposta, da PDI às mudanças das variáveis.

Ao estimar as variáveis considerou-se $T-t = 1$ (tempo até o vencimento da dívida) , entretanto sabe-se que o vencimento das dividas da empresa pode divergir desse valor, pode ser considerada o valor médio de vencimento da dívida, mas devido a complexidade da estrutura da dívida da OGX optou-se por simular as PDI com períodos diferentes. Segue abaixo a tabela para diferentes intervalos de tempo:

Tabela 4: Probabilidade implícita de default para intervalos diferentes.

T-t	1		2		3	
Período	PDI	dd	PDI	dd	PDI	dd
1T/2010	0,000056%	4,87	0,011576%	3,68	0,065892%	3,21
2T/2010	0,000000%	5,81	0,000695%	4,35	0,009034%	3,74
3T/2010	0,000001%	5,60	0,001431%	4,18	0,015598%	3,61
4T/2010	0,000003%	5,39	0,002715%	4,04	0,026443%	3,47
1T/2011	0,000005%	5,31	0,003500%	3,98	0,032229%	3,41
2T/2011	0,010391%	3,71	0,233992%	2,83	0,622111%	2,50
3T/2011	0,042204%	3,34	0,520840%	2,56	1,130468%	2,28
4T/2011	0,020821%	3,53	0,340233%	2,71	0,808584%	2,41
1T/2012	0,045067%	3,32	0,510429%	2,57	1,067576%	2,30
2T/2012	0,799729%	2,41	2,746771%	1,92	3,916741%	1,76
3T/2012	0,702514%	2,46	2,484693%	1,96	3,573432%	1,80
4T/2012	1,342494%	2,21	3,700409%	1,79	4,938793%	1,65
1T/2013	3,466376%	1,82	7,369038%	1,45	9,185097%	1,33
2T/2013	18,626237%	0,89	28,423620%	0,57	31,872350%	0,47
3T/2013	83,580644%	0,98	84,090238%	1,00	83,888408%	0,99
4T/2013	87,841715%	1,17	88,047876%	1,18	87,740029%	1,16

A tabela nos dá indícios de que não há grandes diferenças na estimação da PDI para diferentes intervalos de tempo, ou seja, a maior parte da variação se deu por conta das demais variáveis.

7 Conclusão

Segundo o jornal Folha de São Paulo de 03/10/2013 “A OGX enfrenta uma crise de confiança desde junho de 2012, quando começou a não cumprir as metas de produção”. A crise da OGX apontou que a empresa enfrentou o maior processo de recuperação judicial no Brasil e a dívida de 11 bilhões de reais contabilizadas em outubro de 2010 é superior ao conhecido caso Varig (R\$ 7 bilhões). Dentro do período de turbulência a OGX foi bastante avaliada e questionada por diversos setores econômicos.

Este trabalho tentou contribuir para coleta de maiores informações sobre o que ocorreu com a famosa empresa, OGX. Ao fazer uma análise mais detalhada sobre o assunto percebe-se que a alta da probabilidade de default implícita estava refletindo a súbita queda de preços das ações. As PDIs representam uma situação num determinado ponto do tempo considerando os dados da empresa em um momento específico. Desse modo os resultados encontrados podem ser uma boa aproximação entre os intervalos dos ratings dado pelas agências dado que essas informações são muito defasadas.

Alguns pontos devem ser destacados. O primeiro é que a probabilidade de default foi crescente à medida que a OGX foi se deteriorando em suas características financeiras. Segundo ponto, conforme citado no início do trabalho de 2010 a 2013 a OGX se mostrou cada vez mais incapaz para cumprir seus compromissos e concluir projetos acarretando em uma queda de preços das ações, aumentos da dívida e queda do patrimônio líquido.

O modelo utilizado foi bastante representativo. As expectativas e fatos ocorridos com os dados da OGX foram de acordo com os resultados do trabalho. Para diferentes realidades da empresa em cada período a PDI foi capaz de capturar o risco de default tomado pelos acionistas e suas parte das

quedas das ações pode ser explicada pelas variações positivas das probabilidades de default implícitas em seus preços.

Referências

ALTMAN, Edward; FARGHER, Neil; KALOTAY, Egon. A Simple Empirical Model of Equity-Implied Probabilities of Default. **Journal of Fixed Income**, v.20, p. 71-85. 2011.

BHARATH, Sreedhar; SHUMWAY, Tyler. Forecasting default with KMV-Merton model. **Review of Financial Studies**, v.21, p. 1339-1396, 2004.

BLACK, Fischer; SCHOLES, Myron. The pricing of options and corporate liabilities. **Journal of Political Economy**, v.81, n.3, p.637-654, 1973.

CROUHY, Michel; GALAI, Dan; MARK, Robert. A comparative analysis of current credit risk models. **Journal of Banking and Finance**, v.24, p. 54-117, 2000.

DUFFIE, Darrell; SAITA, Leandro; WANG, Ke. Multi-period corporate default prediction with stochastic covariates. **Journal of Financial Economics**, v.83, p.636-665, 2007.

HULL, John C. Option, Futures and other Derivatives. 8th edition. Prentice Hall. 2012.

KANANDANI, Fernando; MINARDI, Andrea. Modelos estruturais antecipam alteração de rating de crédito de agências?.2013. Disponível em <<http://www.insper.edu.br/working-papers/working-papers-2013/modelos-estruturais-antecipam-alteracao-de-rating-de-credito-de-agencias/>>. Acesso em: Outubro, 2013. (Working Paper).

LU, Yuqian. Default forecasting in KMV. Oxford University. Dissertação de Mestrado, 2008.

MERTON, Robert C. On the pricing of corporate debt: the risk structure of interest rates. **The Journal of Finance**, v.29, n.4, p.449-470, 1974.

PASCHOARELLI, Rafael; SANCHES, Milton; (2013). Probabilidade de Default. **Revista de Finanças Aplicadas**. p.1-17.

SECURATO, José R. Uma variação do modelo KMV de crédito para calcula da probabilidade de default de uma empresa. 2003. Disponível em <<http://www.ead.fea.usp.br/wpapers/>>. Acesso em: Março 2014.

SECURATO, José R. Cálculo financeiro das tesourarias. 3^a Edição. Saint Paul Institute of Finance. 2005.