

**MODELO DE OPÇÕES FINANCEIRAS E RISCO DE  
INSOLVÊNCIA APLICADO AO MERCADO PORTUGUÊS.**

Ana Rute Lopes Balula

Projeto de Mestrado  
em Finanças

Orientador(a):  
Prof. Doutor Pedro Leite Inácio, Prof. Auxiliar, ISCTE Business School, Departamento de  
Finanças

Abril 2013

## **Agradecimentos**

Ao meu orientador, Professor Pedro Leite Inácio, agradeço toda a colaboração, apoio e transmissão de conhecimentos, essenciais para a realização deste trabalho e para o meu enriquecimento profissional e pessoal.

A toda a minha família todo o apoio, que, até nas mais pequenas coisas do dia-a-dia foi essencial para a realização deste trabalho.

Ao meu marido, Pedro, pelo amor, paciência, tempo, e também por sempre me motivar e acreditar que era capaz de cumprir mais este objetivo.

**Índice**

Agradecimentos.....	i
Índice.....	ii
Lista de Quadros.....	iv
Lista de Figuras .....	v
Sumário .....	x
Abstract .....	xi
Sumário Executivo .....	xii
1. Introdução .....	1
1.1 Justificação do tema.....	1
1.2 Objetivos a atingir.....	1
2. Revisão da literatura .....	3
3. Modelos .....	5
3.1 Modelo de Merton (1974).....	5
3.2 Modelo KMV-Merton.....	9
4. Metodologia.....	13
4.1 Dados de suporte.....	13
4.2 Objetivo: Testar no mercado português a transposição do modelo de avaliação de opções financeiras para a avaliação de empresas .....	14
4.3 Objetivo: Calcular o valor da empresa para o futuro.....	17
4.4 Objetivo: Calcular a probabilidade de incumprimento das empresas da amostra selecionada e comparar com uma notação provável.....	18
5. Análises de Resultados .....	20
5.1 EDP.....	21
5.2 JERÓNIMO MARTINS (JMT).....	25
5.3 PORTUGAL TELECOM (PT).....	30
5.4 ZON.....	35
5.5 BRISA.....	39
5.6 PORTUCEL.....	43
5.7 SONAE.....	47
5.8 SEMAPA.....	51
5.9 MOTA-ENGIL .....	55
5.10 A utilização do <i>wacc</i> – <i>Weighted Average Cost of Capital</i> nos cálculos efetuados.....	60
6. Conclusões .....	61

Bibliografia.....	63
Anexos.....	65
Anexo 1 – Metodologia de cálculo do <i>wacc</i> – <i>Weighted Average Cost of Capital</i> .....	65

## **Lista de Quadros**

Quadro 1 – Relação entre o *TIE* e uma notação provável. Fonte: Damodaran (2001)..... 19

## Lista de Figuras

Fig. 1 - <i>Call option</i> sobre os ativos da empresa ( $V_t$ ), com preço de exercício igual a $D$ e maturidade $T$ . Fonte: Autor. ....	8
Fig. 2 – Distribuição dos ativos da empresa, maturidade da dívida. Fonte: Autor. ....	11
Fig. 3 – EDP, $D=KMV$ : % sobre ou subavaliação de $V_t$ face ao mercado ( $EV$ ) – 06 2002 a 12 2012. ....	21
Fig. 4 – EDP, $D=KMV$ : n.º de sobre ou subavaliações de $V_t$ face ao mercado ( $EV$ ) – 2002 a 2012. ....	21
Fig. 5 – EDP, $D=D_{cp} + 0,5D_{lp}$ : % sobre ou subavaliação de $V_t$ face ao mercado ( $EV$ ) – 06 2002 a 12 2012. ....	22
Fig. 6 – EDP, $D=D_{cp} + 0,5D_{lp}$ : n.º de sobre ou subavaliações de $V_t$ face ao mercado ( $EV$ ) – 2002 a 2012. ....	22
Fig. 7 – EDP, $D=D$ líquida: % sobre ou subavaliação de $V_t$ face ao mercado ( $EV$ ) – 06 2002 a 12 2012. ....	22
Fig. 8 – EDP, $D=D$ líquida: n.º de sobre ou subavaliações de $V_t$ face ao mercado ( $EV$ ) – 2002 a 2012. ....	22
Fig. 9 – EDP: sobre ou subavaliação de $V_t$ face ao mercado ( $EV$ ) nas três estruturas de dívida – 06 2002 a 12 2012. ....	23
Fig. 10 – EDP, $D=KMV$ : Estimativa para $V_t + 1$ – 05 2004 a 01 2013. ....	23
Fig. 11 – EDP, $D=D_{cp} + 0,5D_{lp}$ : Estimativa para $V_t + 1$ – 05 2004 a 01 2013. ....	24
Fig. 12 – EDP, $D=D$ líquida: Estimativa para $V_t + 1$ – 05 2004 a 01 2013. ....	24
Fig. 13 – EDP, $D=KMV$ : Probabilidades de incumprimento $N(-d_2)$ – 06 2002 a 12 2012. .	24
Fig. 14– EDP, $D=D_{cp} + 0,5D_{lp}$ : Probabilidades de incumprimento $N(-d_2)$ – 06 2002 a 12 2012. ....	24
Fig. 15 – EDP, $D=D$ líquida: Probabilidades de incumprimento $N(-d_2)$ – 06 2002 a 12 2012. ....	24
Fig. 16 – JMT, $D=KMV$ : % sobre ou subavaliação de $V_t$ face ao mercado ( $EV$ ) – 12 1999 a 12 2012. ....	26
Fig. 17 – JMT, $D=KMV$ : n.º de sobre ou subavaliações de $V_t$ face ao mercado ( $EV$ ) – 1999 a 2012. ....	26
Fig. 18 – JMT, $D=D_{cp} + 0,5D_{lp}$ : % sobre ou subavaliação de $V_t$ face ao mercado ( $EV$ ) – 12 1999 a 12 2012. ....	27
Fig. 19 – JMT, $D=D_{cp} + 0,5D_{lp}$ : n.º de sobre ou subavaliações de $V_t$ face ao mercado ( $EV$ ) – 1999 a 2012. ....	27
Fig. 20 – JMT, $D=D$ líquida: % sobre ou subavaliação de $V_t$ face ao mercado ( $EV$ ) – 12 1999 a 12 2012. ....	27
Fig. 21 – JMT, $D=D$ líquida: n.º de sobre ou subavaliações de $V_t$ face ao mercado ( $EV$ ) – 1999 a 2012. ....	27
Fig. 22 – JMT: sobre ou subavaliação de $V_t$ face ao mercado ( $EV$ ) nas três estruturas de dívida – 12 1999 a 12 2012. ....	28
Fig. 23 – JMT, $D=KMV$ : Estimativa para $V_t + 1$ – 11 2001 a 12 2012. ....	28
Fig. 24 – JMT, $D=D_{cp} + 0,5D_{lp}$ : Estimativa para $V_t + 1$ – 06 2004 a 12 2012. ....	29
Fig. 25 – JMT, $D=D$ líquida: Estimativa para $V_t + 1$ – 06 2004 a 12 2012. ....	29
Fig. 26 – JMT, $D=KMV$ : Probabilidades de incumprimento $N(-d_2)$ – 12 1999 a 12 2012. .	29
Fig. 27 – JMT, $D=D_{cp} + 0,5D_{lp}$ : Probabilidades de incumprimento $N(-d_2)$ – 11 2001 a 12 2012. ....	29

Fig. 28 – JMT, $D=D$ líquida: Probabilidades de incumprimento $N(-d2)$ – 11 2001 a 12 2012.....	30
Fig. 29 – PT, $D=KMV$ : % sobre ou subavaliação de $Vt$ face ao mercado ( $EV$ ) – 06 2000 a 01 2013.....	31
Fig. 30 – PT, $D=KMV$ : n.º de sobre ou subavaliações de $Vt$ face ao mercado ( $EV$ ) – 2000 a 2013.....	31
Fig. 31 – PT, $D=Dcp + 0,5Dlp$ : % sobre ou subavaliação de $Vt$ face ao mercado ( $EV$ ) – 06 2000 a 01 2013.....	32
Fig. 32 – PT $D=Dcp + 0,5Dlp$ : n.º de sobre ou subavaliações de $Vt$ face ao mercado ( $EV$ ) – 2000 a 2013.....	32
Fig. 33 – PT, $D=D$ líquida: % sobre ou subavaliação de $Vt$ face ao mercado ( $EV$ ) – 06 2000 a 01 2013.....	32
Fig. 34 – PT $D=D$ líquida: % de sobre ou subavaliações de $Vt$ face ao mercado ( $EV$ ) – 2000 a 2013.....	32
Fig. 35 – PT: sobre ou subavaliação de $Vt$ face ao mercado ( $EV$ ) nas três estruturas de dívida – 06 2000 a 01 2013.....	33
Fig. 36 – PT, $D=KMV$ : Estimativa para $Vt + 1$ – 05 2002 a 01 2013.....	33
Fig. 37 – PT, $D=Dcp + 0,5Dlp$ : Estimativa para $Vt + 1$ – 05 2002 a 01 2013.....	33
Fig. 38 – PT, $D=D$ líquida: Estimativa para $Vt + 1$ – 05 2002 a 01 2013.....	34
Fig. 39 – PT, $D=KMV$ : Probabilidades de incumprimento $N(-d2)$ – 06 2000 a 01 2013.....	34
Fig. 40 – PT, $D=Dcp + 0,5Dlp$ : Probabilidades de incumprimento $N(-d2)$ – 06 2000 a 01 2013.....	34
Fig. 41 – PT, $D=D$ líquida: Probabilidades de incumprimento $N(-d2)$ – 06 2000 a 01 2013.....	35
Fig. 42 – ZON, $D=KMV$ : % sobre ou subavaliação de $Vt$ face ao mercado ( $EV$ ) – 11 2004 a 01 2013.....	36
Fig. 43 – ZON, $D=KMV$ : n.º de sobre ou subavaliações de $Vt$ face ao mercado ( $EV$ ) – 2004 a 2013.....	36
Fig. 44 – ZON, $D=Dcp + 0,5Dlp$ : % sobre ou subavaliação de $Vt$ face ao mercado ( $EV$ ) – 11 2004 a 01 2013.....	36
Fig. 45 – ZON, $D=Dcp + 0,5Dlp$ : n.º de sobre ou subavaliações de $Vt$ face ao mercado ( $EV$ ) – 2004 a 2013.....	36
Fig. 46 – ZON, $D=D$ líquida: % sobre ou subavaliação de $Vt$ face ao mercado ( $EV$ ) – 11 2004 a 01 2013.....	36
Fig. 47 – ZON, $D=D$ líquida: % de sobre ou subavaliações de $Vt$ face ao mercado ( $EV$ ) – 2004 a 2013.....	36
Fig. 48 – ZON: sobre ou subavaliação de $Vt$ face ao mercado ( $EV$ ) nas três estruturas de dívida – 11 2004 a 01 2013.....	37
Fig. 49 – ZON, $D=KMV$ : Estimativa para $Vt + 1$ – 10 2006 a 01 2013.....	37
Fig. 50 – ZON, $D=Dcp + 0,5Dlp$ : Estimativa para $Vt + 1$ – 10 2006 a 01 2013.....	37
Fig. 51 – ZON, $D=D$ líquida: Estimativa para $Vt + 1$ – 10 2006 a 01 2013.....	38
Fig. 52 – ZON, $D=KMV$ : Probabilidades de incumprimento $N(-d2)$ – 11 2004 a 01 2013.....	38
Fig. 53 – ZON, $D=Dcp + 0,5Dlp$ : Probabilidades de incumprimento $N(-d2)$ – 11 2004 a 01 2013.....	38
Fig. 54 – ZON, $D=D$ líquida: Probabilidades de incumprimento $N(-d2)$ – 11 2004 a 01 2013.....	38
Fig. 55 – BRISA, $D=KMV$ : % sobre ou subavaliação de $Vt$ face ao mercado ( $EV$ ) – 11 2002 a 01 2013.....	39
Fig. 56 – BRISA, $D=KMV$ : n.º de sobre ou subavaliações de $Vt$ face ao mercado ( $EV$ ) – 2002 a 2013.....	39

Fig. 57 – BRISA, $D=Dcp + 0,5Dlp$ : % sobre ou subavaliação de $Vt$ face ao mercado ( $EV$ ) – 11 2002 a 01 2013. ....	40
Fig. 58 – BRISA, $D=Dcp + 0,5Dlp$ : n.º de sobre ou subavaliações de $Vt$ face ao mercado ( $EV$ ) – 2002 a 2013. ....	40
Fig. 59 – BRISA, $D=D$ líquida: % sobre ou subavaliação de $Vt$ face ao mercado ( $EV$ ) – 11 2002 a 01 2013. ....	40
Fig. 60 – BRISA, $D=D$ líquida: % de sobre ou subavaliações de $Vt$ face ao mercado ( $EV$ ) – 2002 a 2013. ....	40
Fig. 61 – BRISA: sobre ou subavaliação de $Vt$ face ao mercado ( $EV$ ) nas três estruturas de dívida – 11 2002 a 01 2013. ....	41
Fig. 62 – BRISA, $D=KMV$ : Estimativa para $Vt + 1$ – 06 2004 a 01 2013. ....	41
Fig. 63 – BRISA, $D=Dcp + 0,5Dlp$ : Estimativa para $Vt + 1$ – 06 2004 a 01 2013. ....	41
Fig. 64 – BRISA, $D=D$ líquida: Estimativa para $Vt + 1$ – 06 2004 a 01 2013. ....	42
Fig. 65 – BRISA, $D=KMV$ : Probabilidades de incumprimento $N(-d2)$ – 11 2002 a 01 2013. ....	42
Fig. 66 – BRISA, $D=Dcp + 0,5Dlp$ : Probabilidades de incumprimento $N(-d2)$ – 11 2002 a 01 2013. ....	42
Fig. 67 – BRISA, $D=D$ líquida: Probabilidades de incumprimento $N(-d2)$ – 11 2002 a 01 2013. ....	43
Fig. 68 – PORTUCEL, $D=KMV$ : % sobre ou subavaliação de $Vt$ face ao mercado ( $EV$ ) – 06 2000 a 11 2012. ....	43
Fig. 69 – PORTUCEL, $D=KMV$ : n.º de sobre ou subavaliações de $Vt$ face ao mercado ( $EV$ ) – 2000 a 2012. ....	43
Fig. 70 – PORTUCEL, $D=Dcp + 0,5Dlp$ : % sobre ou subavaliação de $Vt$ face ao mercado ( $EV$ ) – 06 2000 a 11 2012. ....	44
Fig. 71 – PORTUCEL, $D=Dcp + 0,5Dlp$ : n.º de sobre ou subavaliações de $Vt$ face ao mercado ( $EV$ ) – 2000 a 2012. ....	44
Fig. 72 – PORTUCEL, $D=D$ líquida: % sobre ou subavaliação de $Vt$ face ao mercado ( $EV$ ) – 06 2000 a 11 2012. ....	44
Fig. 73 – PORTUCEL, $D=D$ líquida: % de sobre ou subavaliações de $Vt$ face ao mercado ( $EV$ ) – 2000 a 2012. ....	44
Fig. 74 – PORTUCEL: sobre ou subavaliação de $Vt$ face ao mercado ( $EV$ ) nas três estruturas de dívida – 06 2000 a 11 2012. ....	45
Fig. 75 – PORTUCEL, $D=KMV$ : Estimativa para $Vt + 1$ – 05 2002 a 06 2013. ....	45
Fig. 76 – PORTUCEL, $D=Dcp + 0,5Dlp$ : Estimativa para $Vt + 1$ – 05 2002 a 06 2013. ....	45
Fig. 77 – PORTUCEL, $D=D$ líquida: Estimativa para $Vt + 1$ – 05 2002 a 06 2013. ....	46
Fig. 78 – PORTUCEL, $D=KMV$ : Probabilidades de incumprimento $N(-d2)$ – 06 2000 a 11 2012. ....	46
Fig. 79 – PORTUCEL, $D=Dcp + 0,5Dlp$ : Probabilidades de incumprimento $N(-d2)$ – 06 2000 a 11 2012. ....	47
Fig. 80 – PORTUCEL, $D=D$ líquida: Probabilidades de incumprimento $N(-d2)$ – 06 2000 a 11 2012. ....	47
Fig. 81 – SONAE, $D=KMV$ : % sobre ou subavaliação de $Vt$ face ao mercado ( $EV$ ) – 12 1999 a 12 2012. ....	48
Fig. 82 – SONAE, $D=KMV$ : n.º de sobre ou subavaliações de $Vt$ face ao mercado ( $EV$ ) – 1999 a 2012. ....	48
Fig. 83 – SONAE, $D=Dcp + 0,5Dlp$ : % sobre ou subavaliação de $Vt$ face ao mercado ( $EV$ ) – 12 1999 a 12 2012. ....	48
Fig. 84 – SONAE, $D=Dcp + 0,5Dlp$ : n.º de sobre ou subavaliações de $Vt$ face ao mercado ( $EV$ ) – 1999 a 2012. ....	48



Fig. 85 – SONAE, $D=D$ líquida: % sobre ou subavaliação de $Vt$ face ao mercado ( $EV$ ) – 12 1999 a 12 2012. ....	49
Fig. 86 – SONAE, $D=D$ líquida: % de sobre ou subavaliações de $Vt$ face ao mercado ( $EV$ ) – 1999 a 2012. ....	49
Fig. 87 – SONAE: sobre ou subavaliação de $Vt$ face ao mercado ( $EV$ ) nas três estruturas de dívida – 12 1999 a 12 2012. ....	49
Fig. 88 – SONAE, $D=KMV$ : Estimativa para $Vt + 1$ – 11 2001 a 12 2012. ....	50
Fig. 89 - SONAE, $D=Dcp + 0,5Dlp$ : Estimativa para $Vt + 1$ – 11 2001 a 12 2012. ....	50
Fig. 90 - SONAE, $D=D$ líquida: Estimativa para $Vt + 1$ – 11 2001 a 12 2012. ....	50
Fig. 91 – SONAE, $D=KMV$ : Probabilidades de incumprimento $N(-d2)$ – 12 1999 a 12 2012. ....	51
Fig. 92 – SONAE, $D=Dcp + 0,5Dlp$ : Probabilidades de incumprimento $N(-d2)$ – 12 1999 a 12 2012. ....	51
Fig. 93 – SONAE, $D=D$ líquida: Probabilidades de incumprimento $N(-d2)$ – 12 1999 a 12 2012. ....	51
Fig. 94 – SEMAPA, $D=KMV$ : % sobre ou subavaliação de $Vt$ face ao mercado ( $EV$ ) – 07 2000 a 11 2012. ....	52
Fig. 95 – SEMAPA, $D=KMV$ : n.º de sobre ou subavaliações de $Vt$ face ao mercado ( $EV$ ) – 2000 a 2012. ....	52
Fig. 96 – SEMAPA, $D=Dcp + 0,5Dlp$ : % sobre ou subavaliação de $Vt$ face ao mercado ( $EV$ ) – 07 2000 a 11 2012. ....	53
Fig. 97 – SEMAPA, $D=Dcp + 0,5Dlp$ : n.º de sobre ou subavaliações de $Vt$ face ao mercado ( $EV$ ) – 2000 a 2012. ....	53
Fig. 98 – SEMAPA, $D=D$ líquida: % sobre ou subavaliação de $Vt$ face ao mercado ( $EV$ ) – 07 2000 a 11 2012. ....	53
Fig. 99 – SEMAPA, $D=D$ líquida: % de sobre ou subavaliações de $Vt$ face ao mercado ( $EV$ ) – 2000 a 2012. ....	53
Fig. 100 – SEMAPA: sobre ou subavaliação de $Vt$ face ao mercado ( $EV$ ) nas três estruturas de dívida – 07 2000 a 11 2012. ....	53
Fig. 101 – SEMAPA, $D=KMV$ : Estimativa para $Vt + 1$ – 06 2002 a 12 2012. ....	54
Fig. 102 - SEMAPA, $D=Dcp + 0,5Dlp$ : Estimativa para $Vt + 1$ – 06 2002 a 12 2012. ....	54
Fig. 103 - SEMAPA, $D=D$ líquida: Estimativa para $Vt + 1$ – 06 2002 a 12 2012. ....	54
Fig. 104 – SEMAPA, $D=KMV$ : Probabilidades de incumprimento $N(-d2)$ – 07 2000 a 11 2012. ....	54
Fig. 105 – SEMAPA, $D=Dcp + 0,5Dlp$ : Probabilidades de incumprimento $N(-d2)$ – 07 2000 a 11 2012. ....	55
Fig. 106 – SEMAPA, $D=D$ líquida: Probabilidades de incumprimento $N(-d2)$ – 07 2000 a 11 2012. ....	55
Fig. 107 – MOTA-ENGIL, $D=KMV$ : % sobre ou subavaliação de $Vt$ face ao mercado ( $EV$ ) – 12 1999 a 12 2012. ....	56
Fig. 108 – MOTA-ENGIL, $D=KMV$ : n.º de sobre ou subavaliações de $Vt$ face ao mercado ( $EV$ ) – 1999 a 2012. ....	56
Fig. 109 – MOTA-ENGIL, $D=Dcp + 0,5Dlp$ : % sobre ou subavaliação de $Vt$ face ao mercado ( $EV$ ) – 12 1999 a 12 2012. ....	56
Fig. 110 – MOTA-ENGIL, $D=Dcp + 0,5Dlp$ : n.º de sobre ou subavaliações de $Vt$ face ao mercado ( $EV$ ) – 1999 a 2012. ....	56
Fig. 111 – MOTA-ENGIL, $D=D$ líquida: % sobre ou subavaliação de $Vt$ face ao mercado ( $EV$ ) – 12 1999 a 12 2012. ....	57
Fig. 112 – MOTA-ENGIL, $D=D$ líquida: % de sobre ou subavaliações de $Vt$ face ao mercado ( $EV$ ) – 1999 a 2012. ....	57

Fig. 113 – MOTA-ENGIL: sobre ou subavaliação de  $Vt$  face ao mercado ( $EV$ ) nas três estruturas de dívida – 12 1999 a 12 2012..... 57

Fig. 114 – MOTA-ENGIL,  $D=KMV$ : Estimativa para  $Vt + 1$  – 11 2001 a 12 2012. .... 58

Fig. 115 – MOTA-ENGIL,  $D=D_{cp} + 0,5D_{lp}$ : Estimativa para  $Vt + 1$  – 11 2001 a 12 2012. 58

Fig. 116 – MOTA-ENGIL,  $D=D$  líquida: Estimativa para  $Vt + 1$  – 11 2001 a 12 2012..... 58

Fig. 117 – MOTA-ENGIL,  $D=KMV$ : Probabilidades de incumprimento  $N(-d2)$  – 12 1999 a 12 2012..... 59

Fig. 118 – MOTA-ENGIL,  $D=D_{cp} + 0,5D_{lp}$ : Probabilidades de incumprimento  $N(-d2)$  – 12 1999 a 12 2012..... 59

Fig. 119 – MOTA-ENGIL,  $D=D$  líquida: Probabilidades de incumprimento  $N(-d2)$  – 12 1999 a 12 2012. .... 59

## Sumário

Em 1974 Robert Merton desenvolveu um modelo para avaliar o risco de crédito de empresas caracterizando o valor do capital próprio como uma opção sobre os ativos da empresa.

Este projeto de mestrado apresenta o modelo de Merton (1974) e suas variantes e testa a aplicação prática deste como metodologia de avaliação de empresas no mercado português. A amostra abrange 9 (45%) das empresas do PSI20 e verificou-se nos cálculos efetuados com três estruturas de dívida diferentes, que independentemente da estrutura analisada, o valor da empresa não sofre alterações significativas.

No cálculo das estimativas futuras do valor da empresa, o modelo não apresenta resultados robustos, ou seja, conclui-se que não é uma metodologia válida para a previsão futura do seu valor, pois este provavelmente segue um caminho aleatório.

Palavras-chave: Modelo Merton, Modelo KMV, avaliação de empresas, opções financeiras.

JEL Classification: G13, G32.

## **Abstract**

In 1974 Robert Merton developed a model to evaluate the credit risk of companies featuring the value of equity as an option on the assets of the company.

This master's project presents the model of Merton (1974) and its variants, and tests the practical application of this methodology to the valuation of companies in the Portuguese stock market. The sample covers 9 (45%) of the PSI20 companies and the calculations made with three different debt structures reveal that, regardless the analyzed structure, the company's value do not change significantly.

In calculating the estimated future value of the company, the model doesn't show solid results, i.e., it appears that this methodology is not valid for forecasting the future value of the company, or that it is likely to follow a random walk.

**Keywords:** Merton Model, KMV Model, company valuation, financial options.

**JEL Classification:** G13, G32.

## Sumário Executivo

Robert Merton (1974) desenvolveu um modelo de avaliação do risco de crédito de empresas suportado na teoria clássica de avaliação de opções financeiras de Black e Scholes (1973).

Este modelo encara o valor do capital próprio como uma opção (*call option*) sobre o valor dos ativos da empresa, com um preço de exercício igual ao valor facial da dívida para um determinado período de tempo. Nesta perspetiva, é possível calcular o valor da empresa transpondo a metodologia de avaliação de opções financeiras para a avaliação de empresas.

Este projeto surge com o objetivo de testar a aplicabilidade prática do modelo clássico de avaliação de opções financeiras, como metodologia válida e/ou alternativa para a avaliação de empresas.

Depois de efetuada uma pesquisa na literatura existente sobre o tema, desenvolvem-se em particular o modelo de Merton (1974) e a sua variante com maior vertente comercial utilizada pela Moody's, o modelo KMV-Merton.

No capítulo quatro deste trabalho, é explicada a metodologia que suporta o presente projeto e que se baseia sobretudo no modelo desenvolvido por Merton. Para a aplicação desta metodologia selecionou-se uma amostra de empresas do mercado português, cotadas em bolsa e pertencentes ao PSI20. Os resultados obtidos para 9 (45%) das empresas do PSI20, mostram que, na maioria dos casos analisados, os cálculos efetuados pelo modelo de Merton e suas variantes atribuem um valor superior à empresa face àquele que se verifica no mercado. Os resultados também mostram que o valor da empresa não é significativamente afetado pela sua estrutura de dívida, o que confirma o defendido por Merton quando sustenta a verificação do teorema de Modigliani-Miller, ou seja, independentemente da estrutura de capital da empresa o seu valor não se altera.

As estimativas efetuadas para o valor futuro da empresa através da aplicação do modelo de opções financeiras transposto para a avaliação de empresas, mostram claramente, que a metodologia de cálculo utilizada neste projeto como previsão futura para os ativos avaliados não é robusta.

## 1. Introdução

### 1.1 Justificação do tema

A metodologia de avaliação de empresas tem sido um tema que ao longo dos anos tem despertado muito interesse e consequentemente muita investigação por parte da Academia, de forma a encontrar e estabelecer o método mais eficaz e eficiente que permita determinar/prever os valores atuais e futuros das empresas.

Neste trabalho o objetivo é testar a aplicabilidade prática do modelo de avaliação de opções financeiras (“*contingent claims*”) como metodologia de avaliação de empresas.

O trabalho empírico realizado pretende validar se este modelo é uma alternativa válida para determinar o valor das empresas no mercado Português (atual e futuro) e, consequentemente, tornar-se uma metodologia adicional e/ou complementar aos modelos atualmente utilizados e aceites pela Academia e pela “Indústria Financeira” (tais como: “*Discounted Cash Flow Valuation*” e “*Relative Valuation*”).

Adicionalmente, procurou-se ligar a questão da avaliação dos ativos das empresas com a temática do risco de crédito associado às probabilidades de incumprimento/insolvência.

### 1.2 Objetivos a atingir

Os principais objetivos propostos são:

- ✓ Testar no mercado português a transposição do modelo de avaliação de opções financeiras para a avaliação de empresas;  
Na persecução do primeiro objetivo utiliza-se o modelo de Merton (1974) e suas variantes para testar o modelo de avaliação de opções financeiras como metodologia de avaliação de empresas no mercado português.
- ✓ Calcular o valor da empresa para o futuro;

Como é habitual nos modelos de avaliação de empresas, um dos fatores mais importantes é poder obter previsões futuras para os ativos avaliados. Neste sentido testa-se o cálculo do valor da empresa para o futuro através da aplicação do modelo clássico de opções financeiras transposto para a avaliação de empresas.

- ✓ Calcular a probabilidade de incumprimento das empresas da amostra selecionada e comparar com uma notação provável;

O incumprimento das empresas é, sem dúvida, um fator importante para todos os *stakeholders* da organização, nomeadamente gestores, detentores de capital, credores e investidores. Procura-se fazer a ligação da avaliação dos ativos das empresas com o risco de crédito associado.

## 2. Revisão da literatura

Em 1974, Robert Merton desenvolveu um modelo de avaliação de risco de crédito das empresas baseado no trabalho desenvolvido por Merton (1973) e por Black e Scholes (1973). Este modelo, que tem como suporte a teoria de avaliação de opções financeiras, pretende desenvolver uma metodologia fiável e tangível que permita a avaliação do risco de crédito de empresas (através da determinação da sua probabilidade de incumprimento) e consequentemente determinar o valor justo do preço da sua dívida, encarando o valor do capital próprio como uma *call option* sobre o valor dos ativos da empresa, com um preço de exercício igual ao valor facial da dívida para um determinado período de tempo. O modelo de Merton assume algumas simplificações quer na estrutura das empresas, quer no mercado. Considera por exemplo, que estamos perante as condições de um mercado perfeito e que, a estrutura das empresas, nomeadamente a sua estrutura de capital, é bastante simplificada, sendo composta exclusivamente por uma dívida homogénea e pelo capital próprio.

Dadas as simplificações assumidas por Merton (1974), vários autores desenvolveram o referido modelo de forma a torná-lo mais adequado à realidade das empresas. Por exemplo, Geske (1977) desenvolveu uma extensão do modelo de Merton onde analisa a estrutura da dívida com diferentes componentes, juros e maturidades. Noutra perspetiva, Hull, Nelken and White (2004/5) propõem um método para estimar os parâmetros do modelo através da volatilidade implícita do capital próprio verificada no mercado de opções.

Nos anos 80, uma empresa norte americana especializada na análise de risco de crédito, a KMV Corporation, aplicou o modelo de Merton (1974) com algumas variantes para, depois de calcular o valor estimado da empresa e da dívida, atribuir probabilidades de incumprimento (*EDF – Estimated default frequency*), através de uma metodologia própria.

Rangarajan (2001) descreve o modelo de Merton (1974) e a sua variante com maior sucesso comercial, o modelo KMV-Merton. Este último difere do modelo de Merton, tendo como principal objetivo o cálculo de uma probabilidade da distância até à insolvência, a *DD – Distance-to-Default* e a consequente atribuição de uma probabilidade estimada de incumprimento, a *EDF – Estimated default frequency*. A *EDF* é atribuída tendo por base uma distribuição de probabilidades definida pela experiência passada na KMV (substancialmente



diferente da distribuição normal usada por Merton). A definição da estrutura da dívida ( $D$ ), apesar de simplificada é bastante diferente da assumida por Merton, sendo considerado para  $D$  a soma do valor facial do Passivo Total de curto prazo com 50% do Passivo Total de longo prazo.

Bharath e Shumway (2004) apresentaram um estudo sobre a acuidade dos resultados e sobre o contributo do modelo KMV-Merton na definição das probabilidades de incumprimento para as empresas. Concluíram que o modelo tem uma utilidade marginal na definição dos níveis de incumprimento e que não tem uma sustentação estatística significativa.

Arora, Bohn e Zhu (2005) compararam empiricamente o modelo de Merton com outros dois modelos de avaliação de risco de crédito, Vasicek-Kealhofer *model* (Crosbie and Bohn (2003), Kealhofer (2003) e Vasicek (1984)) e Hull-White *model* (2000). Segundo os autores estes três modelos foram escolhidos por representarem, de uma forma significativa, o existente na literatura sobre modelos de risco de crédito. Os testes realizados tentaram aferir a capacidade dos modelos em distinguir as empresas incumpridoras das que cumprem as suas obrigações de crédito, com base em probabilidades de incumprimento geradas a partir de informações no mercado de capitais.

Damodaran (2002) sugere a utilização do modelo de avaliação de opções financeiras, enquanto modelo de avaliação, para empresas com determinadas características, ou seja, para empresas que tenham (i) lucros negativos, (ii) “*assets in place*” significativos e (iii) uma dívida substancial. Segundo o autor este modelo dá a opção aos investidores (detentores do capital) de liquidar a empresa e pagar as suas dívidas. No entanto, neste projeto vai o mesmo ser aplicado à generalidade das situações.

De seguida apresenta-se com maior detalhe os dois modelos principais que são usados neste projeto.

### 3. Modelos

#### 3.1 Modelo de Merton (1974)

Em 1974, Robert C. Merton, desenvolveu um modelo para avaliar o risco de crédito das empresas, tendo por base o trabalho já antes desenvolvido por Merton (1973) e por Black e Scholes (1973). O modelo assenta na teoria de avaliação de opções financeiras e relaciona o risco de emissão de dívida da empresa com a sua estrutura de capital.

No modelo, Merton assume algumas simplificações para aplicar e desenvolver o modelo de avaliação de opções financeiras de Black e Scholes. Duas das principais simplificações assumidas são que i) nos encontramos na presença de ativos negociáveis continuamente no tempo e, que ii) o valor da empresa ( $V_t$ ), ao longo do tempo, segue um processo estocástico, nomeadamente um processo *Browniano* geométrico, definido pela seguinte equação diferencial:

$$dV_t = \mu_{V_t} V_t dt + \sigma_{V_t} V_t dz \quad (1)$$

onde,  $\mu_{V_t}$  é a taxa de rendibilidade instantânea por cada unidade de tempo do valor da empresa,  $\sigma_{V_t}$  é a volatilidade instantânea da empresa e  $dz$  é um *Wiener process* com distribuição normal  $N(0,1)$  (também identificado como  $\varepsilon$ ).  $V_t$  segue uma distribuição *lognormal* ( $V_t \geq 0$ ) com valor esperado em  $t$  de:

$$\begin{aligned} V_t &= V_0 \cdot e^{[(r - \frac{1}{2}\sigma_{V_0}^2) \cdot (\Delta t) + \sigma_{V_0} \varepsilon \sqrt{\Delta t}]} \quad (=) \\ (=) \ln V_t &= \ln V_0 + \left[ \left( r - \frac{1}{2} \sigma_{V_0}^2 \right) \cdot (\Delta t) + \sigma_{V_0} \varepsilon \sqrt{\Delta t} \right] \quad (=) \\ (=) V_t &= e^{[\ln V_0 + (r - \frac{1}{2}\sigma_{V_0}^2) \cdot (\Delta t) + \sigma_{V_0} \varepsilon \sqrt{\Delta t}]} \end{aligned} \quad (2)$$

onde  $r$  é a taxa de juro sem risco e  $\Delta t = T - t$ .

Merton considera que a taxa de juro sem risco ( $r$ ) é única e constante ao longo do tempo.

Outra das simplificações assumidas por Merton é a verificação do teorema de Modigliani-Miller, ou seja, independentemente da estrutura de capital da empresa o seu valor não se altera.

Merton assume ainda as condições de um mercado perfeito, nomeadamente que não existem custos de transação ou impostos, que existe um número suficiente de investidores em condições iguais para transacionar o valor dos ativos ao preço de mercado (máxima liquidez de mercado), não existem penalizações para as vendas a descoberto (*short-sales*) e que a taxa aplicada nos empréstimos e financiamentos é a mesma e é uma taxa de juro sem risco.

O valor da empresa ou o valor dos ativos da empresa ( $V_t$ ) está então dividido de duas formas: i) uma estrutura de dívida simplificada e homogénea ( $D$ ) e ii) o capital próprio ( $E_t$ ).

Merton analisa o risco de crédito das empresas tendo em conta uma estrutura de dívida simplificada ( $D$ ). Esta simplificação implica a homogeneidade da dívida, ou seja, a empresa tem uma única emissão de dívida de um valor certo, a pagar num período de tempo determinado. Corresponde à emissão de dívida/obrigações de cupão zero, i.e., o valor a pagar aos credores é único, conhecido e é liquidado no final do prazo contratualizado. Com esta simplificação da dívida o risco de crédito da empresa pode ser corretamente avaliado e ser assim determinado o valor da empresa.

Quando é atingida a maturidade da dívida, em  $T$ , os credores recebem o valor facial da dívida se  $V_t \geq D$  e os acionistas recebem o restante, i.e.,  $V_t - D$ . Caso o valor da empresa não seja suficiente para pagar aos credores em  $T$ , estes receberão o valor de  $V_t$  sendo que os acionistas não poderão receber qualquer valor. Assim, na perspetiva dos credores, pode-se definir:

$$\begin{cases} D, & \text{se } V_t \geq D \\ V_t, & \text{se } V_t < D \end{cases} = D - \max(D - V_t; 0) \quad (3)$$

onde  $D$  é o valor facial da dívida na maturidade  $T$  e  $-\max(D - V_t; 0)$  é o valor (*payoff*) de uma posição curta numa *put option* com preço de exercício igual ao valor facial da dívida ( $D$ ) e com maturidade em  $T$ . De igual forma, mas na perspetiva dos acionistas, se na maturidade  $T$

o valor da empresa for superior ao valor de  $D$ , então a opção é exercida por forma a que os detentores de capital recebam o valor de  $V_t - D$ .

O risco de crédito é equivalente a um portfolio de uma posição longa sobre  $D$  com maturidade  $T$ , juntamente com uma posição curta numa *put option* sobre os ativos da empresa com preço de exercício  $D$  e maturidade  $T$ .

Aplicando o modelo de avaliação de opções financeiras de Black e Scholes (1973), assume-se que  $V_t$  segue uma distribuição *lognormal* com volatilidade ( $\sigma_{V_t}$ ) e taxa de juro sem risco ( $r$ ) constantes. Assim temos:

$$\text{Valor da put option} = e^{-r(T-t)} \cdot D \cdot N\left(-d + \sigma_{V_t} \sqrt{(T-t)}\right) - V_t \cdot N(-d) \quad (4)$$

sendo  $N(\cdot)$  a probabilidade acumulada de uma distribuição normal,  $T - t = \Delta t$ , e

$$d = \frac{1}{\sigma_{V_t} \sqrt{(T-t)}} \left[ \ln\left(\frac{V_t}{D}\right) + \left(r + \frac{1}{2} \sigma_{V_t}^2\right) (T-t) \right]. \quad (5)$$

O valor do capital próprio ( $E_t$ ) é considerado uma *call option* sobre o valor dos ativos da empresa ( $V_t$ ), com um preço de exercício igual ao valor facial da dívida ( $D$ ) para um determinado período de tempo ( $T$ ). Assim, os acionistas ou detentores do capital recebem:

$$\begin{cases} V_t - D, & \text{se } V_t \geq D \\ 0, & \text{se } V_t < D \end{cases} = \max(V_t - D; 0) \quad (6)$$

que corresponde ao valor (*payoff*) de uma *call option*, ou seja, corresponde a uma posição longa numa *call option* sobre os ativos da empresa ( $V_t$ ), com um preço de exercício igual a  $D$  e maturidade  $T$ .

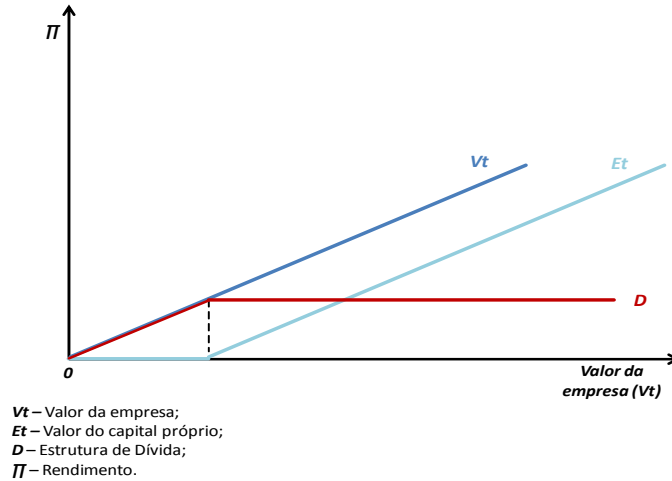


Fig. 1 - *Call option* sobre os ativos da empresa ( $V_t$ ), com preço de exercício igual a  $D$  e maturidade  $T$ . Fonte: Autor.

De acordo com a teoria de avaliação de opções financeiras, temos:

$$\text{Valor da } call \text{ option} = V_t \cdot N(d_1) - D \cdot e^{-r(T-t)} \cdot N(d_2) \quad (7)$$

Sendo respetivamente:

$$d_1 = \frac{1}{\sigma_{V_t} \sqrt{(T-t)}} \left[ \ln \left( \frac{V_t}{D} \right) + \left( r + \frac{1}{2} \sigma_{V_t}^2 \right) (T-t) \right] \quad (8)$$

e

$$d_2 = d_1 - \sigma_{V_t} \cdot \sqrt{(T-t)}. \quad (9)$$

Depreende-se do modelo que as variáveis  $V_t$  e  $\sigma_{V_t}$  não são diretamente observáveis no mercado, mas podem ser obtidas através de outras variáveis observáveis.

Visto que o valor do capital próprio ( $E_t$ ) é o valor da *call option* que também depende do valor da empresa ( $V_t$ ) assim como da sua volatilidade ( $\sigma_{V_t}$ ), podemos dizer que:

$$E_t = f(V_t, \sigma_{V_t}) \quad (10)$$

A volatilidade do capital próprio ( $\sigma_{E_t}$ ) é também dependente do valor da empresa ( $V_t$ ) e da sua volatilidade ( $\sigma_{V_t}$ ), pois o valor do capital próprio é uma opção sobre o valor da empresa. Neste sentido podemos dizer que:

$$\sigma_{E_t} = g(V_t, \sigma_{V_t}) \quad (11)$$

Pelo definido no modelo Black e Scholes, obtém-se o seguinte:

$$\sigma_{E_t} = \sigma_{V_t} \cdot V_t \cdot \frac{N(d_1)}{f(V_t, \sigma_{V_t})} = \sigma_{V_t} \cdot V_t \cdot \frac{N(d_1)}{E_t} \quad (12)$$

Desta forma, através da conjugação das equações (7) e (12) temos o seguinte sistema de equações que nos permite obter os valores de  $V_t$  e de  $\sigma_{V_t}$ :

$$\begin{cases} E_t = V_t \cdot N(d_1) - D \cdot e^{-r(T-t)} \cdot N(d_1 - \sigma_{V_t} \cdot \sqrt{(T-t)}) \\ \sigma_{E_t} = \sigma_{V_t} \cdot V_t \cdot \frac{N(d_1)}{E_t} \end{cases} (=) \begin{cases} V_t \\ \sigma_{V_t} \end{cases} \quad (13)$$

### 3.2 Modelo KMV-Merton

O modelo KMV-Merton é uma variante do modelo de Merton (1974) que foi desenvolvido na empresa KMV (cujos fundadores foram Stephen Kealhofer e Oldrich Vasicek).

Em 2002, a Moody's adquiriu esta empresa e passou a utilizar a metodologia de gestão de risco de crédito desenvolvida pela KMV, dirigida a empresas, credores e investidores.

Este modelo baseia-se no trabalho desenvolvido por Merton (1974), mas enquanto Merton definiu um modelo cujo principal objetivo era o de avaliar o risco de crédito das empresas, o modelo KMV-Merton tem como principal objetivo calcular a probabilidade que define a distância até à insolvência/incumprimento da empresa – a *DD – Distance-to-Default*.

A  $DD$  – *Distance-to-Default* traduz basicamente a distância entre o valor dos ativos da empresa e o seu ponto de insolvência/incumprimento. A empresa entra em incumprimento quando o valor dos seus ativos cai abaixo deste ponto. Pela aplicação da lógica de avaliação das opções financeiras, o ponto de insolvência corresponde ao valor da dívida ( $D$ ) que no modelo é assumida como a conjugação do Passivo Total de curto prazo com metade do Passivo Total de longo prazo.

Para estes cálculos, o modelo KMV-Merton baseia-se no trabalho desenvolvido por Merton onde o valor do capital próprio da empresa ( $E_t$ ) é visto como uma *call option* sobre o valor dos ativos da empresa ( $V_t$ ), com um preço de exercício igual ao valor facial da dívida ( $D$ ) para um determinado período de tempo ( $T$ ).

Assumido o modelo de Merton e o modelo de Black e Scholes, a distância até à insolvência ( $DD$ ) pode ser então expressa como:

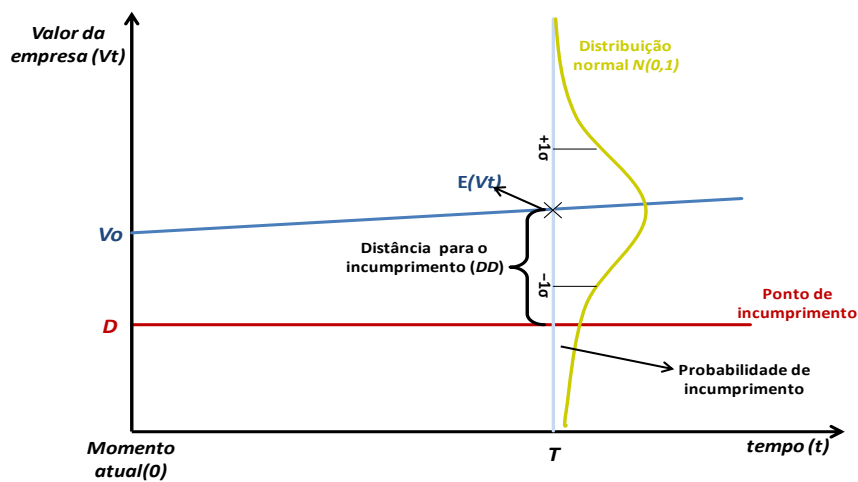
$$DD = \frac{1}{\sigma_{V_t} \sqrt{(T-t)}} \left[ \ln \left( \frac{V_t}{D} \right) + \left( r - \frac{1}{2} \sigma_{V_t}^2 \right) (T-t) \right] \quad (14)$$

Quanto maior for a  $DD$  da empresa, melhor, significando que a empresa estará mais longe do seu ponto de insolvência.

O valor da  $DD$  pode ser facilmente expresso em probabilidades. Como se pode verificar pelas equações (8) e (9), a  $DD$  é igual ao  $d_2$  do Modelo Black e Scholes:

$$d_2 = \frac{1}{\sigma_{V_t} \sqrt{(T-t)}} \left[ \ln \left( \frac{V_t}{D} \right) + \left( r - \frac{1}{2} \sigma_{V_t}^2 \right) (T-t) \right] \quad (15)$$

logo, a sua probabilidade pode ser definida como  $N(d_2)$  e a probabilidade de incumprimento será o inverso de  $N(d_2)$ , i.e.,  $N(-d_2)$ . No modelo KMV-Merton a probabilidade de incumprimento é definida como  $EDF$  – *Estimated default frequency*. Esquematizando temos:



$E(V_t)$  – Valor esperado de  $V$ ;  
 $V_0$  – Valor atual da empresa;  
 $D$  – Ponto de incumprimento.

Fig. 2 – Distribuição dos ativos da empresa, maturidade da dívida. Fonte: Autor.

A distribuição de probabilidades utilizada no modelo não é uma distribuição normal, mas uma distribuição própria da KMV que foi elaborada com base em observações empíricas de empresas do mercado americano. A base de dados da KMV é usada para identificar a proporção de empresas com uma determinada  $DD$  que entram em incumprimento daqui a um ano ( $T$ ). Assim obtém-se a probabilidade de incumprimento da empresa, ou seja, da  $EDF$  – *Estimated default frequency*.

Como o cenário abordado no modelo KMV-Merton não é um cenário neutro ao risco, a metodologia de cálculo da probabilidade da distância até ao incumprimento ( $DD$ ) sofre uma pequena alteração. Assim temos:

$$DD = \frac{1}{\sigma_{V_t} \sqrt{(T-t)}} \left[ \ln \left( \frac{V_t}{D} \right) + \left( \mu_{V_t} - \frac{1}{2} \sigma_{V_t}^2 \right) (T-t) \right] \tag{16}$$

sendo que  $\mu_{V_t}$  é equivalente à rendibilidade da empresa (normalmente assumida como o *wacc* – *Weighted Average Cost of Capital*).

Relativamente à definição da estrutura de dívida ( $D$ ), correspondente ao preço de exercício na teoria da avaliação de opções financeiras, o modelo KMV-Merton não assume uma estrutura



de dívida homogénea como foi assumido no modelo de Merton (1974), mas assume igualmente uma estrutura de dívida simplificada com base nos valores do Passivo Total da empresa. Baseados nas observações empíricas que constituem a base de dados da KMV, verificaram que a insolvência das empresas tende a ocorrer quando o valor de mercado dos ativos cai abaixo do valor contabilístico do Passivo Total mas fica acima do valor contabilístico do Passivo Total de curto prazo.

Assim, o modelo KMV-Merton assume uma estrutura de dívida das empresas equivalente à soma do Passivo Total de curto prazo com metade do Passivo Total de longo prazo. Neste sentido, o preço de exercício considerado para os cálculos na teoria de avaliação de opções financeiras e para a obtenção da  $DD$  é:

$$D = \text{Passivo Total de curto prazo} + \frac{1}{2} \text{Passivo Total de longo prazo} \quad (17)$$

Sintetizando: i) identifica-se o valor de  $D$ , i.e., o ponto de incumprimento da empresa; ii) obtêm-se os valores da empresa ( $V_t$ ) e da sua volatilidade ( $\sigma_{V_t}$ ) por meio das variáveis observáveis no mercado conjugadas com  $D$ ; iii) calcula-se a distância até ao incumprimento  $DD$ ; e por último iv) identifica-se na base de dados da KMV a  $EDF$  – *Estimated default frequency* referente à proporção de empresas com a  $DD$  calculada que entram em incumprimento daqui a um ano ( $T$ ).

## 4. Metodologia

A metodologia utilizada para alcançar os principais objetivos propostos, baseou-se sobretudo na aplicação do modelo Merton (1974).

### 4.1 Dados de suporte

Em primeiro lugar definiu-se a amostra sobre a qual este trabalho incide. Esta amostra é composta por empresas do mercado português, cotadas em bolsa e incluídas no PSI20 no final de 2012.

Os dados da amostra foram recolhidos na plataforma *Bloomberg*. Recolheram-se dados de mercado, tais como cotações, número de ações, capitalização bolsista, volatilidade histórica, valores do PSI20, da Euribor, das *Bunds*. Foram igualmente recolhidos dados das empresas, tais como o Capital Próprio, Passivo Total (curto e longo prazo), Dívida (curto e longo prazo), Dívida líquida, Disponibilidades (caixa ou equivalentes), Interesses minoritários, EBIT, Resultado líquido, Gastos e rendimentos com Juros. Tentou-se recolher o maior número de dados possível, sendo que as séries de dados, regra geral, abrangem os anos de 1994 a 2013 para os dados do mercado e de 1998 a 2013 para os dados das empresas. As empresas selecionadas foram as seguintes: EDP, COFINA, GALP, JERÓNIMO MARTINS, MOTAENGIL, PORTUCEL, PT, REN, SONAE, ZON, ALTRI, EDP RENOVÁVEIS, NOVABASE, SEMAPA e BRISA.

Selecionaram-se estas 15 empresas das 20 que compõem o PSI20, naturalmente excluindo as do setor financeiro. Para algumas das selecionadas a informação disponibilizada na plataforma *Bloomberg* é mais limitada, ou seja, os dados fornecidos não apresentam séries com muitos anos, sendo que para este trabalho o objetivo é analisar o maior número de dados por empresa para aferir a aplicação prática dos modelos enunciados no capítulo anterior. Assim, e apesar de recolhidos os dados, as empresas COFINA, GALP, REN, ALTRI, EDP RENOVÁVEIS e NOVABASE não foram trabalhadas por carecerem de informações essenciais em séries de dados mais longas, para testar os modelos em causa (as séries recolhidas para estas empresas abrangem, regra geral, os anos de 2005 a 2012, não estando

assim disponível na plataforma *Bloomberg* dados para séries mais longas, como por exemplo, a volatilidade, Passivo total de curto e longo prazos, Dívida total e líquida).

Na recolha dos dados das empresas na plataforma *Bloomberg*, consideram-se os dividendos, ou seja, os dados são retirados tendo em conta que ainda não foram distribuídos dividendos.

#### 4.2 Objetivo: Testar no mercado português a transposição do modelo de avaliação de opções financeiras para a avaliação de empresas

Reuniram-se e trabalharam-se os dados necessários para que, pela aplicação do modelo de Merton (1974), fosse obtido o valor da empresa ( $V_t$ ) e a sua respetiva volatilidade ( $\sigma_{V_t}$ ), não observáveis nos dados de mercado. Tornou-se assim possível efetuar a comparação do valor da empresa obtido pelos cálculos da teoria de avaliação de opções financeiras, com o valor da empresa verificado no mercado.

Partindo da noção de que o valor do capital próprio ( $E_t$ ) equivale ao valor de uma *call option*, elaborou-se então o sistema de equações (13) mencionado no ponto 3:

$$\begin{cases} E_t = V_t \cdot N(d_1) - D \cdot e^{-r(T-t)} \cdot N(d_1 - \sigma_{V_t} \cdot \sqrt{(T-t)}) \\ \sigma_{E_t} = \sigma_{V_t} \cdot V_t \cdot \frac{N(d_1)}{E_t} \end{cases}$$

onde  $E_t$  e  $\sigma_{E_t}$  são retirados do mercado e correspondem respetivamente, à capitalização bolsista e à volatilidade do capital próprio da empresa. A  $\sigma_{E_t}$  foi calculada com dados históricos, visto que, regra geral, não existem opções financeiras no mercado para os dados recolhidos e consequentemente não é possível obter as volatilidades implícitas para os dados em causa.

Para a variável  $r$  foi utilizada a taxa de juro sem risco, obtida da série de dados das *Bunds 1 Year*. Em algumas das empresas analisadas, também foram efetuados os cálculos para esta variável  $r$ , com o *wacc* – *Weighted Average Cost of Capital* (metodologia de cálculo apenas no Anexo 2) em vez da taxa de juro sem risco. Como a diferença nos resultados não é significativa, optou-se por utilizar em regra, a taxa de juro sem risco.

A maturidade ou tempo assumida nos cálculos é de um ano, logo  $\Delta t = 1$ , i.e.,  $(T - t) = 1$ . Quando se faz a alusão a “maturidade em  $T$ ”, trata-se do período de um ano.

O valor do preço de exercício da *call option*, ou seja, a variável  $D$  é a estrutura de dívida da empresa. No seu modelo Merton refere que se for utilizada a estrutura de dívida simplificada por ele definida, o valor da empresa é facilmente calculado. Como essa estrutura de dívida assumida é uma simplificação da realidade, testam-se neste trabalho, três estruturas de dívida para  $D$  em cada uma das empresas analisadas, também elas simplificadas, para aferir qual delas tem maior aderência aos dados reais.

As três hipóteses testadas para  $D$  são:

$$1) D = \textit{Passivo Total de curto prazo} + \frac{1}{2} \textit{Passivo Total de longo prazo} \quad (17)$$

estrutura de dívida usada no modelo KMV-Merton;

$$2) D = \textit{Dívida Total de curto prazo} + \frac{1}{2} \textit{Dívida Total de longo prazo}; \quad (18)$$

$$3) D = \textit{Dívida líquida} \text{ (ou seja, Dívida Total menos Disponibilidades)}. \quad (19)$$

Obtiveram-se assim os valores de  $V_t$  e de  $\sigma_{V_t}$ , sendo possível verificar se, face ao mercado, a empresa se encontra sobre ou subavaliada. Mas, tendo em consideração que foram testadas três estruturas simplificadas de dívida, tornou-se necessário fazer ajustamentos ao valor da empresa calculado pela teoria de avaliação de opções financeiras ( $V_t$ ). O valor de  $V_t$  sofreu ajustamentos, para que fosse efetuada uma correta comparação com o valor da empresa verificado no mercado (designado por *EV, Enterprise Value*), sendo:

$$EV = \textit{Capitalização bolsista} + \textit{Dívida líquida} \quad (20)$$

Os ajustamentos efetuados foram diferentes consoante a estrutura de dívida simplificada que se utilizou:

i) No caso da primeira estrutura de dívida, como o  $V_t$  obtido pelo cálculo da teoria de avaliação das opções financeiras corresponde a:

$$V_t = E_t + (\textit{Passivo Total de curto prazo} + \frac{1}{2} \textit{Passivo Total de longo prazo}), \quad (21)$$

o ajustamento efetuado foi o seguinte:

$$\begin{aligned}
 & V_t - \textit{Passivo Total de curto prazo sem dívida} - \\
 & \quad \frac{1}{2} \textit{Passivo Total de longo prazo sem dívida} = \\
 & E_t + (\textit{Passivo Total de curto prazo} + \frac{1}{2} \textit{Passivo Total de longo prazo}) + \\
 & \quad \frac{1}{2} \textit{Dívida Total de longo prazo} - \textit{Disponibilidades}.
 \end{aligned}
 \tag{22}$$

Ou seja, subtraiu-se a  $V_t$  o Passivo Total de curto prazo sem dívida e metade do Passivo Total de longo prazo sem dívida e, adicionou-se a  $E_t$  metade da dívida de longo prazo e subtraiu-se o valor das Disponibilidades.

ii) Relativamente à segunda estrutura de dívida simplificada, o  $V_t$  obtido pelo cálculo da teoria de avaliação das opções financeiras corresponde a:

$$V_t = E_t + (\textit{Dívida total de curto prazo} + \frac{1}{2} \textit{Dívida total de longo prazo}),
 \tag{23}$$

o ajustamento efetuado foi o seguinte:

$$\begin{aligned}
 & V_t = E_t + (\textit{Dívida total de curto prazo} + \frac{1}{2} \textit{Dívida total de longo prazo}) \\
 & \quad + \frac{1}{2} \textit{Dívida total de longo prazo} - \textit{Disponibilidades}.
 \end{aligned}
 \tag{24}$$

Ou seja, adicionou-se a  $E_t$  metade da dívida de longo prazo e subtraiu-se o valor das Disponibilidades.

iii) Em relação à terceira estrutura de dívida simplificada, o  $V_t$  obtido pelo cálculo da teoria de avaliação das opções financeiras corresponde a:

$$V_t = E_t + \textit{Dívida líquida}
 \tag{25}$$

Ou seja, não há lugar a ajustamentos pois o  $V_t$  obtido é comparável com o valor da empresa verificado no mercado (equação (20)):

$$EV = \text{Capitalização bolsista} + \text{Dívida líquida}.$$

O valor das ações preferenciais e dos interesses minoritários não foi considerado nos ajustamentos feitos, por se considerar que, normalmente são valores pouco significativos e avaliados à parte. Por isso, não estão considerados no valor do *EV*.

Depois de obtidos os valores ajustados de  $V_t$  comparam-se com os valores de mercado (*EV*), considerando se estão sobre ou subavaliados face a este. Se as sobre ou subavaliações estiverem contidas no intervalo definido de menos cinco por cento até mais cinco por cento do valor de mercado ( $-5\% < EV < +5\%$ ), não são consideradas significativas.

### 4.3 Objetivo: Calcular o valor da empresa para o futuro

Sabendo que  $V_t \sim \text{lognormal}$ , pois  $V_t \geq 0$ , para o cálculo do valor da empresa para o futuro utilizou-se a equação (2) referida no ponto 3:

$$V_{t+1} = e^{\left[ \ln V_t + \left( r - \frac{1}{2} \sigma_{V_t}^2 \right) (\Delta t) + \sigma_{V_t} \varepsilon \sqrt{\Delta t} \right]} \quad (26)$$

Os cálculos foram efetuados para obter valores para o valor da empresa passado um ano, ou seja, partiu-se de  $t$  (momento atual) para chegar a  $t+1$ , sendo que  $\Delta t = 1$ . No que respeita à volatilidade da empresa ( $\sigma_{V_t}$ ), já calculada anteriormente, nestes cálculos foi assumida a média de  $\sigma_{V_t}$  dos últimos doze meses. A aleatoriedade na equação é atribuída pelo *Wiener process* com distribuição normal  $N(0,1)$  ( $\varepsilon$ ).

Para cada *output* de  $V_t$  no momento atual, estimou-se um  $V_t$  futuro, i.e., um valor da empresa em  $t+1$  ( $V_{t+1}$ ). No cálculo desta estimativa utilizou-se uma simulação de Monte Carlo, ou seja, para cada um dos valores de  $V_t$  fez-se correr uma distribuição normal com 1000 hipóteses aleatórias de variação do valor da empresa. Aplicando o teorema do limite central, obtiveram-se valores estimados para a média do valor da empresa e para a sua respetiva volatilidade em  $t+1$ . De seguida, para cada uma das datas, construiu-se um intervalo com 95% de confiança para o valor da empresa em  $t+1$ .

Assim, foi possível comparar se os valores da empresa verificados no mercado em  $t+1$  estão ou não contidos no intervalo de confiança construído.

#### **4.4 Objetivo: Calcular a probabilidade de incumprimento das empresas da amostra selecionada e comparar com uma notação provável**

Para o cálculo das probabilidades de incumprimento utilizou-se a equação (14), que seguindo o modelo de Black e Scholes, corresponde ao inverso de  $N(d_2)$ , i.e.,  $N(-d_2)$ .

Apesar da *DD* ter sido calculada em todos os cenários para todas as empresas, não foi possível comparar a probabilidade de incumprimento calculada com notações atribuídas, pois para os dados recolhidos não existem notações (*ratings*) facultadas.

Assim, optou-se por calcular uma notação provável para as empresas com base no rácio de cobertura de dívida denominado *TIE – Times Interest Earned*, que se traduz como:

$$TIE = \frac{EBIT + Rendimentos\ de\ Juros}{Gastos\ com\ Juros} \quad (27)$$

Os dados necessários, EBIT, rendimentos de juros e gastos com juros, foram retirados dos dados publicados na plataforma *Bloomberg*.

Depois de calculado o *TIE*, atribuiu-se uma notação provável baseada na relação deste rácio com notações sintéticas. Esta informação foi retirada dos dados trabalhados pelo autor Damodaran que determinou esta ligação, entre este índice de cobertura de juros e uma notação sintética, baseado em dados recolhidos de empresas cotadas do mercado americano:

**Bond Ratings, Interest Coverage and Market Interest Rates**

<b>TIE</b>	<b>Rating</b>	<b>Spread</b>	<b>Interest Rate</b>
> 8,50	AAA	0,20%	5,20%
6,50 - 8,50	AA	0,50%	5,50%
5,50 - 6,50	A+	0,80%	5,80%
4,25 - 5,50	A	1,00%	6,00%
3,00 - 4,25	A-	1,25%	6,25%
2,50 - 3,00	BBB	1,50%	6,50%
2,00 - 2,50	BB	2,00%	7,00%
1,75 - 2,00	B+	2,50%	7,50%
1,50 - 1,75	B	3,25%	8,25%
1,25 - 1,50	B-	4,25%	9,25%
0,80 - 1,25	CCC	5,00%	10,00%
0,65 - 0,80	CC	6,00%	11,00%
0,20 - 0,65	C	7,50%	12,50%
<0,20	D	10,00%	15,00%

**Quadro 1** – Relação entre o *TIE* e uma notação provável. Fonte: Damodaran (2001).

Calculou-se o rácio em cada empresa, com a informação disponível para todos os anos analisados e depois de se encontrar a mediana dos dados calculados, atribuiu-se a notação provável da empresa.



## 5. Análises de Resultados

Depois de recolhidos os dados e definida a metodologia de trabalho obtiveram-se os resultados a seguir apresentados que estão encadeados da seguinte forma:

Para cada empresa analisada, efetuaram-se os cálculos com a taxa de juro sem risco para as três estruturas de dívida definidas na metodologia (capítulo anterior):

- i) Obtiveram-se os dados do valor da empresa calculado pelo modelo de Merton ( $V_t$ ), para o comparar com o valor da empresa verificado no mercado ( $EV$ ) (momento atual);
- ii) Comparam-se os valores ajustados de  $V_t$  com os valores do  $EV$ , considerando se estão sobre ou subavaliados face ao mercado ( $EV$ ). Se as sobre ou subavaliações estiverem contidas no intervalo definido de menos cinco por cento até mais cinco por cento do valor de mercado ( $-5\% < EV < +5\%$ ), não se consideram;
- iii) Obtiveram-se igualmente os dados do valor da empresa futuro (daqui a um ano) ( $V_{t+1}$ ) calculado pelo modelo de Merton;
- iv) Efetuaram-se os cálculos para a probabilidade de incumprimento ( $DD$ );
- v) E efetuaram-se igualmente os cálculos para a atribuição de uma notação provável através do rácio de cobertura da dívida  $TIE$ .

Para algumas das empresas analisadas efetuaram-se os cálculos com o *wacc* – *Weighted Average Cost of Capital* (metodologia de cálculo apensa no Anexo 2) em vez da taxa de juro sem risco, de forma a testar o modelo num cenário não neutro ao risco.

Apresentam-se de seguida os resultados obtidos para as seguintes empresas: EDP, JERÓNIMO MARTINS, PORTUGAL TELECOM, ZON, BRISA, PORTUCEL, SONAE, SEMAPA E MOTA-ENGIL. Esta amostra abrange 9 (45%) das empresas do PSI20.

A ordem de análise e apresentação de resultados foi assim estruturada tendo por base a informação disponível em cada uma das empresas. O objetivo é o de analisar os dados recolhidos das empresas com séries mais longas e com o menor número possível de falhas de informação em cada uma das séries de dados recolhida.

### 5.1 EDP

Os resultados obtidos para a EDP com a taxa de juro sem risco ( $r$ ) e para cada uma das estruturas de dívida definidas, são:

Na comparação de  $V_t$  com  $EV$ , a série de dados analisada é mensal e comporta o período de junho de 2002 a dezembro de 2012, i.e., analisam-se e comparam-se 127 meses.

No caso da primeira estrutura de dívida analisada ( $D = Passivo Total de curto prazo + 1/2 Passivo Total de longo prazo$ ), doravante designada por KMV, dos 127 meses 41 estão em linha com o valor de mercado, ou seja, não diferem deste nem mais de 5%, nem menos de 5%. Nos restantes 86 meses, a maioria (cerca de 61%), encontra-se subavaliado (em número são 77). Esta subavaliação significa que os cálculos efetuados pelo modelo de Merton e suas variantes, atribuem um valor superior à empresa face àquele que se verifica no mercado. De outra forma, esta subavaliação calculada, diz-nos que o mercado não está a refletir um valor da empresa segundo a avaliação feita pelo modelo de Merton e suas variantes.

Esta subavaliação de  $V_t$ , representa, em média de valores, cerca de 6%, ou seja, segundo esta metodologia de cálculo do valor da empresa devia valer mais cerca de 6%. As sobreavaliações representam em média 1,51%.

Fig.3

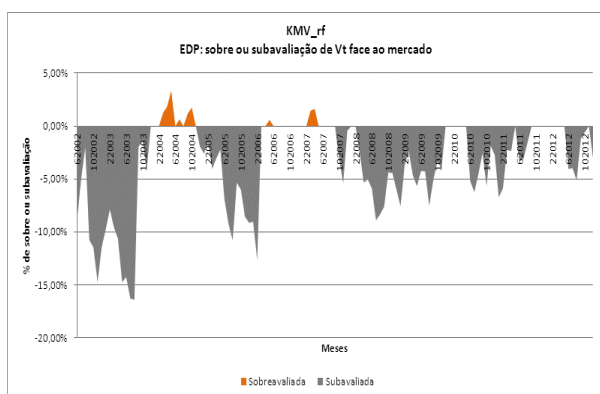


Fig.4

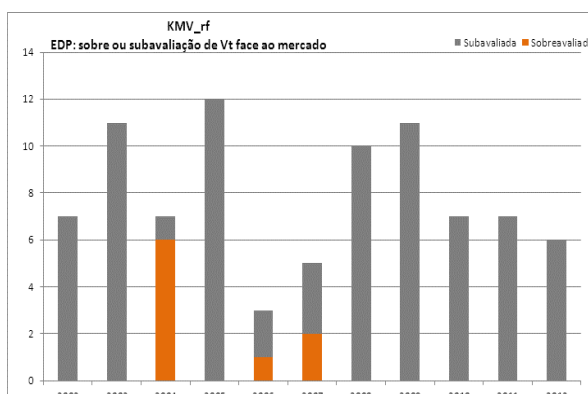


Fig. 3 – EDP,  $D=KMV$ : % sobre ou subavaliação de  $V_t$  face ao mercado ( $EV$ ) – 06 2002 a 12 2012.

Fig. 4 – EDP,  $D=KMV$ : n.º de sobre ou subavaliações de  $V_t$  face ao mercado ( $EV$ ) – 2002 a 2012.

Para a segunda estrutura de dívida ( $D = \text{Dívida total de curto prazo} + \frac{1}{2} \text{Dívida total de longo prazo}$ ), designada por  $D = D_{cp} + 0,5D_{lp}$ , os resultados são muito semelhantes: dos 127 meses calculados 41 estão em linha com o valor de mercado, sendo que dos restantes 86, 78 estão subavaliados e 8 estão sobreavaliados. Em média de valores, as subavaliações de  $V_t$  representam 6,44%, ao passo que as sobreavaliações não chegam a representar 1% (0,66%).

Fig.5

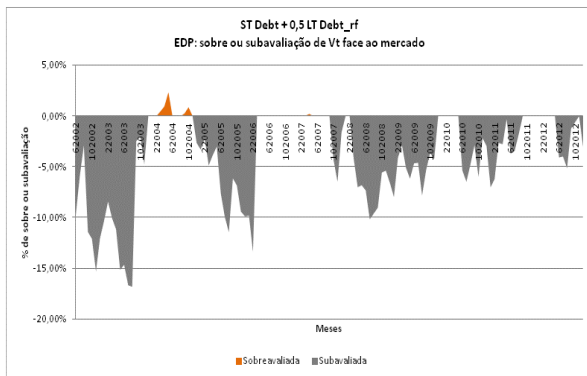


Fig.6

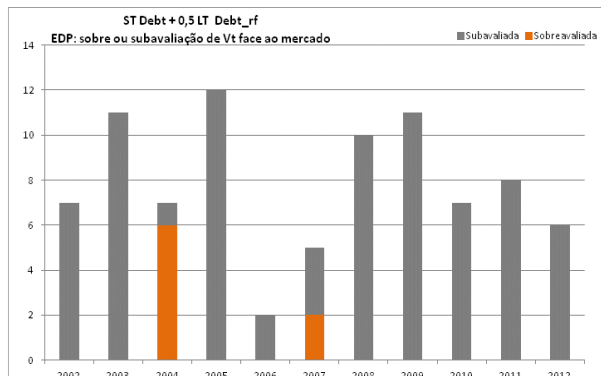


Fig. 5 – EDP,  $D = D_{cp} + 0,5D_{lp}$ : % sobre ou subavaliação de  $V_t$  face ao mercado (EV) – 06 2002 a 12 2012.

Fig. 6 – EDP,  $D = D_{cp} + 0,5D_{lp}$ : n.º de sobre ou subavaliações de  $V_t$  face ao mercado (EV) – 2002 a 2012.

Relativamente à terceira estrutura de dívida, designada por  $D = D$  líquida, verificam-se resultados análogos: dos 127 meses, 41 estão em linha com o valor de mercado, sendo que dos restantes 86, 77 encontram-se subavaliados e 9 sobreavaliados. Estas subavaliações de  $V_t$ , em valor, representam 6,17% em relação ao mercado, sendo que as sobreavaliações representam 1,01%.

Fig.7

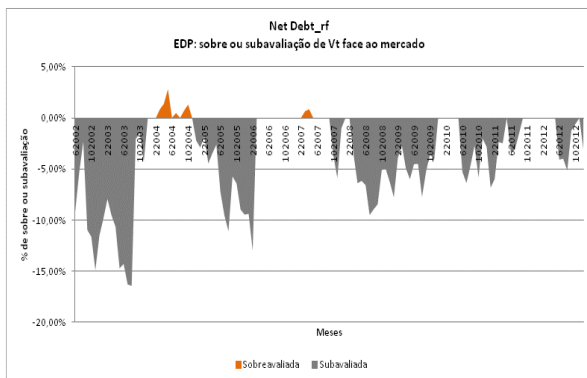


Fig.8

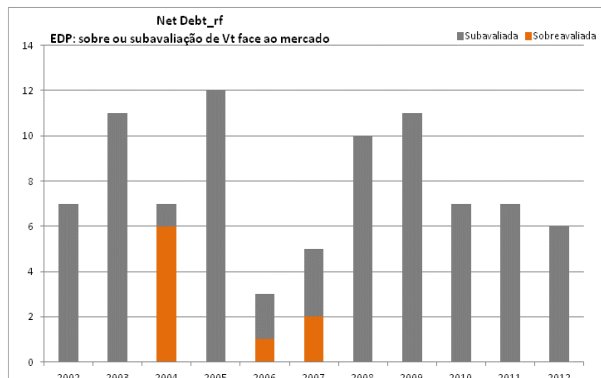


Fig. 7 – EDP,  $D = D$  líquida: % sobre ou subavaliação de  $V_t$  face ao mercado (EV) – 06 2002 a 12 2012.

Fig. 8 – EDP,  $D = D$  líquida: n.º de sobre ou subavaliações de  $V_t$  face ao mercado (EV) – 2002 a 2012.

Resumindo, a comparação do valor da empresa calculado neste projeto, com as três estruturas de dívida definidas, versus o valor verificado no mercado, temos:

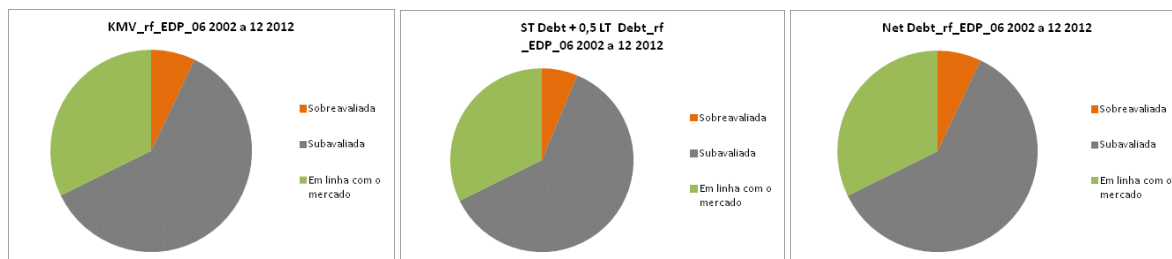


Fig. 9 – EDP: sobre ou subavaliação de  $V_t$  face ao mercado ( $EV$ ) nas três estruturas de dívida – 06 2002 a 12 2012.

Os resultados para o cálculo do valor futuro da empresa passado um ano, são de seguida apresentados.

A série de dados analisada é mensal e, partindo de cada um desses meses, efetuaram-se os cálculos para a previsão do valor futuro da empresa daí a um ano. Foram elaboradas previsões de maio de 2004 até janeiro de 2013, i.e., efetuaram-se 105 intervalos com 95% de confiança para os valores de  $V_{t+1}$ .

Nas duas primeiras estrutura de dívida, KMV e  $D=D_{cp} + 0,5D_{lp}$ , verificou-se que das 105 estimativas calculadas, 4 estão contidas nos intervalos de confiança. Para a estrutura de dívida  $D=D$  líquida, a maioria das estimativas segue a mesma tendência, i.e., são 3 as que estão contidas nos intervalos de confiança calculados.

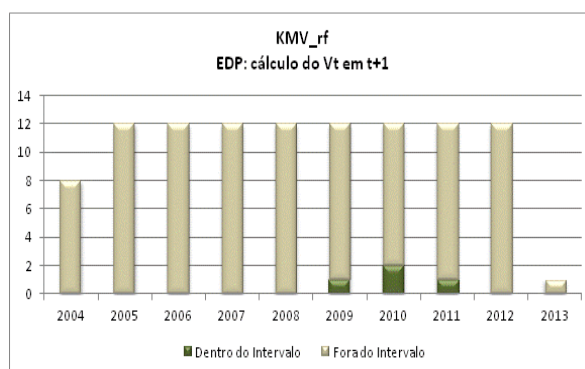


Fig. 10 – EDP,  $D=KMV$ : Estimativa para  $V_{t+1}$  – 05 2004 a 01 2013.

Fig.11

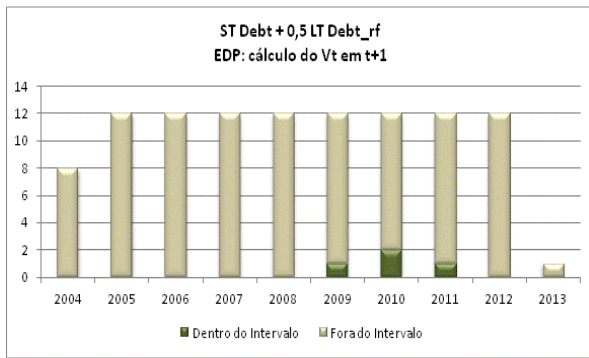


Fig.12

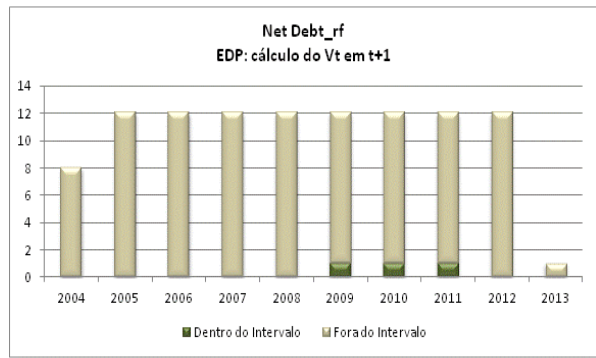


Fig. 11 – EDP,  $D=Dcp + 0,5Dlp$ : Estimativa para  $V_{t+1}$  – 05 2004 a 01 2013.

Fig. 12 – EDP,  $D=D$  líquida: Estimativa para  $V_{t+1}$  – 05 2004 a 01 2013.

A análise das probabilidades de incumprimento ( $DD$ ) da EDP juntamente com o cálculo de uma notação provável baseada no rácio de cobertura de dívida  $TIE$ , é a seguinte:

Fig.13

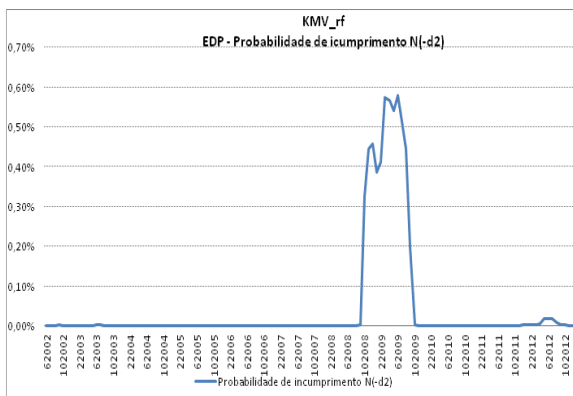


Fig.14

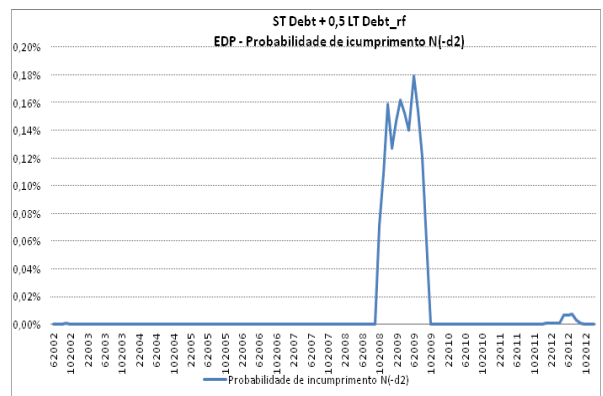


Fig. 13 – EDP,  $D=KMV$ : Probabilidades de incumprimento  $N(-d_2)$  – 06 2002 a 12 2012.

Fig. 14– EDP,  $D=Dcp + 0,5Dlp$ : Probabilidades de incumprimento  $N(-d_2)$  – 06 2002 a 12 2012.

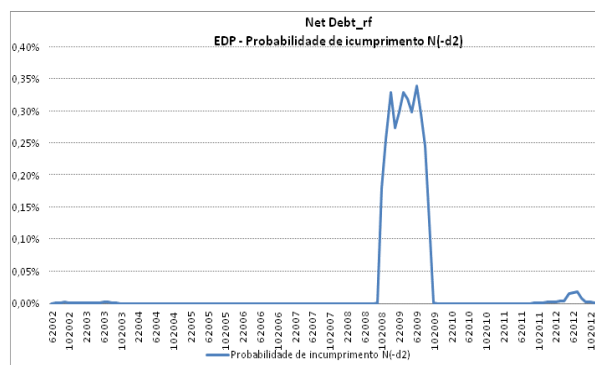


Fig. 15 – EDP,  $D=D$  líquida: Probabilidades de incumprimento  $N(-d_2)$  – 06 2002 a 12 2012.

Pelo que podemos observar nos três gráficos apresentados sobre o cálculo das probabilidades de incumprimento (Fig.13, 14 e 15), independentemente da estrutura de dívida a probabilidade de incumprimento da EDP praticamente não existe, havendo apenas uma ligeira probabilidade verificada entre o final de 2008 e o ano de 2009.

Os cálculos de uma notação provável pelo rácio de cobertura de dívida *TIE* basearam-se em dados desde junho de 2002 até dezembro de 2012. Para a EDP, no período de junho de 2003 a fevereiro de 2004 (9 meses), não foi possível calcular este rácio pois na plataforma *Bloomberg* não existem dados disponíveis, nomeadamente informação sobre os gastos com juros (denominador do rácio).

Tendo em conta os 118 cálculos efetuados para o rácio *TIE* obteve-se o valor de 2,758 de mediana. Para este valor a notação eventual atribuída à empresa é BBB.

## 5.2 JERÓNIMO MARTINS (JMT)

Efetuaram-se igualmente os cálculos para empresa JERÓNIMO MARTINS (JMT) com a taxa de juro sem risco ( $r$ ), para cada uma das estruturas de dívida definidas. Os resultados obtidos são de seguida apresentados.

Na comparação de  $V_t$  com  $EV$ , a série de dados analisada é mensal e comporta o período de dezembro de 1999 a dezembro de 2012, i.e., são analisados e comparados 157 meses.

Para a primeira estrutura de dívida analisada (KMV), do total dos 157 meses só foi possível obter 133 cálculos, porque para determinados períodos, nomeadamente de 2003 a 2008, os dados não estão completos. Ou seja, para alguns meses não estão divulgados na plataforma *Bloomberg* dados sobre o Passivo Total, que nesta estrutura de dívida definida é a base de cálculo do preço de exercício da *call option* e consequente da obtenção e análise de  $V_t$ .

Assim, dos 133 meses calculados, 19 estão em linha com o valor de mercado (considerando o intervalo de comparação definido ( $-5\% < EV < +5\%$ )) e dos restantes 114, a maioria estão subavaliados, i.e., 65. Em média de valores, esta subavaliação de  $V_t$  equivale a um valor da

empresa inferior em média cerca de 19%, ao passo que as sobreavaliações representam valor da empresa superior em 22,4%.

Fig.16

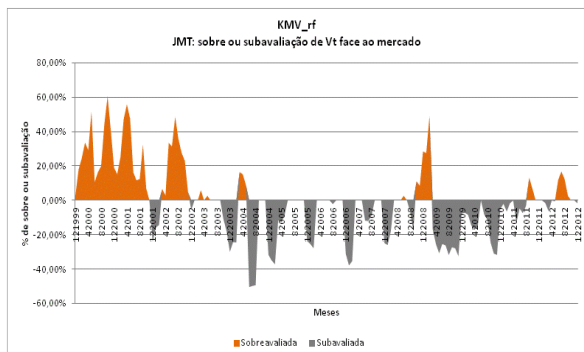


Fig.17

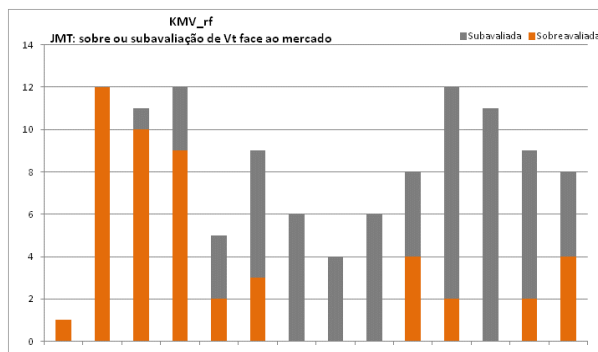


Fig. 16 – JMT,  $D=KMV$ : % sobre ou subavaliação de  $V_t$  face ao mercado (EV) – 12 1999 a 12 2012.

Fig. 17 – JMT,  $D=KMV$ : n.º de sobre ou subavaliações de  $V_t$  face ao mercado (EV) – 1999 a 2012.

Note-se que os gráficos representados acima (Fig.16 e 17) refletem a falha de alguns dos dados já referidos, nomeadamente a falta de dados sobre o preço de exercício aplicado nalguns meses desde 2003 a 2008.

No caso da estrutura de dívida  $D=Dcp + 0,5Dlp$ , dos 157 meses recolhidos (dezembro de 1999 a dezembro de 2012) só foi possível trabalhar os dados desde 2004, sendo que a informação só está totalmente completa para os 12 meses do ano a partir do ano de 2009. Os dados em falta para calcular o valor de  $V_t$ , são os dados da dívida total (longo e curto prazos). Analogamente ao que aconteceu com a primeira estrutura de dívida analisada, estes dados fazem parte da base de cálculo da *call option* assim como do valor de  $V_t$ .

Foi possível trabalhar 79 meses dos 157 recolhidos, sendo que na maioria dos casos a empresa está subavaliada, ou seja, 13 estão em linha com os valores de mercado, 54 estão subavaliados (representam 68,4% do total) e os restantes 12 estão sobreavaliados. Em termos média de valores, a redução de valor da empresa das subavaliações obtidas é cerca de 20%, sendo que o das sobreavaliações é cerca de 15%.

Fig.18

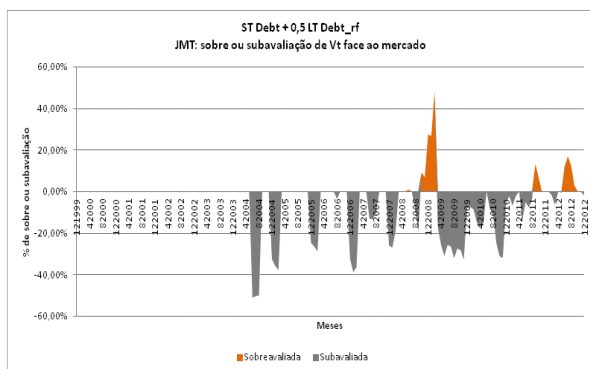


Fig.19

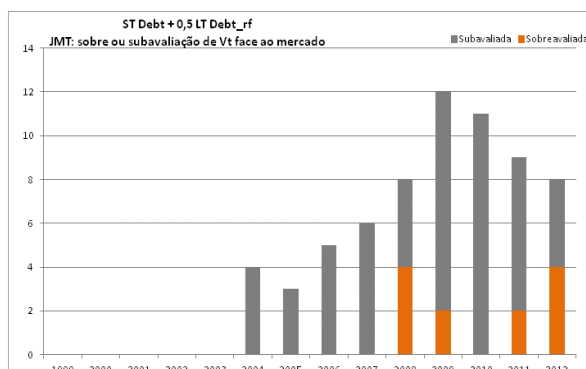


Fig. 18 – JMT,  $D=D_{cp} + 0,5D_{lp}$ : % sobre ou subavaliação de  $V_t$  face ao mercado (EV) – 12 1999 a 12 2012.

Fig. 19 – JMT,  $D=D_{cp} + 0,5D_{lp}$ : n.º de sobre ou subavaliações de  $V_t$  face ao mercado (EV) – 1999 a 2012.

Tal como para a primeira estrutura de dívida, os gráficos anteriores (Fig.18 e 19) representam a comparação de  $V_t$  com o EV e refletem a falta de alguns dos dados da dívida já referidos.

Para a terceira estrutura de dívida calculada, os obstáculos na obtenção de resultados seguiram a mesma linha. Dos 157 meses foi possível calcular e analisar 79, dos quais 53 estão subavaliados, 12 estão sobreavaliados e os restantes 14 estão em linha com o mercado. Em termos médios do valor da empresa face ao valor de mercado, as subavaliações representam uma redução média de quase 20% do valor da empresa, enquanto que as sobreavaliações representam um acréscimo médio de 15,21%.

Fig.20

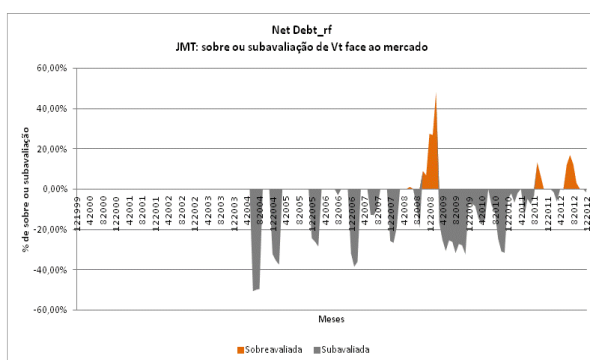


Fig.21

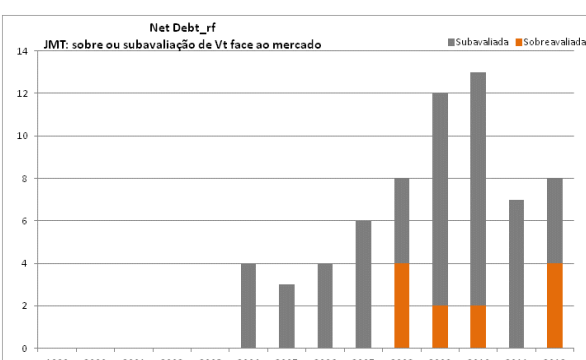


Fig. 20 – JMT,  $D=D_{líquida}$ : % sobre ou subavaliação de  $V_t$  face ao mercado (EV) – 12 1999 a 12 2012.

Fig. 21 – JMT,  $D=D_{líquida}$ : n.º de sobre ou subavaliações de  $V_t$  face ao mercado (EV) – 1999 a 2012.

Como o preço de exercício correspondente a esta estrutura de dívida é a dívida líquida, sucede o mesmo relativamente às anteriores no que respeita à falta de alguns dos dados da dívida



para os anos de 1999 a 2008. Os gráficos representados nas Fig. 20 e 21 refletem esta falta de dados.

Em suma, na empresa JMT, a tendência do valor da empresa calculado pelo modelo de Merton e suas variantes é claramente de subavaliação. Esta subavaliação significa que os cálculos efetuados pelo modelo de Merton e suas variantes, atribuem um valor superior à empresa face àquele que se verifica no mercado.

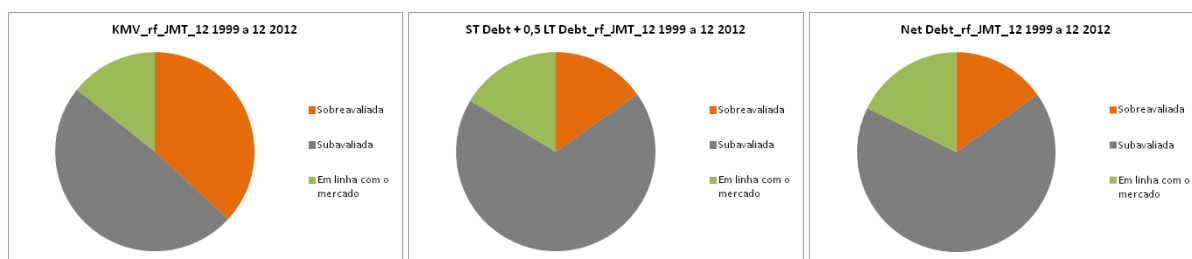


Fig. 22 – JMT: sobre ou subavaliação de  $V_t$  face ao mercado (EV) nas três estruturas de dívida – 12 1999 a 12 2012.

As estimativas do valor da JMT para  $V_{t+1}$ , efetuaram-se partindo de cada um dos meses e mensalmente, para gerar previsões para o período de novembro de 2001 a dezembro de 2012 (#134 previsões) no caso da primeira estrutura de dívida (KMV), e de junho de 2004 a dezembro de 2012 para as outras estruturas de dívida (#91 previsões).

Para a estrutura de dívida KMV, foi possível efetuar 110 intervalos com 95% de confiança para os valores de  $V_{t+1}$  (não se estimaram os 134 meses devido à falta de dados da dívida na plataforma *Bloomberg*). Destas 110 estimativas apenas 2 estão nos intervalos de confiança

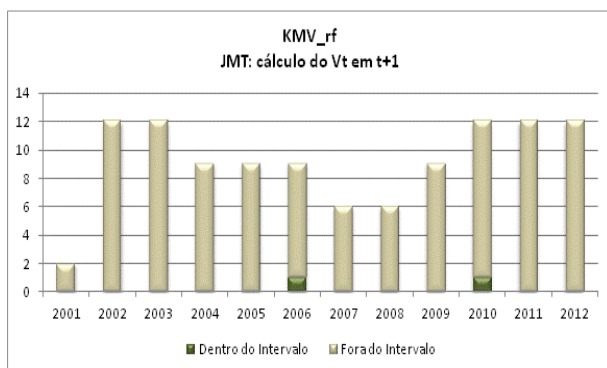


Fig. 23 – JMT,  $D=KMV$ : Estimativa para  $V_{t+1}$  – 11 2001 a 12 2012.

construídos. Como é possível verificar no gráfico representado na Fig.21, alguns dos anos não têm calculadas as previsões para os 12 meses devido à falta de dados já referida.

Para as outras duas estruturas de dívida ( $D=D_{cp} + 0,5D_{lp}$  e  $D$  líquida), construíram-se 67 intervalos de confiança (95%) para estimar o valor futuro da empresa passado um ano.

Apesar do número de intervalos de confiança construídos ser inferior aos da primeira estrutura de dívida, a tendência é a mesma, ou seja, a grande maioria das previsões não contempla o valor da empresa no futuro.

Para a estrutura de dívida  $D=D_{cp} + 0,5D_{lp}$  e  $D$  líquida, são apenas 3 das 67 previsões que estão contidas nos intervalos de confiança, enquanto que para a estrutura de dívida  $D=D$  líquida são apenas 2.

Fig.24

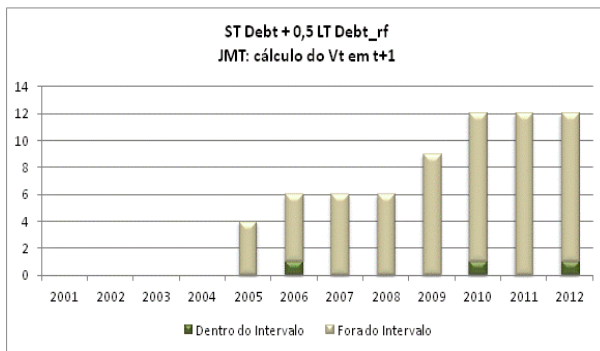


Fig.25

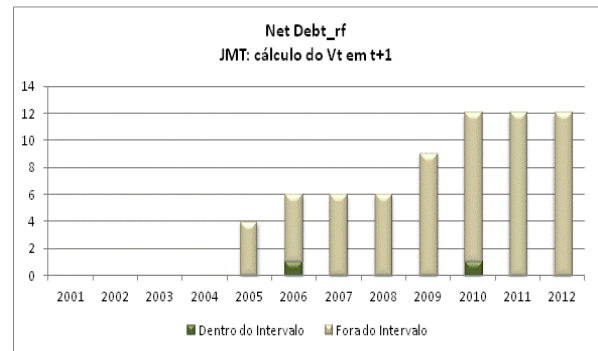


Fig. 24 – JMT,  $D=D_{cp} + 0,5D_{lp}$ : Estimativa para  $V_{t+1}$  – 06 2004 a 12 2012.

Fig. 25 – JMT,  $D=D$  líquida: Estimativa para  $V_{t+1}$  – 06 2004 a 12 2012.

A análise das probabilidades de incumprimento ( $DD$ ) nas três estruturas de dívida para a JMT foi a seguinte:

Fig.26

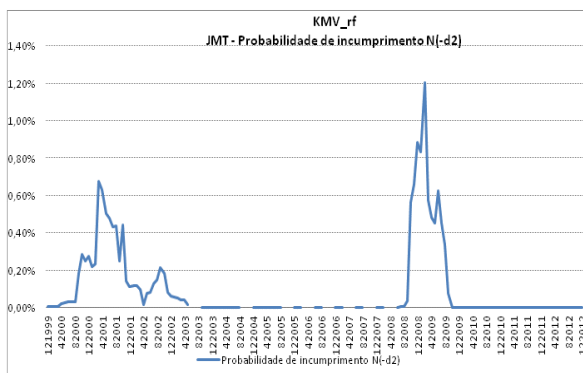


Fig.27

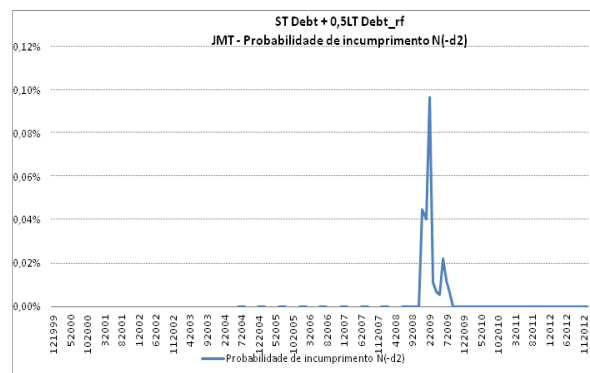


Fig. 26 – JMT,  $D=KMV$ : Probabilidades de incumprimento  $N(-d_2)$  – 12 1999 a 12 2012.

Fig. 27 – JMT,  $D=D_{cp} + 0,5D_{lp}$ : Probabilidades de incumprimento  $N(-d_2)$  – 11 2001 a 12 2012.

Pelo que podemos observar nestes três gráficos, Fig. 26, 27 e 28, independentemente da estrutura de dívida, praticamente não existem probabilidades de incumprimento para a JMT.

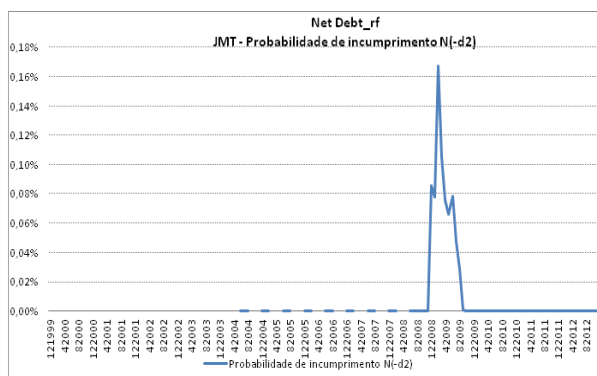


Fig. 28 – JMT,  $D=D$  líquida: Probabilidades de incumprimento  $N(-d_2)$  – 11 2001 a 12 2012.

Apesar de serem muito baixas, no caso da primeira estrutura de dívida existe uma pequena probabilidade de incumprimento de 2000 a 2003, mas nunca atingindo valores superiores a 0,7%. Comum às três estruturas de dívida é a verificação de probabilidades de incumprimento no ano de 2009. Para a primeira estrutura de dívida, estas probabilidades atingem cerca de 1,2%, para a segunda estrutura de dívida 0,1% e para a terceira estrutura de dívida não chegam aos 0,2%.

Os dados para o cálculo da notação provável pelo rácio de cobertura de dívida  $TIE$  basearam-se em dados desde março de 2009 até dezembro de 2012. No período de dezembro de 1999 a fevereiro de 2009 (111 meses), não foi possível calcular este rácio pois não existem dados disponíveis para os gastos com juros na plataforma *Bloomberg*. Assim sendo, dos 46 cálculos efetuados para o rácio  $TIE$ , obteve-se o valor de 12,448 de mediana sendo a respetiva notação atribuída a máxima, AAA.

### 5.3 PORTUGAL TELECOM (PT)

Os resultados para a empresa PORTUGAL TELECOM (PT) usando igualmente as três estruturas de dívida definidas e a taxa de juro sem risco, são os seguintes:

Na comparação de  $V_t$  com o  $EV$ , a série de dados analisada é mensal e comporta o período de junho de 2000 a janeiro de 2013, i.e., procede-se à análise e comparação dum total de 152 meses.

No caso da estrutura de dívida KMV, dos 152 meses calculados, 23 estão em linha com os valores de mercado, cerca de 47% dos meses estão subavaliados (i.e., 72 meses) e os restantes 57 estão sobreavaliados. Em média de comparação dos valores verificados com os calculados, as subavaliações dos valores de  $V_t$  correspondem em média a 11,62%, ao passo que as sobreavaliações representam em média o valor de 17,60%.

Fig.29

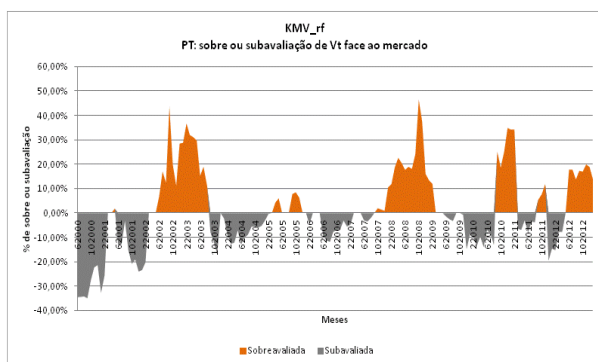


Fig.30

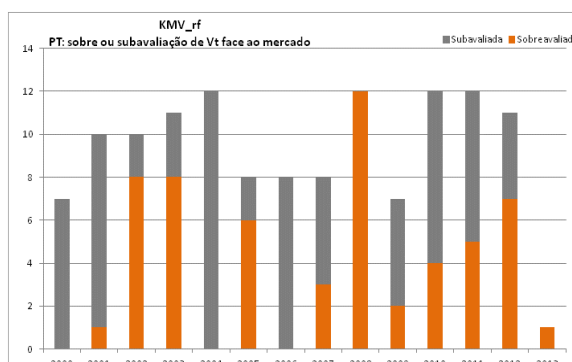


Fig. 29 – PT,  $D=KMV$ : % sobre ou subavaliação de  $V_t$  face ao mercado ( $EV$ ) – 06 2000 a 01 2013.

Fig. 30 – PT,  $D=KMV$ : n.º de sobre ou subavaliações de  $V_t$  face ao mercado ( $EV$ ) – 2000 a 2013.

Para a segunda e terceira estruturas de dívida definidas, não temos dados para os primeiros seis meses analisados, i.e., de junho a novembro de 2000 inclusive não estão disponíveis na plataforma *Bloomberg* dados sobre a dívida da PT.

Assim, dos 152 meses foram trabalhados 146, sendo que em ambas as estruturas de dívida a tendência é a mesma: i) na segunda estrutura de dívida, dos 146 meses calculados, 68 estão subavaliados, 54 estão sobreavaliados e 24 estão em linha com o mercado; ii) na terceira estrutura de dívida, dos 146 meses, 69 estão subavaliados, 55 estão sobreavaliados e 22 estão em linha com o mercado.

Na estrutura de dívida  $D=D_{cp} + 0,5D_{lp}$ , as subavaliações representam em média de valor 10%, ao passo que na estrutura de dívida  $D=D$  líquida representam 9,76%. Por outro lado, temos os valores médios das sobreavaliações destas estruturas de dívida. Para a estrutura de

dívida  $D=D_{cp} + 0,5D_{lp}$ , representam em média 17,87% e para a  $D=D$  líquida as sobreavaliações representam em média de valores 17,73%, portanto resultados muito semelhantes.

Fig.31

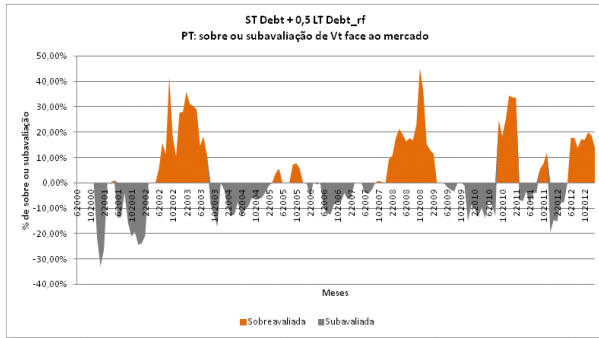


Fig.32

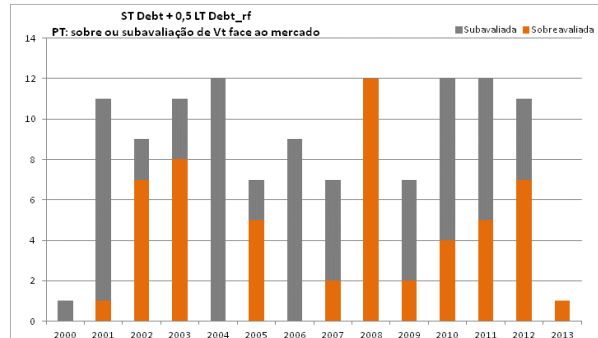


Fig. 31 – PT,  $D=D_{cp} + 0,5D_{lp}$ : % sobre ou subavaliação de  $V_t$  face ao mercado (EV) – 06 2000 a 01 2013.

Fig. 32 – PT  $D=D_{cp} + 0,5D_{lp}$ : n.º de sobre ou subavaliações de  $V_t$  face ao mercado (EV) – 2000 a 2013.

Fig.33

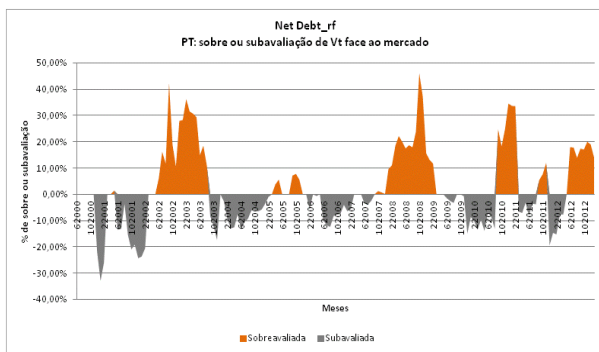


Fig.34

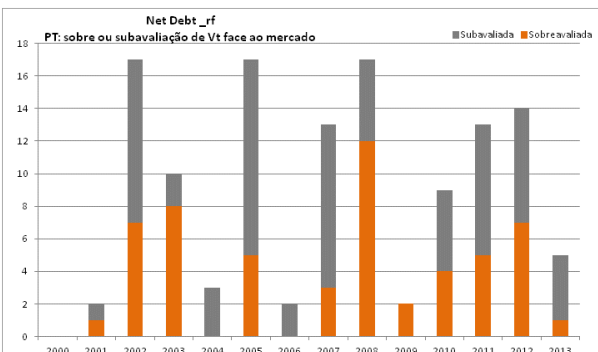


Fig. 33 – PT,  $D=D$  líquida: % sobre ou subavaliação de  $V_t$  face ao mercado (EV) – 06 2000 a 01 2013.

Fig. 34 – PT  $D=D$  líquida: % de sobre ou subavaliações de  $V_t$  face ao mercado (EV) – 2000 a 2013.

Apesar dos resultados obtidos na PT parecerem mostrar um maior equilíbrio entre as subavaliações e as sobreavaliações do valor da empresa calculado pelo modelo de Merton e suas variantes, os cálculos totais mostram, tal como sucede nas empresas já analisadas anteriormente, uma prevalência das subavaliações do valor da empresa por esta metodologia relativamente ao verificado no mercado.

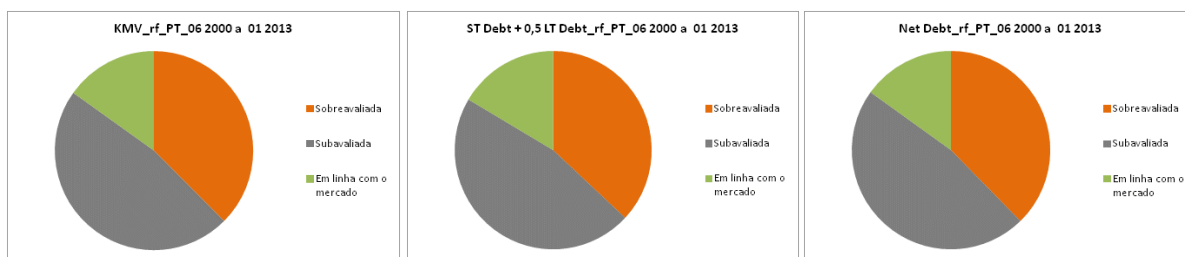


Fig. 35 – PT: sobre ou subavaliação de  $V_t$  face ao mercado ( $EV$ ) nas três estruturas de dívida – 06 2000 a 01 2013.

Na análise das estimativas do valor da empresa para o futuro, i.e., passado um ano, a PT segue a mesma linha do que acontece na EDP e na JMT, apesar de se verificarem mais estimativas dentro dos intervalos de confiança.

A série de dados analisada é mensal e parte do momento atual para obter previsões futuras do valor da empresa. Foram elaboradas estimativas de maio de 2002 até janeiro de 2013, i.e., efetuaram-se 129 intervalos com 95% de confiança para os valores de  $V_{t+1}$ .

Fig.36

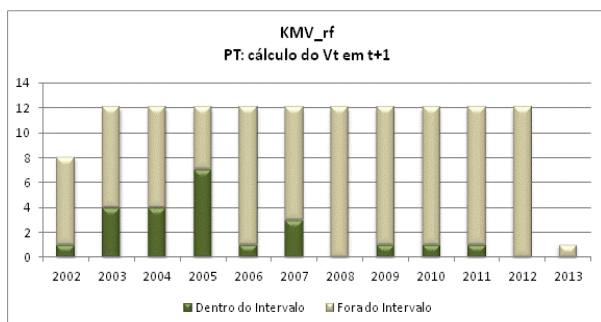


Fig. 36 – PT,  $D=KMV$ : Estimativa para  $V_{t+1}$  – 05 2002 a 01 2013.

Fig.37

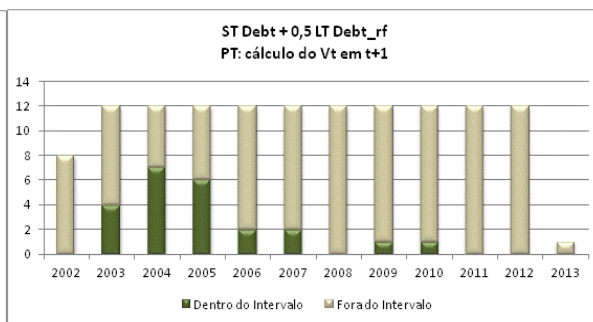


Fig. 37 – PT,  $D=Dcp + 0,5Dlp$ : Estimativa para  $V_{t+1}$  – 05 2002 a 01 2013.

Das 129 estimativas, 106 não estão dentro dos intervalos de confiança construídos quer para a primeira, quer para a segunda estrutura de dívida. Para a terceira estrutura de dívida não estão nos intervalos de confiança 105 das estimativas calculadas.

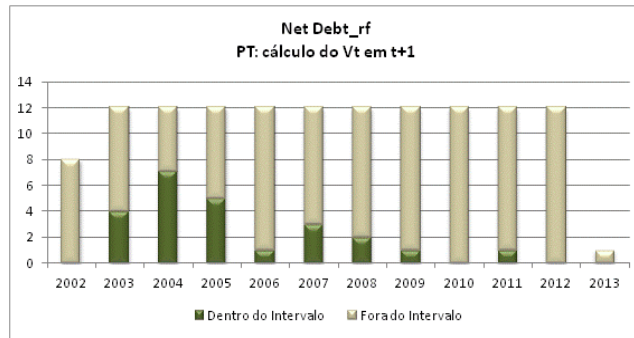


Fig. 38 – PT,  $D=D$  líquida: Estimativa para  $V_{t+1}$  – 05 2002 a 01 2013.

Embora mais de 80% das previsões não se encontrar dentro dos intervalos de confiança, a PT, das três empresas analisadas até agora, é a que tem mais estimativas nos intervalos de confiança (primeira e segunda estruturas de dívida têm 23 e terceira estrutura de dívida tem 24 dentro dos intervalos).

Em relação aos resultados obtidos para a PT para as probabilidades de incumprimento, temos para a primeira e terceira estruturas de dívida uma probabilidade maior no final das séries de cálculos. No caso da estrutura de dívida KMV, num mês do ano de 2011 e noutro no ano de 2012 temos quase 2%, enquanto na terceira estrutura de dívida, verificando-se na mesma altura as probabilidades de incumprimento a percentagem é mais baixa, cerca de 1,4%.

Fig.39

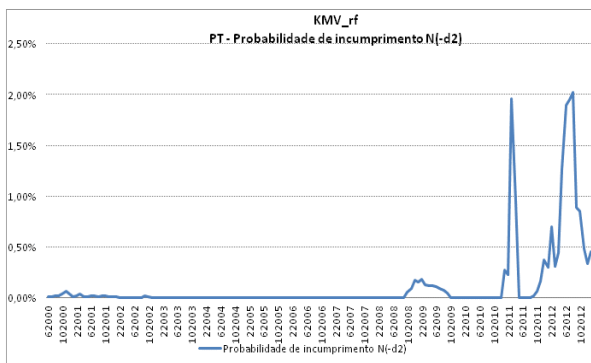


Fig.40

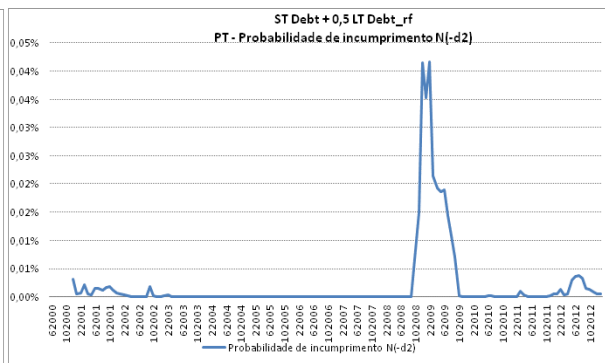


Fig. 39 – PT,  $D=KMV$ : Probabilidades de incumprimento  $N(-d_2)$  – 06 2000 a 01 2013.

Fig. 40 – PT,  $D=Dcp + 0,5Dlp$ : Probabilidades de incumprimento  $N(-d_2)$  – 06 2000 a 01 2013.

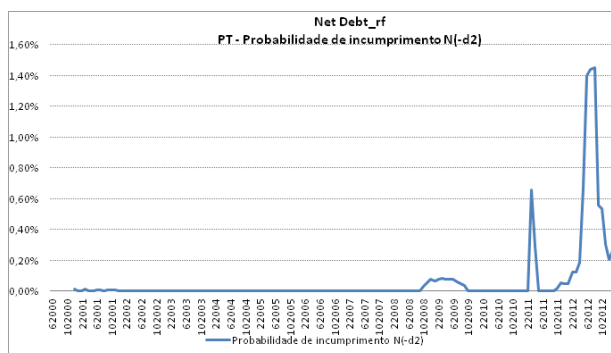


Fig. 41 – PT,  $D=D$  líquida: Probabilidades de incumprimento  $N(-d_2)$  – 06 2000 a 01 2013.

Na segunda estrutura de dívida praticamente também não se verificam probabilidades de incumprimento, e apenas durante alguns meses de 2009 se registam valores para esta probabilidade que pouco ultrapassam os 0,4% (Fig. 40).

A notação eventual atribuída à PT é de A-. Esta notação resulta do cálculo da mediana dos dados obtidos pelo rácio *TIE* de 3,505.

### 5.4 ZON

A quarta empresa analisada é a ZON.

Obtiveram-se os resultados de seguida apresentados usando nos cálculos a taxa de juro sem risco e as três estruturas de dívida definidas.

Nos resultados da comparação de  $V_t$  com o  $EV$ , faz-se a análise e comparação de 99 meses (a série de dados analisada é mensal e comporta o período de novembro de 2004 até janeiro de 2013).

Pelo que é possível verificar nos gráficos de seguida apresentados, para as três estruturas de dívida, as semelhanças são bastante significativas (Fig. 42 a 47). Em todos os casos, é clara a predominância das subavaliações do valor da empresa: i) a estrutura de dívida KMV tem 36 subavaliações e 14 sobreavaliações; ii) a estrutura de dívida  $D=D_{cp} + 0,5D_{lp}$  tem 37 subavaliações e 14 sobreavaliações e iii) a estrutura de dívida  $D=D$  líquida, têm 36



subavaliações e 12 sobreavaliações. Em média de valores estas subavaliações representam cerca de 11 % e as sobreavaliações representam, em média de valores cerca de 5%.

Fig.42

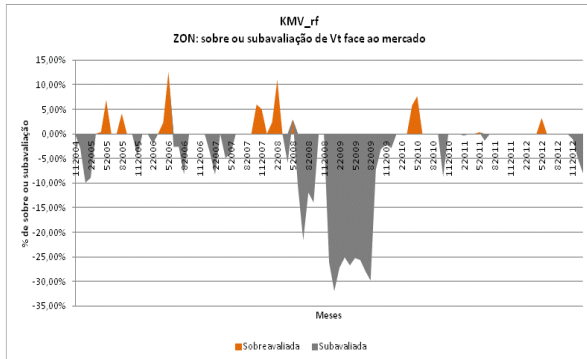


Fig.43

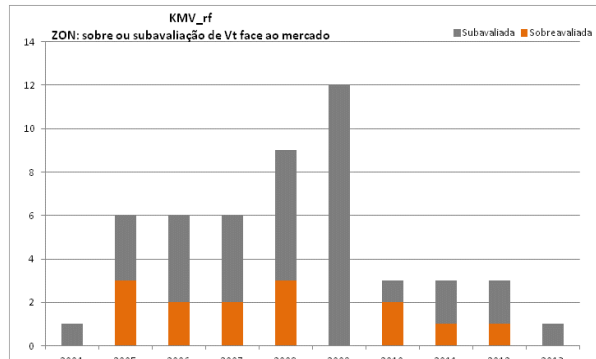


Fig. 42 – ZON,  $D=KMV$ : % sobre ou subavaliação de  $V_t$  face ao mercado (EV) – 11 2004 a 01 2013.

Fig. 43 – ZON,  $D=KMV$ : n.º de sobre ou subavaliações de  $V_t$  face ao mercado (EV) – 2004 a 2013.

Fig.44

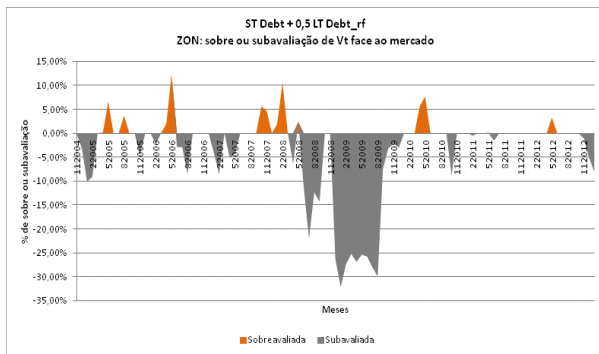


Fig.45

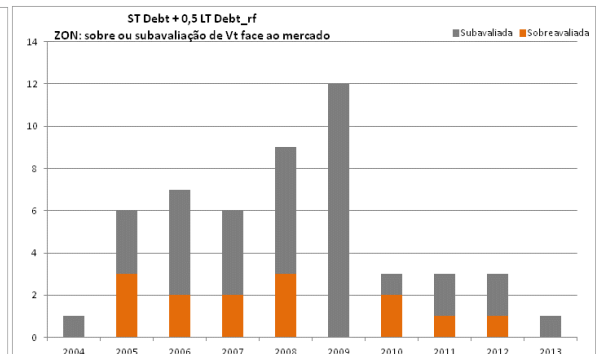


Fig. 44 – ZON,  $D=D_{cp} + 0,5D_{lp}$ : % sobre ou subavaliação de  $V_t$  face ao mercado (EV) – 11 2004 a 01 2013.

Fig. 45 – ZON,  $D=D_{cp} + 0,5D_{lp}$ : n.º de sobre ou subavaliações de  $V_t$  face ao mercado (EV) – 2004 a 2013.

Fig.46

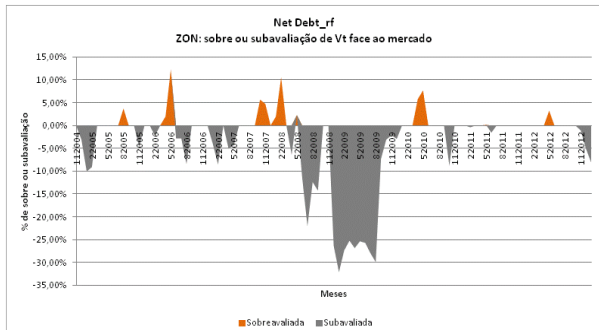


Fig.47

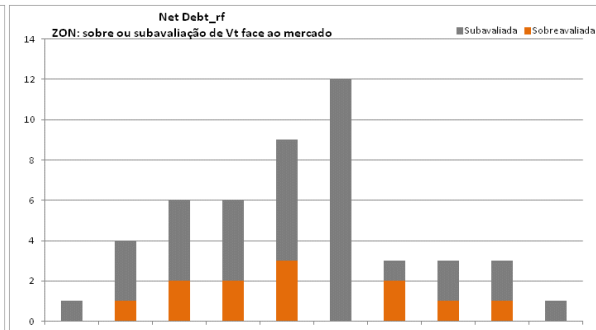


Fig. 46 – ZON,  $D=D$  líquida: % sobre ou subavaliação de  $V_t$  face ao mercado (EV) – 11 2004 a 01 2013.

Fig. 47 – ZON,  $D=D$  líquida: n.º de sobre ou subavaliações de  $V_t$  face ao mercado (EV) – 2004 a 2013.

O destaque na análise de dados da empresa ZON, é que em termos gerais, a predominância já não é das subavaliações do valor calculado pelo modelo de Merton e suas variantes, mas sim o maior número de observações está em linha com os valores de mercado.

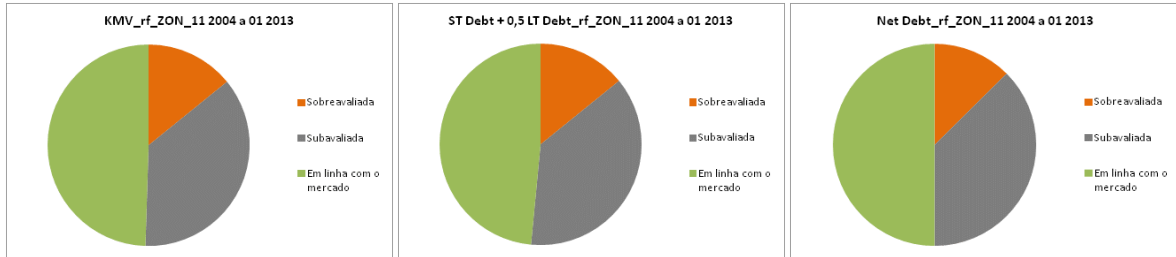


Fig. 48 – ZON: sobre ou subavaliação de  $V_t$  face ao mercado ( $EV$ ) nas três estruturas de dívida – 11 2004 a 01 2013.

Nas três estruturas de dívida observadas, cerca de 50% dos meses calculados e analisados estão em linha com os dados de mercado.

Na análise das estimativas futuras do valor da empresa, para as três estruturas de dívida, efetuaram-se previsões para 76 meses (de outubro de 2006 a janeiro de 2013). Estão fora dos intervalos de confiança construídos entre 89% e 93% das previsões efetuadas.

Fig.49

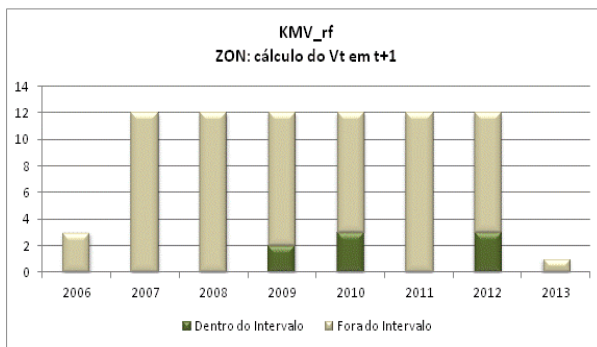


Fig.50

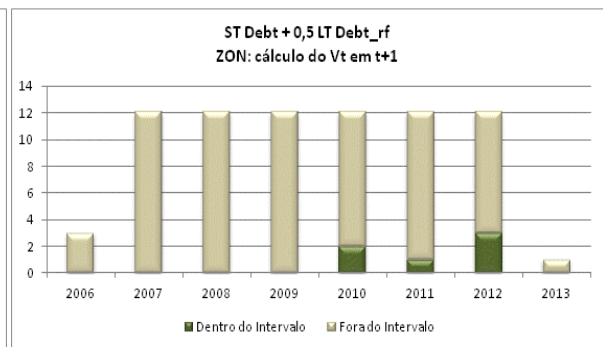


Fig. 49 – ZON,  $D=KMV$ : Estimativa para  $V_{t+1}$  – 10 2006 a 01 2013.

Fig. 50 – ZON,  $D=Dcp + 0,5Dlp$ : Estimativa para  $V_{t+1}$  – 10 2006 a 01 2013.

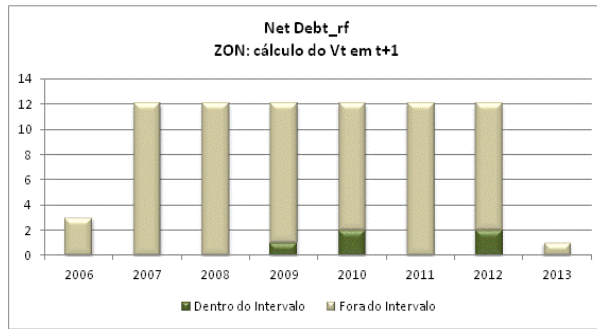


Fig. 51 – ZON,  $D=D$  líquida: Estimativa para  $V_{t+1}$  – 10 2006 a 01 2013.

No que respeita ao cálculo e análise das probabilidades de incumprimento, aparentemente nos gráficos das três estruturas de dívida, parecem ter algum significado, mas analisando os resultados verifica-se que são irrisórias e não chegam a atingir os 0,15%.

Fig.52

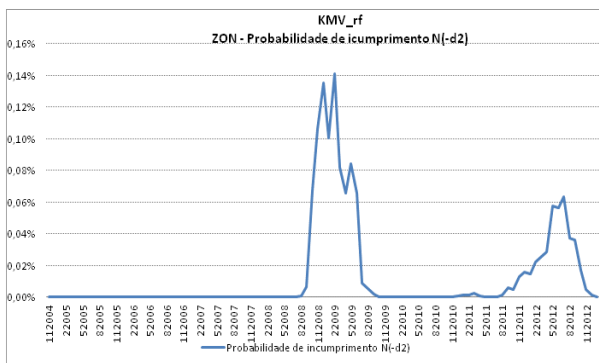


Fig.53

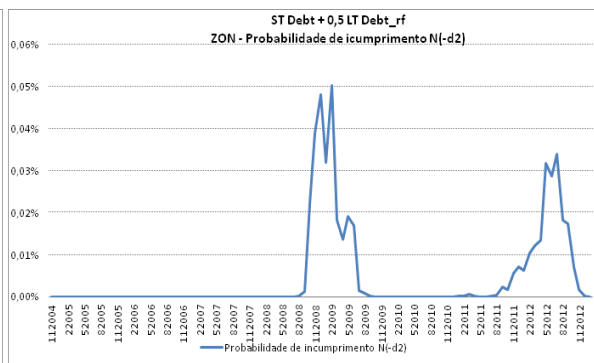


Fig. 52 – ZON,  $D=KMV$ : Probabilidades de incumprimento  $N(-d_2)$  – 11 2004 a 01 2013.

Fig. 53 – ZON,  $D=Dcp + 0,5Dlp$ : Probabilidades de incumprimento  $N(-d_2)$  – 11 2004 a 01 2013.

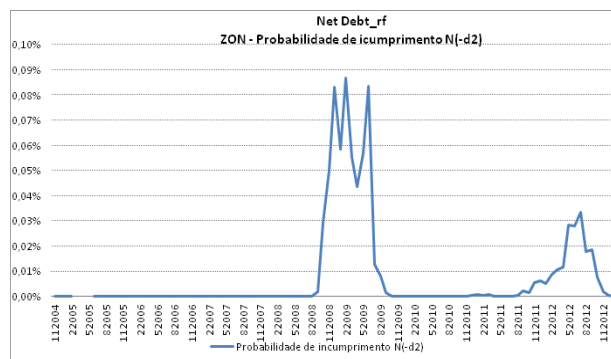


Fig. 54 – ZON,  $D=D$  líquida: Probabilidades de incumprimento  $N(-d_2)$  – 11 2004 a 01 2013.

A notação atribuída à ZON pelos cálculos da mediana do rácio de cobertura de dívida calculado é a máxima, triplo A (AAA).

Dado que a plataforma de dados *Bloomberg* não tem dados sobre os gastos financeiros para muitos dos anos, esta notação eventual é atribuída com base e 65 rácios de TIE calculados.

### 5.5 BRISA

A quinta empresa analisada é a BRISA. Foram efetuados todos os cálculos de seguida apresentados, tendo em conta a utilizando a taxa de juro sem risco ( $r$ ) para cada uma das estruturas de dívida definida.

Na comparação de  $V_t$  com  $EV$ , a série de dados analisada é mensal e comporta o período de novembro de 2002 a janeiro de 2013, i.e., analisam-se e comparam-se 123 meses.

Fig.55

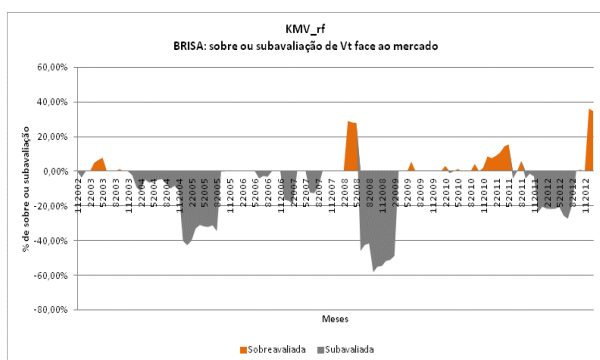


Fig.56

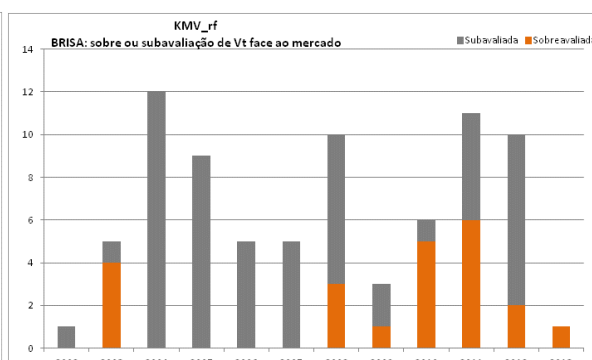


Fig. 55 – BRISA,  $D=KMV$ : % sobre ou subavaliação de  $V_t$  face ao mercado ( $EV$ ) – 11 2002 a 01 2013.

Fig. 56 – BRISA,  $D=KMV$ : n.º de sobre ou subavaliações de  $V_t$  face ao mercado ( $EV$ ) – 2002 a 2013.

As Fig. 55 e 56 mostram os resultados obtidos para a primeira estrutura de dívida. Dos 123 meses calculados, trabalharam-se para esta estrutura de dívida 114, porque para o período de seis meses, de setembro de 2007 a fevereiro de 2008, a *Bloomberg* não tem disponíveis dados do Passivo Total da empresa.

Fig.57

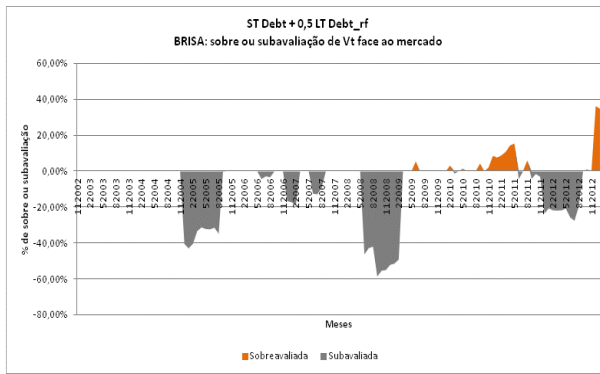


Fig.58

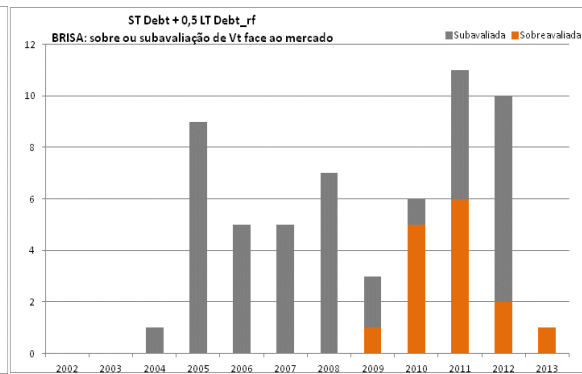


Fig. 57 – BRISA,  $D=Dcp + 0,5Dlp$ : % sobre ou subavaliação de  $V_t$  face ao mercado (EV) – 11 2002 a 01 2013.

Fig. 58 – BRISA,  $D=Dcp + 0,5Dlp$ : n.º de sobre ou subavaliações de  $V_t$  face ao mercado (EV) – 2002 a 2013.

Para a segunda e terceira estruturas de dívida, os meses calculados e analisados são inferiores, ou seja, não foi possível recolher para diversos anos dados sobre a dívida da empresa na *Bloomberg*. Assim, dos 123 meses, nestas estruturas de dívida compararam-se 86 meses (Fig. 57 a 60).

Fig.59

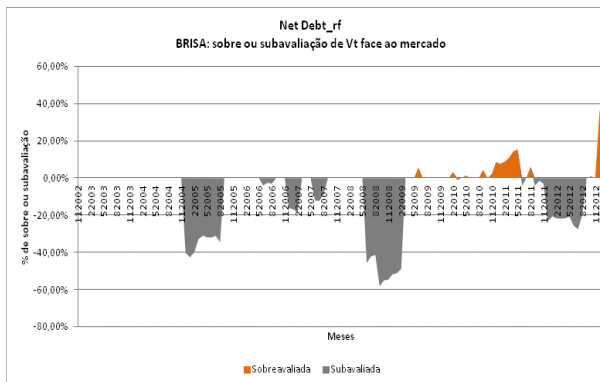


Fig.60

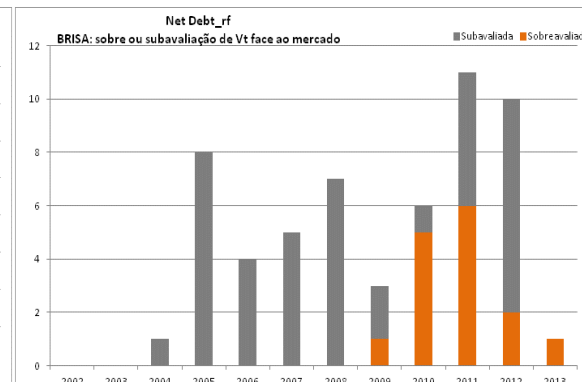


Fig. 59 – BRISA,  $D=D líquida$ : % sobre ou subavaliação de  $V_t$  face ao mercado (EV) – 11 2002 a 01 2013.

Fig. 60 – BRISA,  $D=D líquida$ : n.º de sobre ou subavaliações de  $V_t$  face ao mercado (EV) – 2002 a 2013.

Os resultados propriamente ditos seguem a tendência da subavaliação, i.e, a comparação dos valores calculados para o valor da empresa pelo modelo de Merton e variantes face aos valores de mercado, demonstra que o mercado avalia abaixo do expetável por esta metodologia o valor das empresas.

Considerando as três estruturas de dívida, cerca de 50% dos meses analisados estão subavaliados, sendo que os valores em linha com o mercado ultrapassam ligeiramente os 30% e as sobreavaliações andam por volta dos 17% a 19%.

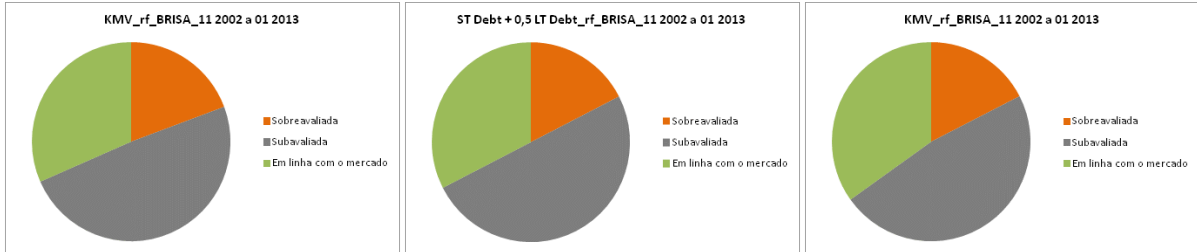


Fig. 61 – BRISA: sobre ou subavaliação de  $V_t$  face ao mercado ( $EV$ ) nas três estruturas de dívida – 11 2002 a 01 2013.

As estimativas para a BRISA do valor futuro da empresa pelo modelo de Merton e variantes, não estão contidas, na grande maioria, nos intervalos de confiança construídos.

Para a estrutura KMV, efetuaram-se previsões para 100 meses (de junho de 2004 a janeiro de 2013), sendo que foi possível trabalhar 91 destes meses dada a falta de alguns dos dados da dívida já referidos.

Fig.62

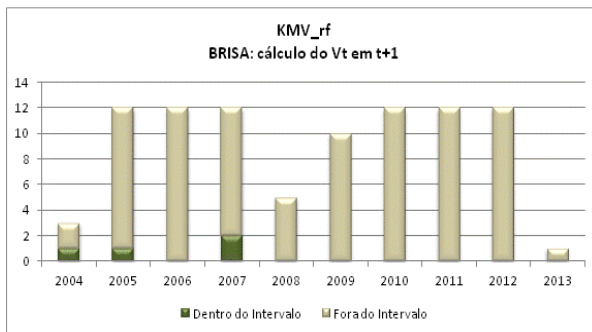


Fig.63

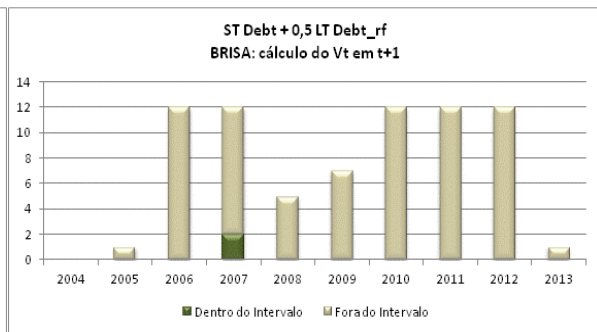


Fig. 62 – BRISA,  $D=KMV$ : Estimativa para  $V_{t+1}$  – 06 2004 a 01 2013.

Fig. 63 – BRISA,  $D=Dcp + 0,5Dlp$ : Estimativa para  $V_{t+1}$  – 06 2004 a 01 2013.

Entre 95% a 97% das previsões efetuadas estão fora dos intervalos de confiança construídos nas três estruturas de dívida. Na primeira estrutura de dívida são 4 as estimativas dentro dos intervalos, na segunda são 2 e na terceira são também apenas 3.

Para a segunda e terceira estruturas de dívida as previsões construídas foram inferiores à primeira estrutura pois faltam dados sobre a dívida (calcularam-se e compararam-se 74 meses).

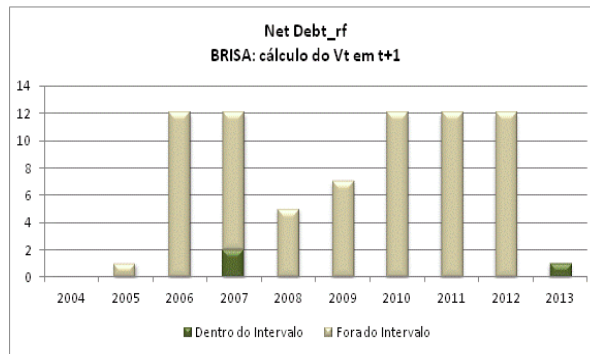


Fig. 64 – BRISA,  $D=D$  líquida: Estimativa para  $V_{t+1}$  – 06 2004 a 01 2013.

Relativamente às probabilidades de incumprimento, a BRISA, tal como as outras empresas analisadas até agora, não apresenta percentagens significativas. Comum às três estruturas de dívida é um ligeiro aumento desta probabilidade nos últimos meses analisados, i.e., final de 2012.

Fig.65

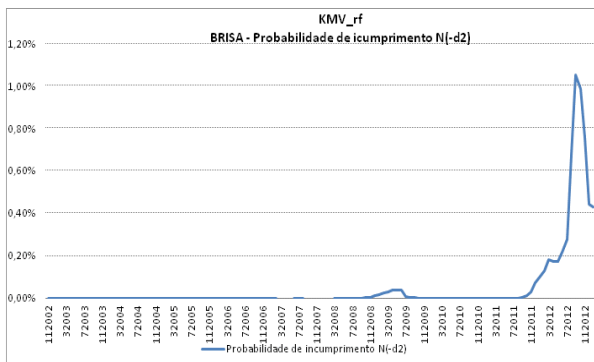


Fig.66

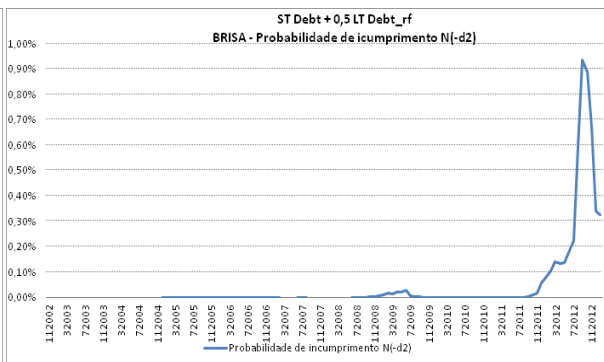


Fig. 65 – BRISA,  $D=KMV$ : Probabilidades de incumprimento  $N(-d_2)$  – 11 2002 a 01 2013.

Fig. 66 – BRISA,  $D=Dcp + 0,5Dlp$ : Probabilidades de incumprimento  $N(-d_2)$  – 11 2002 a 01 2013.

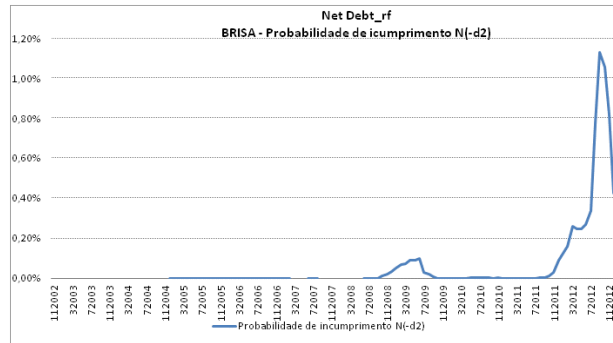


Fig. 67 – BRISA,  $D=D$  líquida: Probabilidades de incumprimento  $N(-d_2)$  – 11 2002 a 01 2013.

A notação atribuída à BRISA pela metodologia de cálculo definida (mediana dos rácios de cobertura de dívida  $TIE$ ) é de A- (mediana com o valor de 3,209).

### 5.6 PORTUCEL

A empresa de seguida analisada é a PORTUCEL. Todos os cálculos foram efetuados tendo em conta a utilização da taxa de juro sem risco ( $r$ ) para cada uma das estruturas de dívida definidas.

Na comparação de  $V_t$  com  $EV$ , a série de dados analisada é mensal e comporta o período de junho de 2002 a novembro de 2012, ou seja, analisam-se e comparam-se 150 meses.

Fig.68

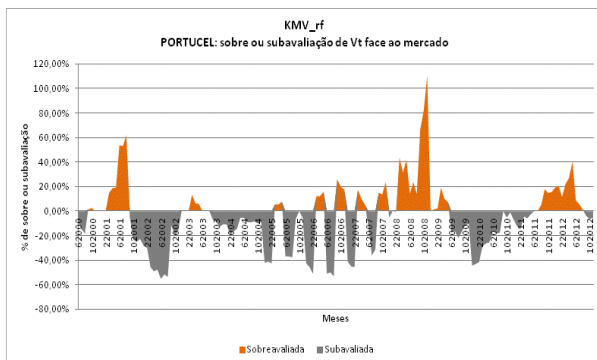


Fig.69

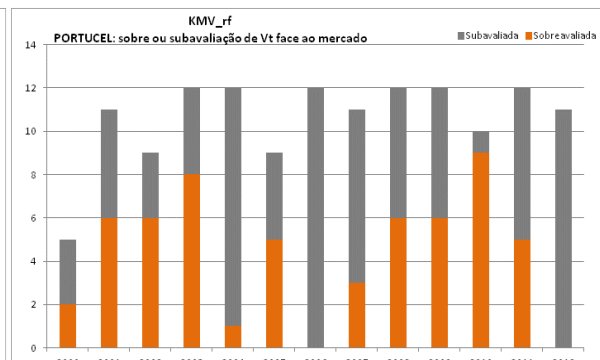


Fig. 68 – PORTUCEL,  $D=KMV$ : % sobre ou subavaliação de  $V_t$  face ao mercado ( $EV$ ) – 06 2000 a 11 2012.

Fig. 69 – PORTUCEL,  $D=KMV$ : n.º de sobre ou subavaliações de  $V_t$  face ao mercado ( $EV$ ) – 2000 a 2012.

Os gráficos anteriores mostram os resultados obtidos para a primeira estrutura de dívida. Dos 150 meses calculados, 81 estão subavaliados, 57 estão sobreavaliados e 12 estão em linha



com os valores de mercado. Em termos de média de valores, quer as subavaliações quer as sobreavaliações variam de uma forma semelhante, i.e., em média cerca de 23% para as subavaliações e 20% para as sobreavaliações.

Fig.70

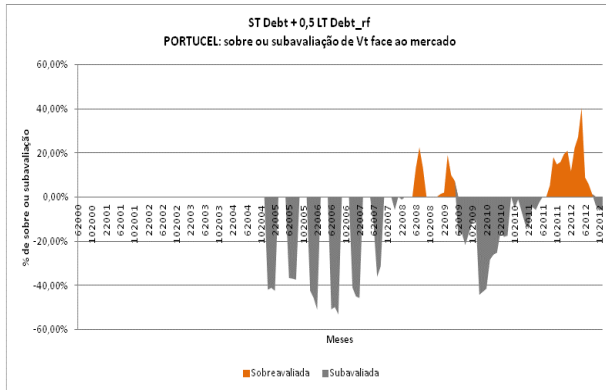


Fig.71

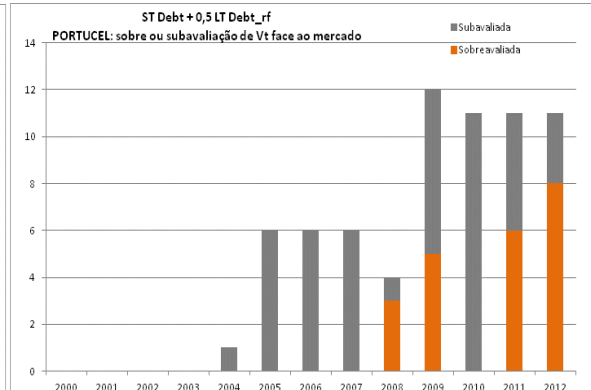


Fig. 70 – PORTUCEL,  $D=D_{cp} + 0,5D_{lp}$ : % sobre ou subavaliação de  $V_t$  face ao mercado (EV) – 06 2000 a 11 2012.

Fig. 71 – PORTUCEL,  $D=D_{cp} + 0,5D_{lp}$ : n.º de sobre ou subavaliações de  $V_t$  face ao mercado (EV) – 2000 a 2012.

Para a segunda e terceira estruturas de dívida, os resultados em número, são iguais. Dos 150 meses, trabalharam-se para a comparação e análise 72 deles, dos quais 46 estão subavaliados, 22 estão sobreavaliados e 4 estão em linha com o mercado.

O fato de se terem trabalhado os 72 meses em vez dos 150, deve-se à falta de dados na plataforma *Bloomberg* para a dívida total da empresa (curto e longo prazos).

Fig.72

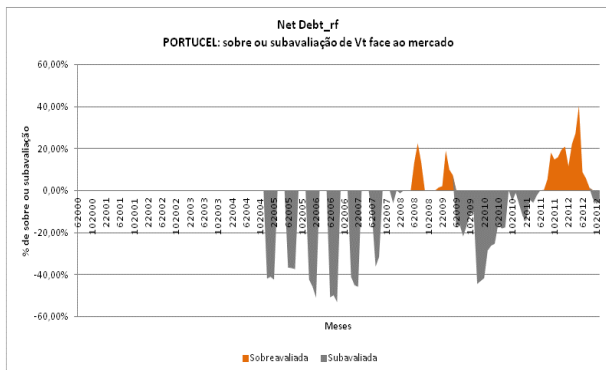


Fig.73

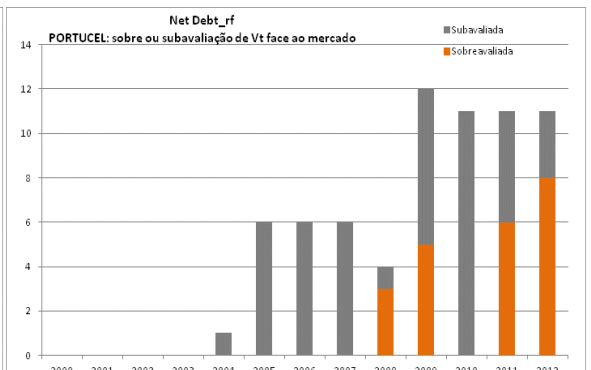


Fig. 72 – PORTUCEL,  $D=D$  líquida: % sobre ou subavaliação de  $V_t$  face ao mercado (EV) – 06 2000 a 11 2012.

Fig. 73 – PORTUCEL,  $D=D$  líquida: % de sobre ou subavaliações de  $V_t$  face ao mercado (EV) – 2000 a 2012.

Para estas duas últimas estruturas de dívida, em média de valores as subavaliações representam cerca de 25% a 26% e as sobreavaliações representam em média cerca de 14%.

Sintetizando numa visão geral os resultados da comparação dos valores de mercado com os valores da empresa calculados pelo modelo de Merton e suas variantes, claramente a percentagem mais reduzida é atribuída aos valores que estão em linha, havendo um domínio das subavaliações.

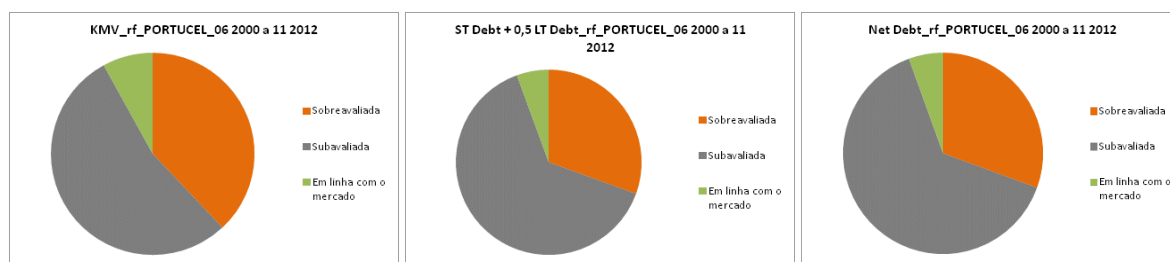


Fig. 74 – PORTUCEL: sobre ou subavaliação de  $V_t$  face ao mercado ( $EV$ ) nas três estruturas de dívida – 06 2000 a 11 2012.

Relativamente ao cálculo das estimativas do valor da empresa para daqui a um ano, podemos verificar nos gráficos seguintes (Fig. 75, 76 e 77) que a maioria das previsões se encontra fora dos intervalos de confiança construídos.

Fig.75

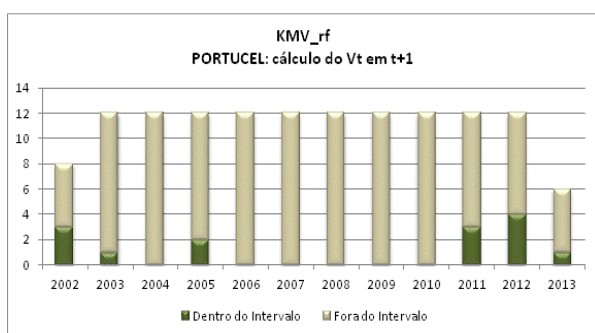


Fig.76

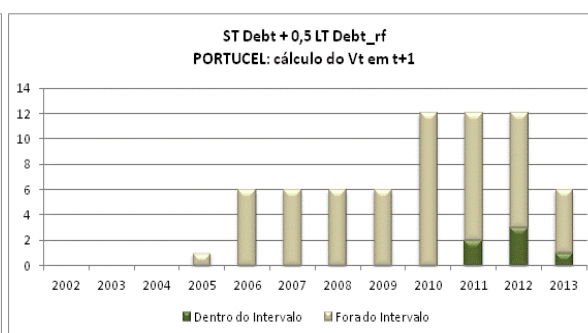


Fig. 75 – PORTUCEL,  $D=KMV$ : Estimativa para  $V_{t+1}$  – 05 2002 a 06 2013.

Fig. 76 – PORTUCEL,  $D=Dcp + 0,5Dlp$ : Estimativa para  $V_{t+1}$  – 05 2002 a 06 2013.

No caso da estrutura de dívida KMV, efetuaram-se estimativas para 134 meses (maio de 2002 a junho de 2013), sendo que a grande maioria, 120 das 134 estão fora dos intervalos de confiança. Para as outras duas estruturas de dívida, efetuaram-se previsões para 67 meses no

mesmo período da primeira estrutura de dívida, sendo que não foi possível estimar os 134 meses devido à falha de dados já referida, sobre a dívida da empresa.

Assim, para a estrutura de dívida  $D=D_{cp} + 0,5D_{lp}$ , dos 67 meses analisados 91% das estimativas e para a estrutura de dívida  $D=D$  líquida são cerca de 93%.

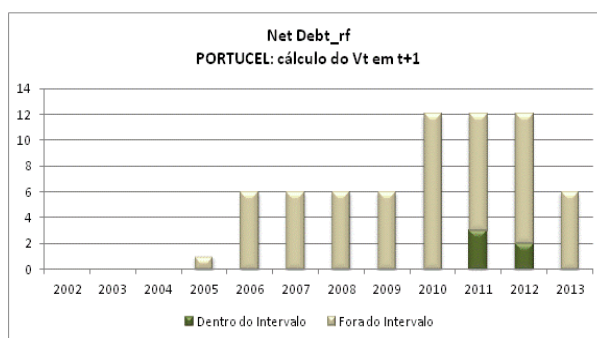


Fig. 77 – PORTUCEL,  $D=D$  líquida: Estimativa para  $V_{t+1}$  – 05 2002 a 06 2013.

O cálculo das probabilidades de incumprimento revela que estas praticamente não existem. Na primeira estrutura de dívida existe um pico em 2001/2002, mas que em termos de valor não chega aos 0,7% (Fig. 78).

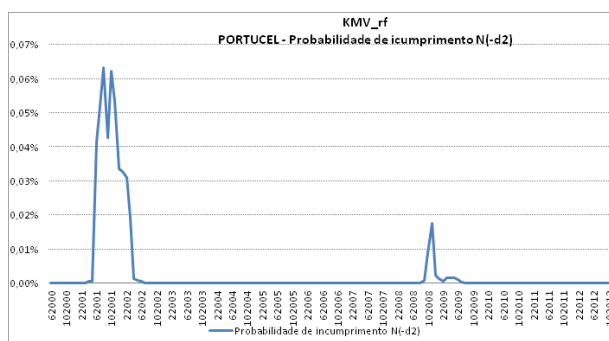


Fig. 78 – PORTUCEL,  $D=KMV$ : Probabilidades de incumprimento  $N(-d_2)$  – 06 2000 a 11 2012.

Para as outras duas estruturas de dívida analisadas, os gráficos das probabilidades de incumprimento demonstram a falta de dados sobre a dívida da PORTUCEL. Mas dos 72 meses analisados parece existir alguma probabilidade de incumprimento no ano de 2009, mas que em valor não tem significado.

Fig.79

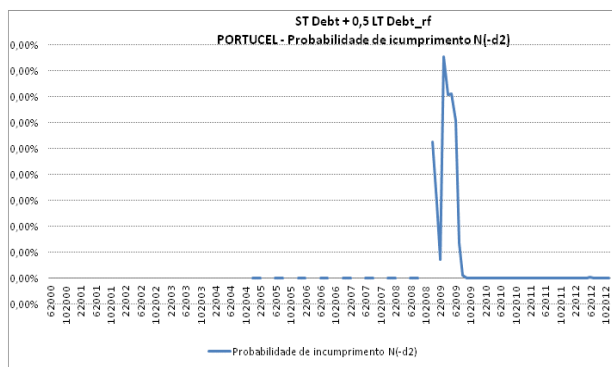


Fig.80

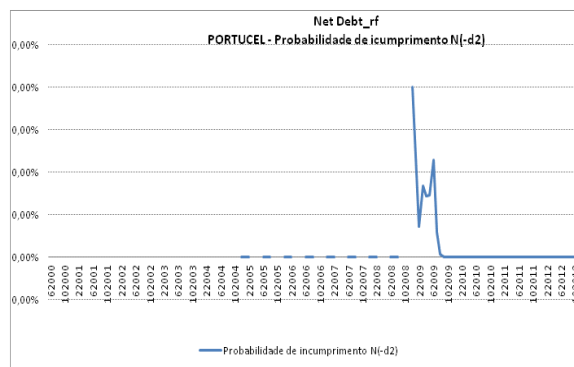


Fig. 79 – PORTUCEL,  $D=D_{cp} + 0,5D_{lp}$ : Probabilidades de incumprimento  $N(-d_2)$  – 06 2000 a 11 2012.

Fig. 80 – PORTUCEL,  $D=D$  líquida: Probabilidades de incumprimento  $N(-d_2)$  – 06 2000 a 11 2012.

A notação provável atribuída à PORTUCEL segundo a metodologia definida pelo cálculo do rácio de cobertura de dívida TIE é de AAA (correspondente a uma mediana de valor 14,375 baseada em 50 observações).

### 5.7 SONAE

Os cálculos para a empresa SONAE foram efetuados, tal como aconteceu para as outras empresas, com a taxa de juro sem risco para as três estruturas de dívida definidas.

A série de dados analisada para a comparação do valor da empresa calculado ( $V_t$ ) com o valor da empresa de mercado  $EV$ , é também mensal e contempla o período de dezembro de 1999 a dezembro de 2012, ou seja, analisam-se e comparam-se 157 meses.

Os gráficos seguintes (Fig. 81 a 86) mostram que a maior diferença verifica-se entre a primeira estrutura de dívida e as duas seguintes analisadas.

No caso da primeira estrutura de dívida a divisão dos meses calculados é homogénea, ou seja, ultrapassa pouco os 30% para os meses em linha com o mercado, os subavaliados e os sobreavaliados: i) em linha com o mercado estão 49, ii) subavaliados estão 58 e iii) sobreavaliados são 50. Em termos de valores médios as sobreavaliações representam cerca de 47% e as subavaliações cerca de 25% em média.

Fig.81

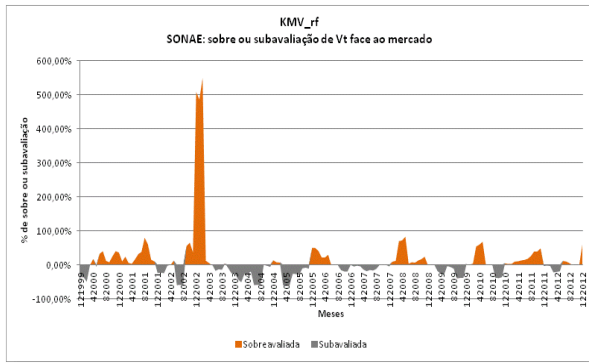


Fig.82

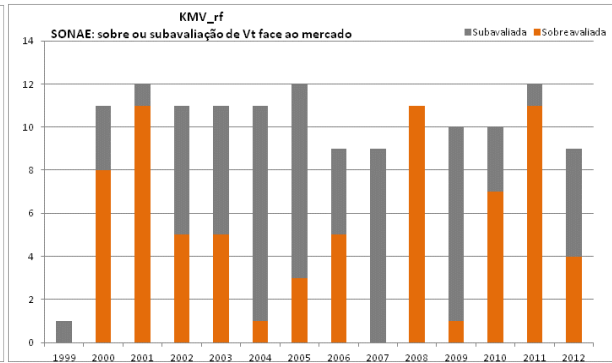


Fig. 81 – SONAE,  $D=KMV$ : % sobre ou subavaliação de  $V_t$  face ao mercado (EV) – 12 1999 a 12 2012.

Fig. 82 – SONAE,  $D=KMV$ : n.º de sobre ou subavaliações de  $V_t$  face ao mercado (EV) – 1999 a 2012.

A análise e comparação da segunda e terceira estruturas de dívida incidem sobre um total de 103 meses em vez dos 157 analisados para a primeira estrutura de dívida. Esta diferença está justificada pela ausência de informação na *Bloomberg* para os dados da dívida total (curto e longo prazo) nalguns anos/meses da SONAE.

No que respeita aos resultados obtidos para a estrutura de dívida  $D=Dcp + 0,5Dlp$ , 47 meses estão subavaliados, 43 sobreavaliados e 13 estão em linha com o mercado. Em média de comparação dos valores verificados com os calculados, as subavaliações dos valores de  $V_t$  correspondem a uma média de cerca de 26%, ao passo que as sobreavaliações representam o valor de 24,32%.

Fig.83

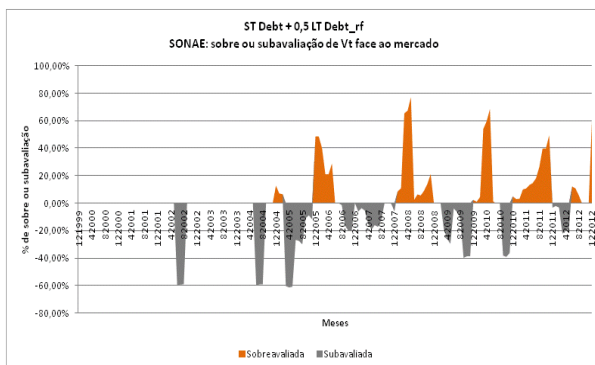


Fig.84

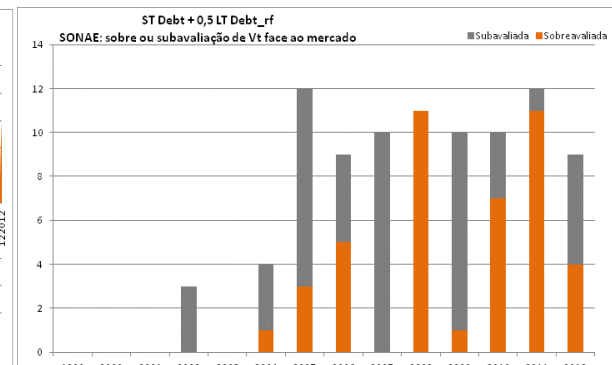


Fig. 83 – SONAE,  $D=Dcp + 0,5Dlp$ : % sobre ou subavaliação de  $V_t$  face ao mercado (EV) – 12 1999 a 12 2012.

Fig. 84 – SONAE,  $D=Dcp + 0,5Dlp$ : n.º de sobre ou subavaliações de  $V_t$  face ao mercado (EV) – 1999 a 2012.

Para a terceira estrutura de dívida os resultados são semelhantes e são os seguintes: i) em linha com o mercado estão 13, ii) 50 estão sobreavaliados e iii) 40 estão subavaliados. Em termos médios de diferenças de valores cerca de 28% estão sobreavaliados, enquanto que 25,06% estão subavaliados. Esta subavaliação significa que os cálculos efetuados pelo modelo de Merton e suas variantes, atribuem um valor superior à empresa face àquele que se verifica no mercado. De outra forma, esta subavaliação calculada, diz-nos que o mercado não está a refletir um valor da empresa segundo a avaliação feita pelo modelo de Merton e variantes. O contrário acontece com as sobreavaliações.

Fig.85

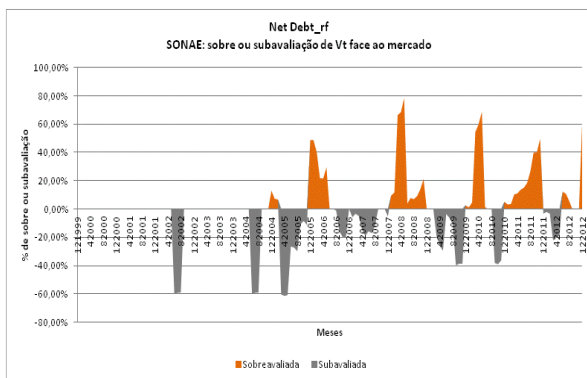


Fig.86

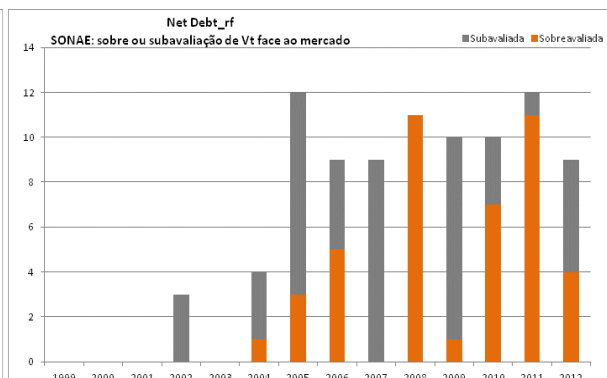


Fig. 85 – SONAE,  $D=D$  líquida: % sobre ou subavaliação de  $V_t$  face ao mercado (EV) – 12 1999 a 12 2012.

Fig. 86 – SONAE,  $D=D$  líquida: % de sobre ou subavaliações de  $V_t$  face ao mercado (EV) – 1999 a 2012.

Resumindo: na SONAE do valor da empresa calculado pelo modelo de Merton e suas variantes é maioritariamente de subavaliação, sendo que na estrutura de dívida KMV está muito próximo dos valores das sobreavaliações e dos valores em linha com o mercado.

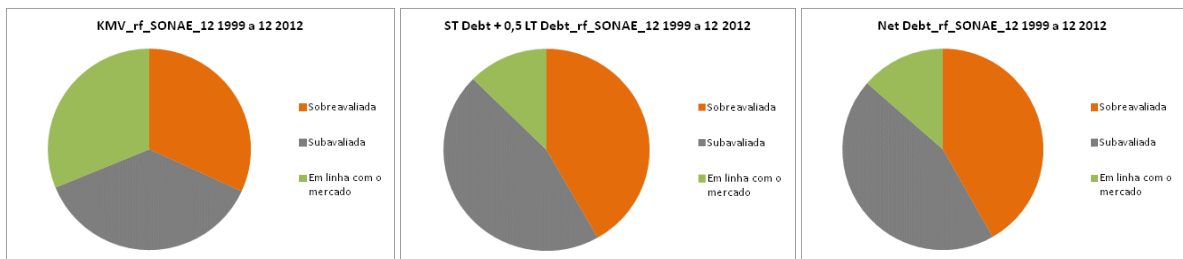


Fig. 87 – SONAE: sobre ou subavaliação de  $V_t$  face ao mercado (EV) nas três estruturas de dívida – 12 1999 a 12 2012.

As previsões para o valor da empresa passado um ano são praticamente todas falhadas, ou seja, os intervalos de confiança construídos quase não abrangem o valor da empresa passado um ano.

Para a primeira e terceira estruturas de dívida os cálculos fora dos intervalos estimados para o valor da empresa são quase de 98%, sendo que para a segunda estrutura de dívida chegam mesmo a ser de 100%.

Fig.88

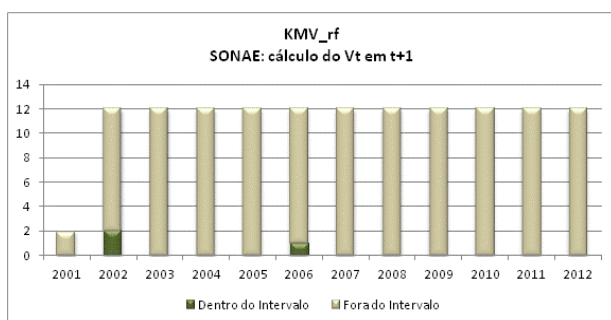


Fig.89

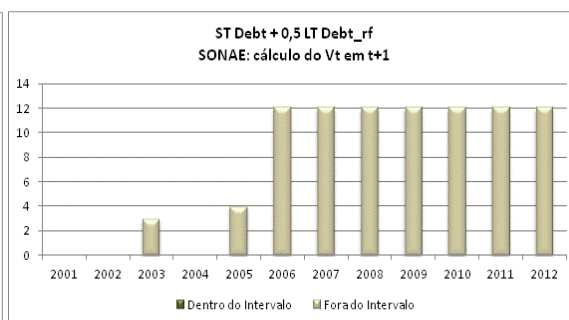


Fig. 88 – SONAE,  $D=KMV$ : Estimativa para  $V_{t+1}$  – 11 2001 a 12 2012.

Fig. 89 - SONAE,  $D=Dcp + 0,5Dlp$ : Estimativa para  $V_{t+1}$  – 11 2001 a 12 2012.

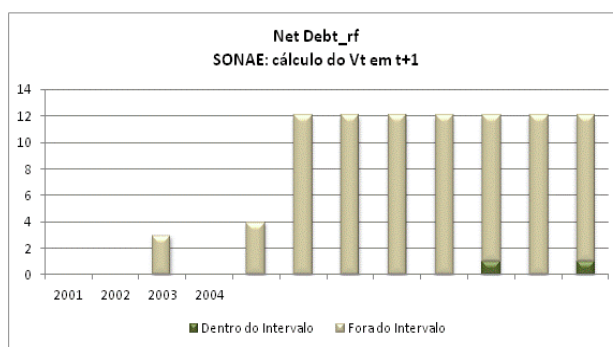


Fig. 90 - SONAE,  $D=D$  líquida: Estimativa para  $V_{t+1}$  – 11 2001 a 12 2012.

Das empresas analisadas até agora a SONAE é aquela que apresenta maiores percentagens de probabilidades de incumprimento. Mesmo assim, como se pode verificar nos gráficos seguintes (Fig. 91, 92 e 93), na maioria dos meses estas probabilidades quase não existem e quando se verificam os valores também não são muito elevados. O único destaque é para alguns dos meses do ano 2012 onde por exemplo para a estrutura de dívida KMV quase atinge os 7%.

Fig.91

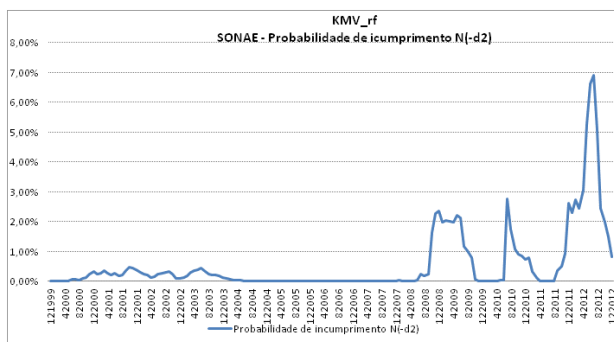


Fig.92

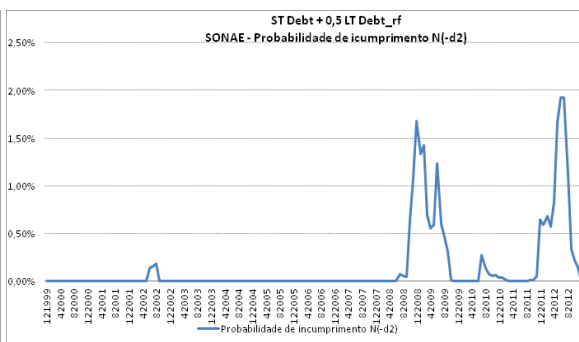


Fig. 91 – SONAE,  $D=KMV$ : Probabilidades de incumprimento  $N(-d_2)$  – 12 1999 a 12 2012.

Fig. 92 – SONAE,  $D=D_{cp} + 0,5D_{lp}$ : Probabilidades de incumprimento  $N(-d_2)$  – 12 1999 a 12 2012.

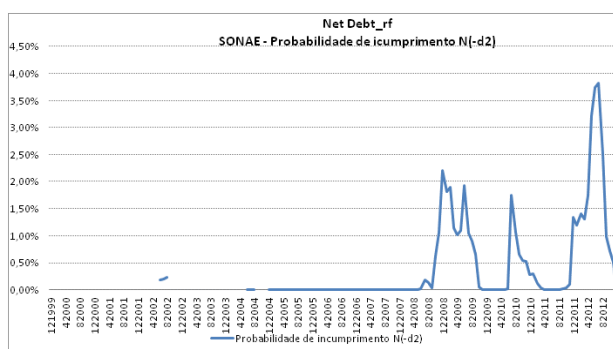


Fig. 93 – SONAE,  $D=D$  líquida: Probabilidades de incumprimento  $N(-d_2)$  – 12 1999 a 12 2012.

Relativamente à atribuição de uma possível notação, que tem vindo a ser calculada para todas as empresas, no caso da SONAE não foi possível calculá-la por não estarem disponíveis dados sobre os gastos financeiros da empresa na plataforma onde se recolheram os dados (*Bloomberg*).

## 5.8 SEMAPA

A oitava empresa analisada é a SEMAPA. Em todos os cálculos, que são de seguida apresentados, utilizou-se a taxa de juro sem risco ( $r$ ) em cada uma das estruturas de dívida definidas.

A série de dados analisada e comparada é mensal e abrange o período de julho de 2000 a novembro de 2012, ou seja, analisam-se e comparam-se 149 meses, no que respeita ao valor



da empresa verificado no mercado com o valor calculado para a empresa através da metodologia enunciada.

No caso da primeira estrutura de dívida analisada (Fig. 94 e 95), dos 149 meses trabalharam-se 140, pois para o período de 9 meses entre junho de 2007 e fevereiro de 2008 inclusive, não estão disponíveis na Bloomberg dados sobre o Passivo Total da empresa. Dos 140 meses calculados, 27 estão em linha com o valor de mercado, ou seja, não diferem deste nem mais de 5%, nem menos de 5%, 45 encontram-se sobreavaliados e 68 (a maioria, cerca de 49%) encontram-se subavaliados. Esta subavaliação calculada, diz-nos que o mercado não está a refletir um valor da empresa segundo a avaliação feita pelo modelo de Merton e variantes.

Em termos de valores médios as diferenças nas subavaliações e sobreavaliações representam, em média, para ambos os casos cerca de 26%.

Fig.94

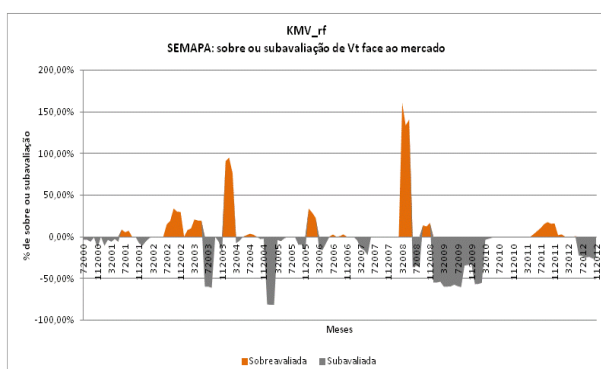


Fig.95

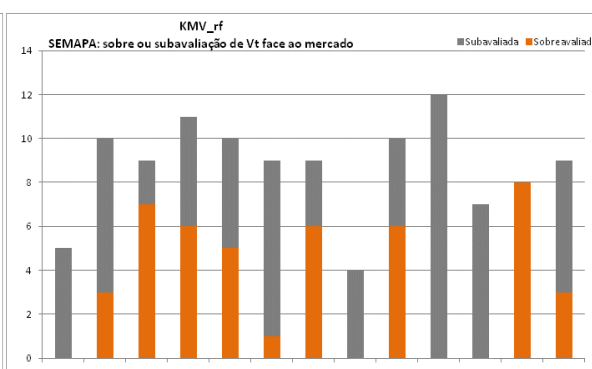


Fig. 94 – SEMAPA,  $D=KMV$ : % sobre ou subavaliação de  $V_t$  face ao mercado (EV) – 07 2000 a 11 2012.

Fig. 95 – SEMAPA,  $D=KMV$ : n.º de sobre ou subavaliações de  $V_t$  face ao mercado (EV) – 2000 a 2012.

No caso das outras duas estruturas de dívida os gráficos seguintes (Fig.96 a 98) refletem a falha de alguma informação para alguns dos anos/meses de valores da dívida total (curto e longo prazo) da empresa.

Os resultados obtidos para estas duas estruturas de dívida são praticamente iguais. Predominam as subavaliações que representam cerca de 52% dos 69 meses trabalhados, sendo que a percentagem de meses calculados em linha com o mercado ultrapassa ligeiramente os 26% e os registos das sobreavaliações representam, face a total de meses analisados, quase 22%.

Fig.96

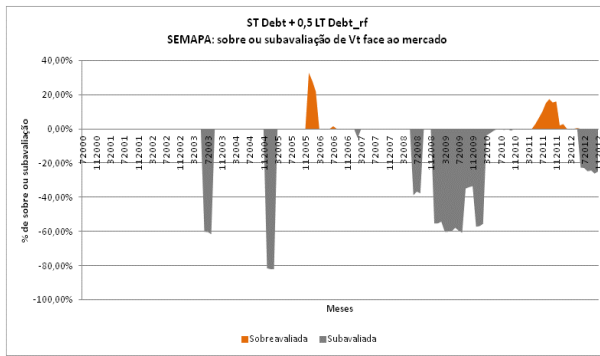


Fig.97

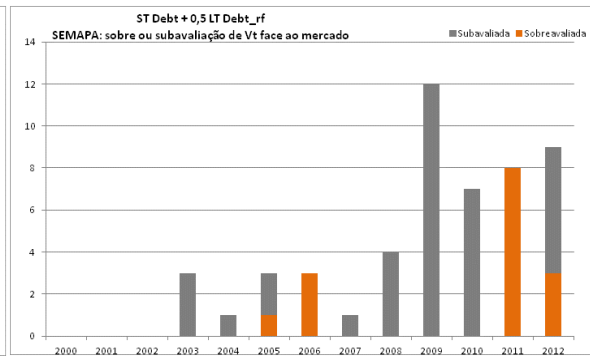


Fig. 96 – SEMAPA,  $D=Dcp + 0,5Dlp$ : % sobre ou subavaliação de  $V_t$  face ao mercado (EV) – 07 2000 a 11 2012.

Fig. 97 – SEMAPA,  $D=Dcp + 0,5Dlp$ : n.º de sobre ou subavaliações de  $V_t$  face ao mercado (EV) – 2000 a 2012.

Fig.98

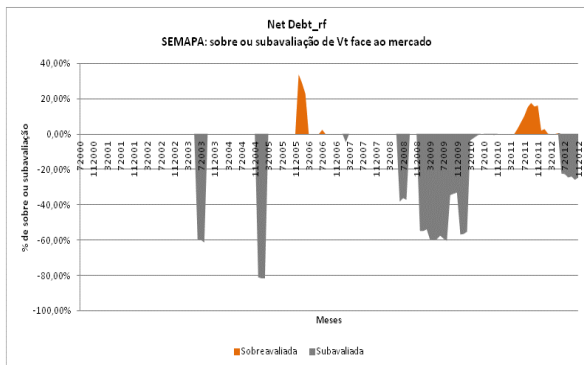


Fig.99

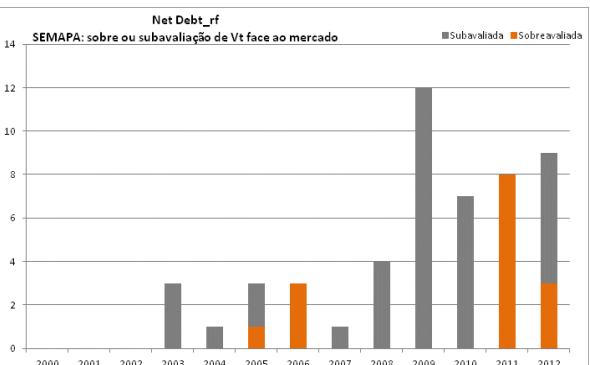


Fig. 98 – SEMAPA,  $D=D$  líquida: % sobre ou subavaliação de  $V_t$  face ao mercado (EV) – 07 2000 a 11 2012.

Fig. 99 – SEMAPA,  $D=D$  líquida: % de sobre ou subavaliações de  $V_t$  face ao mercado (EV) – 2000 a 2012.

Sintetizando as três estruturas de dívida analisadas na SEMAPA, conclui-se que, a avaliação da empresa pela metodologia aqui testada (modelo de Merton e suas variantes) é visivelmente superior aos valores da empresa refletidos no mercado.

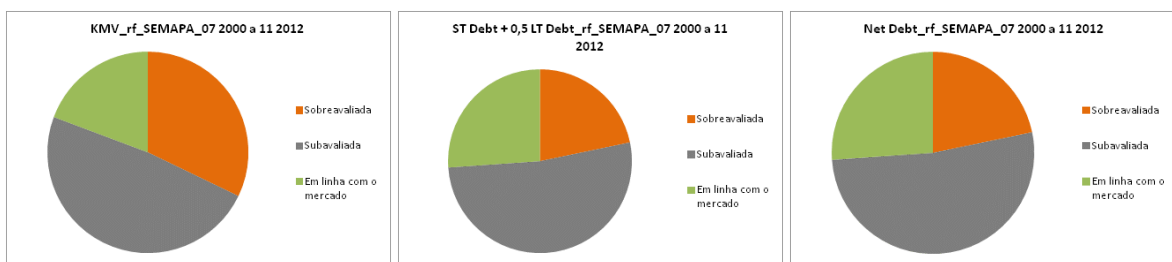


Fig. 100 – SEMAPA: sobre ou subavaliação de  $V_t$  face ao mercado (EV) nas três estruturas de dívida – 07 2000 a 11 2012.

Os gráficos seguintes mostram as estimativas efetuadas para o valor da empresa daqui a um ano (Fig. 101, 102 e 103). A tendência para a SEMAPA é a mesma das outras empresas analisadas, ou seja, as previsões efetuadas para o futuro pelos intervalos construídos com 95% de confiança não se verificam.

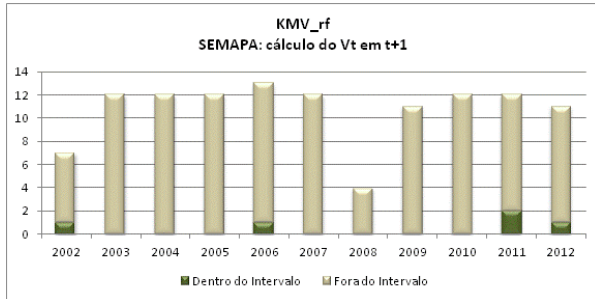


Fig. 101 – SEMAPA,  $D=KMV$ : Estimativa para  $V_{t+1}$  – 06 2002 a 12 2012.

Nas três estruturas de dívida os valores estimados para a empresa passado um ano não se confirmam em mais de 90% dos casos, chegando mesmo aos 100% na estrutura de dívida  $D=D_{cp} + 0,5D_{lp}$ .

Fig.102

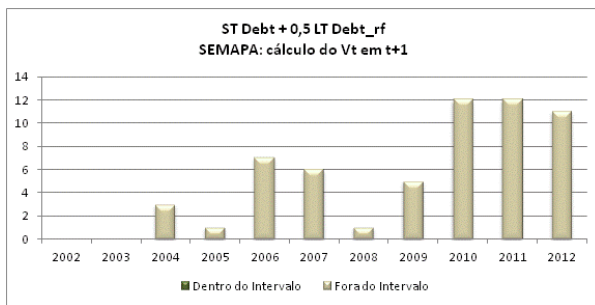


Fig. 102 - SEMAPA,  $D=D_{cp} + 0,5D_{lp}$ : Estimativa para  $V_{t+1}$  – 06 2002 a 12 2012.

Fig.103

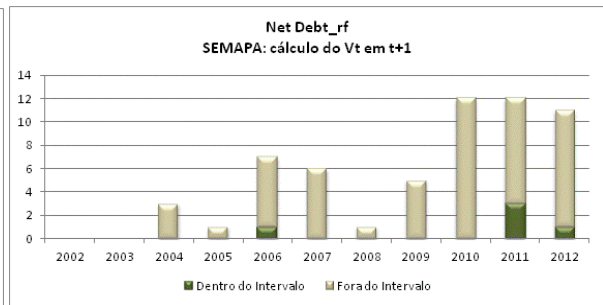


Fig. 103 - SEMAPA,  $D=D$  líquida: Estimativa para  $V_{t+1}$  – 06 2002 a 12 2012.

A análise das percentagens das probabilidades de incumprimento não são muito significativas visto que apenas para alguns meses em 2012 se verificam valores na ordem dos quase 1,2%

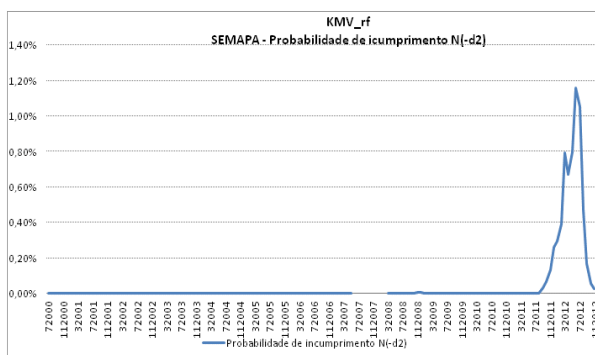


Fig. 104 – SEMAPA,  $D=KMV$ : Probabilidades de incumprimento  $N(-d_2)$  – 07 2000 a 11 2012.

para a estrutura  $KMV$ , 0,45% para a estrutura  $D=D_{cp} + 0,5D_{lp}$  e 0,8% para a estrutura  $D=D$  líquida.

Fig.105

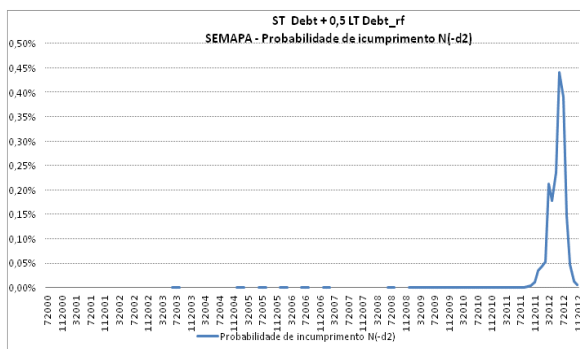


Fig.106

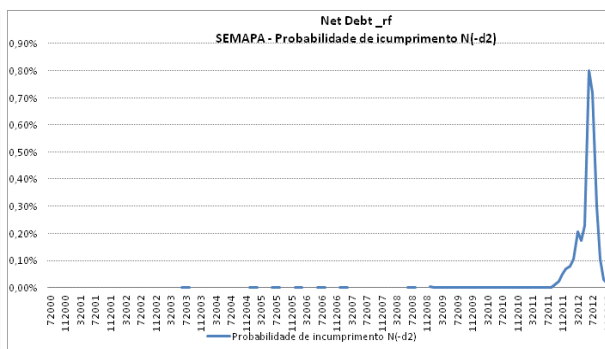


Fig. 105 – SEMAPA,  $D=Dcp + 0,5Dlp$ : Probabilidades de incumprimento  $N(-d_2)$  – 07 2000 a 11 2012.

Fig. 106 – SEMAPA,  $D=D líquida$ : Probabilidades de incumprimento  $N(-d_2)$  – 07 2000 a 11 2012.

Para esta empresa falta só referir os resultados dos cálculos para a atribuição de uma notação provável. Efetuaram-se cálculos para o rácio TIE só a partir de março de 2009, pois para os 104 meses anteriores (julho de 2000 a fevereiro de 2009) não estão disponíveis na *Bloomberg* dados sobre os juros, nomeadamente gastos com juros.

A mediana obtida para os dados disponíveis é de 8,283 que corresponde a uma notação de AA.

## 5.9 MOTA-ENGIL

A MOTA-ENGIL é a última empresa analisada da amostra escolhida.

Os cálculos efetuados têm em conta a taxa de juro sem risco para as três estruturas de dívida definidas.

Na comparação do valor calculado pela metodologia testada neste projeto com o valor de mercado, a série de dados é mensal e abrange o cálculo, comparação e análise de 157 meses que dizem respeito ao período de dezembro de 1999 a dezembro de 2012.

Os gráficos seguintes (Fig. 107 e 108) mostram os resultados obtidos para a primeira estrutura de dívida. Dos 157 meses calculados, comparam-se 146 pois para os primeiros três meses da série faltam dados sobre o Passivo total e para o período de dezembro de 2000 a julho de 2001 não estão disponíveis dados sobre a volatilidade histórica das ações. Destes 146 meses

68 estão subavaliados, 59 estão sobreavaliados e 19 estão em linha com os valores de mercado. Em termos de média de valores, as sobreavaliações variam em média 50,18% e as subavaliações variam em média cerca de 26%.

Fig.107

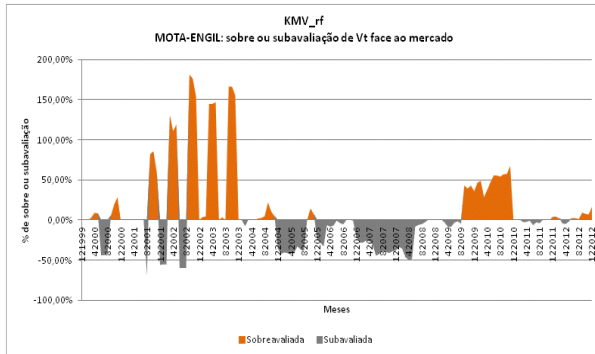


Fig.108

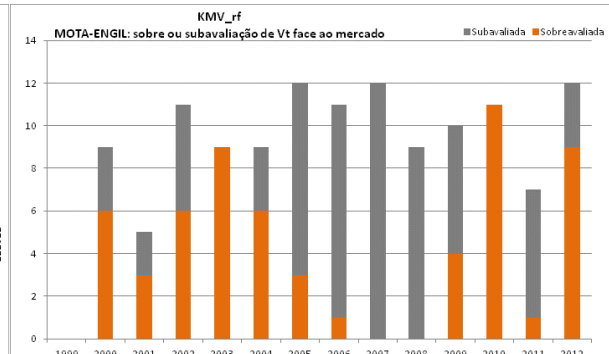


Fig. 107 – MOTA-ENGL,  $D=KMV$ : % sobre ou subavaliação de  $V_t$  face ao mercado (EV) – 12 1999 a 12 2012.

Fig. 108 – MOTA-ENGL,  $D=KMV$ : n.º de sobre ou subavaliações de  $V_t$  face ao mercado (EV) – 1999 a 2012.

Para as outras estruturas de dívida os resultados são muito semelhantes: i) 69 meses estão subavaliados, ii) 25 estão sobreavaliados e iii) 10 estão em linha com o mercado. Em termos médios, os valores das sobreavaliações é de cerca de 31%, enquanto as subavaliações são em média cerca de 26%.

Fig.109

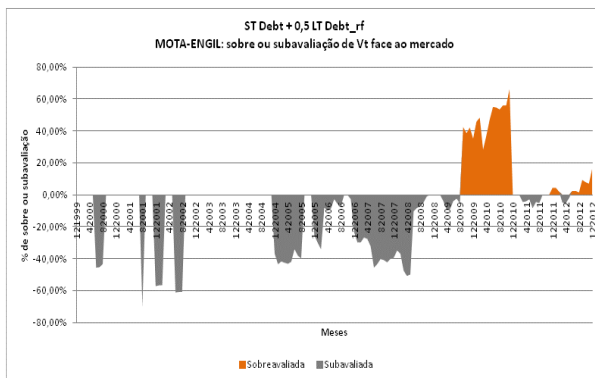


Fig.110

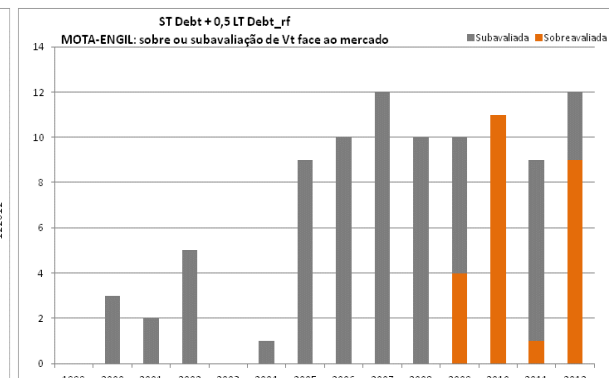


Fig. 109 – MOTA-ENGL,  $D=Dcp + 0,5Dlp$ : % sobre ou subavaliação de  $V_t$  face ao mercado (EV) – 12 1999 a 12 2012.

Fig. 110 – MOTA-ENGL,  $D=Dcp + 0,5Dlp$ : n.º de sobre ou subavaliações de  $V_t$  face ao mercado (EV) – 1999 a 2012.

Fig.111

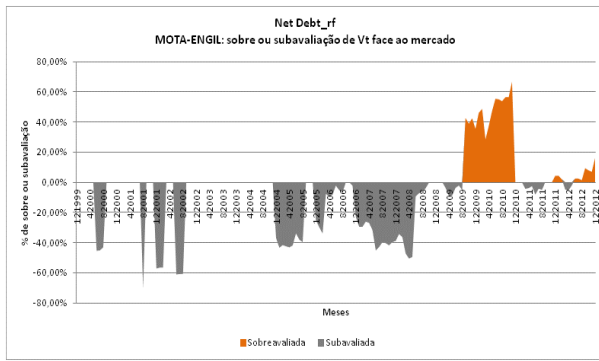


Fig.112

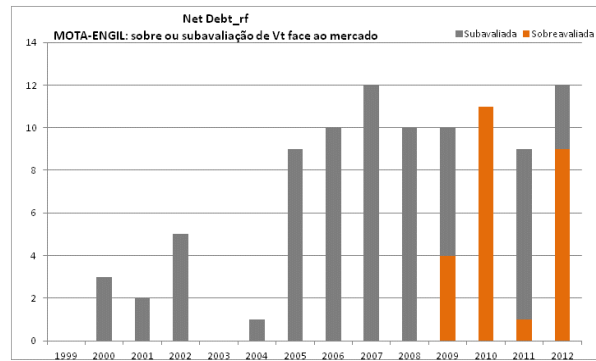


Fig. 111 – MOTA-ENGIL,  $D=D$  líquida: % sobre ou subavaliação de  $V_t$  face ao mercado (EV) – 12 1999 a 12 2012.

Fig. 112 – MOTA-ENGIL,  $D=D$  líquida: % de sobre ou subavaliações de  $V_t$  face ao mercado (EV) – 1999 a 2012.

Sintetizando os resultados obtidos da comparação dos valores de mercado com os valores da empresa calculados pelo modelo de Merton e variantes, claramente a percentagem maior é atribuída às subavaliações, ou seja, esta clara subavaliação calculada, diz-nos que o mercado não está a refletir um valor da empresa segundo a avaliação feita pelo modelo de Merton e suas variantes.

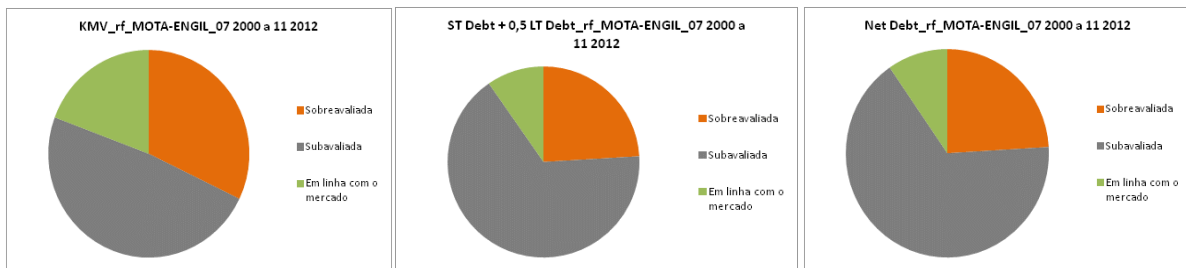
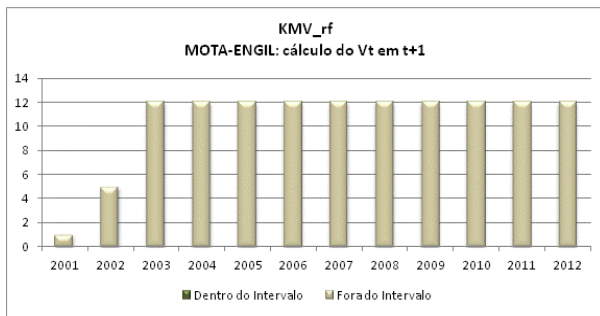


Fig. 113 – MOTA-ENGIL: sobre ou subavaliação de  $V_t$  face ao mercado (EV) nas três estruturas de dívida – 12 1999 a 12 2012.

Na análise das estimativas do valor da empresa para o futuro, i.e., passado um ano, a MOTA-ENGIL segue a mesma linha do que acontece com as outras empresas analisadas.

A série de dados analisada é mensal e parte de cada um desses meses para obter previsões futuras do valor da empresa. Foram elaboradas estimativas para o período de novembro de 2001 a dezembro de 2012, i.e., efetuaram-se 134 intervalos com 95% de confiança para os valores de  $V_{t+1}$ .

Para a estrutura de dívida KMV, foi possível efetuar 126 intervalos com 95% de confiança



para os valores de  $V_{t+1}$  (não se estimaram os 134 meses devido à falta de dados da dívida na plataforma *Bloomberg*). Destas 126 estimativas nenhuma delas está nos intervalos de confiança construídos.

Fig. 114 – MOTA-ENGIL,  $D=KMV$ : Estimativa para  $V_{t+1}$  – 11 2001 a 12 2012.

Como é possível verificar nos gráficos representados nas Fig. 115 e 116, alguns dos anos não têm calculadas as previsões para os 12 meses devido à falta de dados já referidos. Assim, para estas estruturas de dívida ( $D=Dcp + 0,5Dlp$  e  $D$  líquida), construíram-se 89 intervalos de confiança (95%) para estimar o valor futuro da empresa passado um ano no período de novembro de 2001 a dezembro de 2012.

Nestas estruturas de dívida, apesar do número de intervalos de confiança construídos ser um pouco inferior aos da primeira estrutura de dívida, a tendência é a mesma, ou seja, a grande maioria das previsões, senão mesmo todas, não contempla o valor da empresa no futuro.

Fig.115

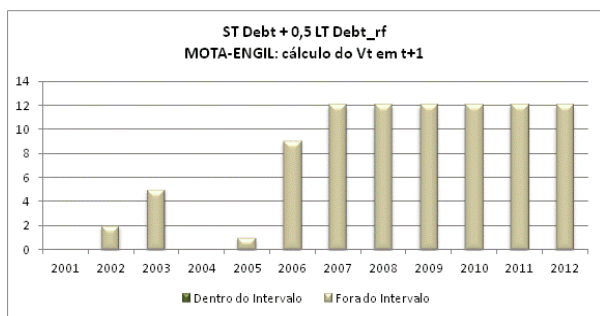


Fig.116

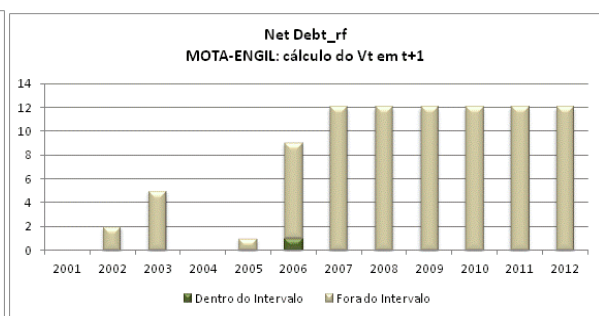


Fig. 115 – MOTA-ENGIL,  $D=Dcp + 0,5Dlp$ : Estimativa para  $V_{t+1}$  – 11 2001 a 12 2012.

Fig. 116 – MOTA-ENGIL,  $D=D$  líquida: Estimativa para  $V_{t+1}$  – 11 2001 a 12 2012.

A análise das probabilidades de incumprimento ( $DD$ ) nas três estruturas de dívida para a MOTA-ENGIL foi a seguinte:

Fig.117

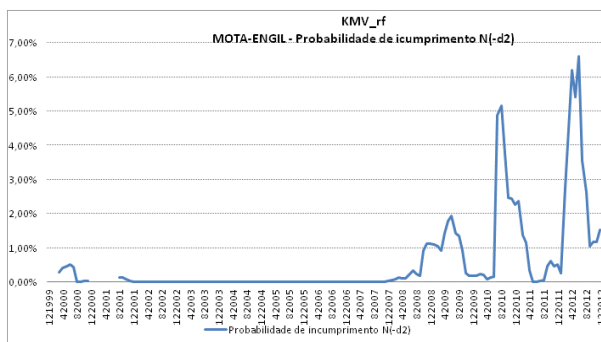


Fig.118

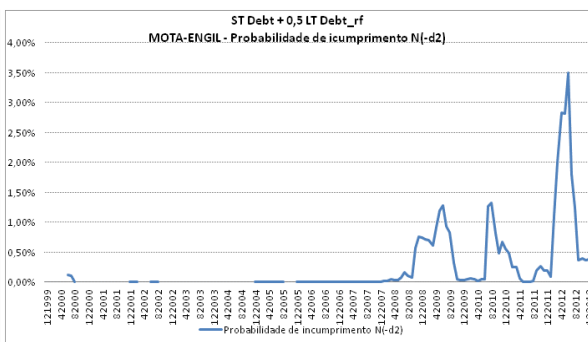


Fig. 117 – MOTA-ENGIL,  $D=KMV$ : Probabilidades de incumprimento  $N(-d_2)$  – 12 1999 a 12 2012.

Fig. 118 – MOTA-ENGIL,  $D=Dcp + 0,5Dlp$ : Probabilidades de incumprimento  $N(-d_2)$  – 12 1999 a 12 2012.

Pelo que se pode observar nos três gráficos apresentados sobre o cálculo das probabilidades de incumprimento (Fig. 117, 118 e 119), independentemente da estrutura de dívida, a probabilidade de incumprimento quase não se verifica MOTA-ENGIL constata-se que no ano de 2012 existem valores de cerca de 7% para a estrutura  $KMV$ , sendo que para as outras duas estruturas de dívida a percentagem é de cerca de metade, i.e., 3,5%.

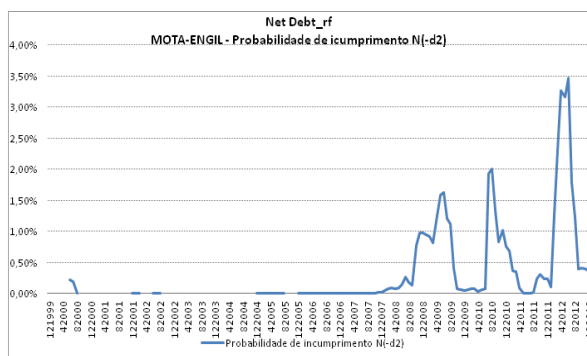


Fig. 119 – MOTA-ENGIL,  $D=D líquida$ : Probabilidades de incumprimento  $N(-d_2)$  – 12 1999 a 12 2012.

Os cálculos de uma notação provável pelo rácio de cobertura de dívida  $TIE$  basearam-se em dados desde março de 2004 a maio de 2012. Para alguns dos períodos recolhidos, a MOTA-ENGIL não apresenta na plataforma *Bloomberg* dados disponíveis sobre os gastos com juros (denominador do rácio).

Tendo em conta os cálculos efetuados para o rácio  $TIE$  obteve-se a mediana com o valor de 3,876 que corresponde a uma notação eventual atribuída de A-.



### **5.10 A utilização do *wacc* – *Weighted Average Cost of Capital* nos cálculos efetuados**

Como foi referido na metodologia (capítulo anterior), para algumas das empresas analisadas efetuaram-se os cálculos quer com a taxa de juro sem risco, cenário neutral ao risco assumido no modelo clássico de avaliação de opções financeiras, quer com o *wacc* – *Weighted Average Cost of Capital*, equivalente à rendibilidade da empresa num cenário onde o risco já é considerado. Estes cálculos foram efetuados para aferir o comportamento do modelo perante um cenário não neutro ao risco.

Os cálculos efetuaram-se, tal como aconteceu para a taxa de juro sem risco, para cada uma das estruturas de dívida em cada uma das empresas testadas com o *wacc*. As empresas onde também se testaram os cálculos com o *wacc*, para além da taxa de juro sem risco foram: EDP, JERÓNIMO MARTINS, PORTUGAL TELECOM E ZON.

Não se continuou a testar o modelo com a utilização do *wacc* em mais empresas, porque os resultados obtidos, para cada uma das estruturas de dívida, praticamente não variam em relação à aplicação da taxa de juro sem risco.

## 6. Conclusões

Este projeto testa a aplicação prática do modelo de Merton (1974) e as suas variantes no mercado português.

O trabalho empírico incide sobre 9 (45%) das empresas do PSI20, verificando-se que quase na totalidade das empresas analisadas, os cálculos efetuados para o valor da empresa pelo modelo de Merton e suas variantes, atribuem-lhe um valor superior face àquele que se verifica no mercado. Comparando os valores de mercado com os valores calculados por esta metodologia, em média as subavaliações representam uma divergência de valores de cerca de 20%, ao passo que as sobreavaliações representam em média quase 18%.

Os resultados também mostram que o valor da empresa não é significativamente afetado pela sua estrutura de dívida. Para as três estruturas definidas, aplicadas a cada uma das empresas analisadas, os resultados obtidos são bastante semelhantes, o que confirma o defendido por Merton quando sustenta a verificação do teorema de Modigliani-Miller, i.e., independentemente da estrutura de capital da empresa o seu valor não se altera (significativamente).

As previsões do valor futuro da empresa, através da aplicação do modelo de opções financeiras transposto para a avaliação de empresas, mostram claramente que esta não é uma metodologia apropriada para o cálculo dos valores futuros da empresa. Em todas as empresas analisadas, são residuais os casos em que as estimativas do valor futuro da empresa, geradas em intervalos com 95% de confiança, contemplam os valores verificados passado um ano. Tal poderá resultar do fato de as cotações seguirem um caminho aleatório.

Testaram-se também na amostra os cálculos das probabilidades de incumprimento e o cálculo de notações eventuais atribuídas. No caso das probabilidades de incumprimento baseadas na metodologia da teoria clássica de avaliação de opções financeiras, verifica-se que a probabilidade encontrada é bastante baixa, o que fundamentalmente resulta da maior qualidade das empresas incluídas nesta amostra.

Os cálculos apresentados também foram efetuados com o *wacc* em vez da taxa de juro sem risco. Nas empresas onde se testou o *wacc*, obtiveram-se resultados muito semelhantes aos obtidos nos cálculos com a taxa de juro sem risco.

## Bibliografia

Arora, N., Bohn, J.R. and Zhu, F. (2005). Reduced form vs. structural models of credit risk: A case study of three models. *Journal of Investment Management*, Vol. 3 No. 4, pp. 43-67.

Bharath, S.T. and Shumway, T. (2004). *Forecasting default with the KMV-Merton model*. Working Paper, The University of Michigan.

Black, F. and Scholes, M. (1973). The pricing of options and corporate liabilities. *The Journal of Political Economy*, Vol. 81, Issue 3, pp. 637-654.

Bohn, Jeffrey R. (2000). A survey of contingent-claims approaches to risky debt valuation. *The Journal of Risk Finance*, Spring, pp. 53-70.

Damodaran, A. *Country default spreads and risk premiums*. <http://people.stern.nyu.edu/adamodar/>. 26-04-2013.

Damodaran, A. *Ratings, interest coverage ratios and default spread*, <http://people.stern.nyu.edu/adamodar/>. 26-04-2013.

Damodaran, A. (2001). *Corporate finance: Theory and practice* (2nd ed.). New York: Wiley.

Damodaran, A. (2002). *Investment valuation, tools and techniques for determine the value of any asset* (2nd ed.). New York: Wiley.

Geske, R. (1977). The valuation of corporate liabilities as compound options. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Vol. 12, Issue 04, pp. 541-552.

Goyal, A., Welch, Ivo (2008). A comprehensive look at the empirical performance of equity premium prediction. *The Review of Financial Studies*, Vol. 21 No. 4 pp. 1455-1508.

Gray, D. F., Merton, R. C. and Bodie, Z. (2007). Contingent claims approach to measuring and managing sovereign credit risk. *Journal of Investment Management*, Vol. 5, No. 4, pp. 5–28.

Hull, J. C. (2009). *Options, futures, and other derivatives* (7th ed.). New Jersey: Pearson Education, Inc..

Hull, J. C., Nelken, I. and White, A. D. (Winter 2004/5). Merton's model, credit risk and volatility skews. *Journal of Credit Risk*, Vol. 1, No. 1, pp.3-28.

Kealhofer, S. (2003). Quantifying credit risk II: Debt valuation. *Financial Analysts Journal*, pp. 78-92.

Merton, R.C. (1973). Theory of rational option pricing. *The Bell Journal of Economics and Management Science*, Vol. 4, Issue 1, pp. 141-183.

Merton, R.C. (1974). On the pricing of corporate debt: The risk structure of interest rates. *The Journal of Finance*, Vol. 29, No. 2, pp. 449-470.

Rangarajan, K. S. (2001). *The Merton/KMV Approach to Pricing Credit Risk*. Working Paper, Stern School of Business, New York University.

## Anexos

### Anexo 1 – Metodologia de cálculo do *wacc* – *Weighted Average Cost of Capital*

Em algumas das empresas analisadas efetuaram-se os cálculos quer com a taxa de juro sem risco, cenário neutro ao risco assumido no modelo de avaliação de opções financeiras, quer com o *wacc*, equivalente à rendibilidade da empresa num cenário onde o risco já é considerado. Estes cálculos foram efetuados para aferir o comportamento do modelo perante um cenário não neutro ao risco.

Assim definiu-se o *wacc* como taxa de desconto dado à sua corrente utilização em outros modelos de avaliação de empresas.

A taxa de juro sem risco ( $r$ ) foi obtida da série *Bunds 1 Year*. O *wacc* foi obtido da seguinte forma:

$$wacc = k_e \cdot \frac{E}{D+E} + k_d \cdot (1 - \tau) \frac{D}{D+E},$$

sendo,

$$k_e = capm = r + \beta \cdot (rm - r)$$

A taxa de juro sem risco usada no cálculo do  $k_e$  ( $r$ ) é obtida pela série das *Bunds 30 Years* (note-se que esta série de dados não difere muito da série *Bunds 1 Year* pois só tem dados a partir de 1994).

O beta utilizado ( $\beta$ ) é o beta histórico, com referência a 60 meses, calculado por uma das seguintes formas:

i)  $\beta = \text{Declive}(\text{retorno mensal do stock} - r; \text{retorno mensal do mercado} - r)$ ,  
sendo a variável dependente o stock e a independente o mercado;

ii) Ou,  $\beta = \frac{\text{COVAR}(\text{stock}; \text{mercado})}{\text{VAR}(\text{mercado})}$ ,

sendo o mercado obtido pela série do PSI20.

Relativamente ao prémio de risco de mercado ( $rm - r$ ), tentou-se, numa primeira fase utilizar as séries longas do PSI20 e das *Bunds* alemãs, mas não existem séries suficientemente

longas, como é aconselhado para o cálculo dos prémios de risco de mercado, das *Bunds* em euros. Optou-se por utilizar séries longas do mercado americano. O cálculo teve por base os dados de mercado e o trabalho de Goyal (2008) que apresenta informação do mercado americano desde o ano de 1928.

O  $k_d$  é o  $k_d$  histórico, e foi calculado com os seguintes dados:

$$k_d = \frac{\Sigma \text{Juros do último ano}}{\text{média da Dívida do último ano}}$$

Teria sido possível calcular o  $k_d$  através da seguinte metodologia:

$$k_d = \ln \left[ N(d_2) + \left( \frac{Vt}{D \cdot e^{-r}} \right) \cdot (1 - N(d_1)) \right] + r,$$

mas optou-se pelo cálculo do  $k_d$  histórico.

Por último, para o cálculo do *wacc*, usou-se como pressuposto a taxa de imposto marginal  $\tau$  de 27,5%.