

MEDIDAS DE *DOWNSIDE RISK* DAS ACÇÕES DO PSI GERAL

Por

Maria Liliana Lopes Pinheiro

**Tese de Mestrado em Ciências Empresariais
Especialização em Finanças**

Orientada por: Professora Doutora Ana Paula de Sousa Freitas Madureira Serra

Faculdade de Economia
Universidade do Porto

2008

Aos meus pais António e Olívia

NOTA BIBLIOGRÁFICA

Maria Liliana Lopes Pinheiro nasceu a 7 Março de 1979 na Vila de em Sandim, concelho de Vila Nova de Gaia.

No ano lectivo 1996/1997, terminou o 12º ano na área Económico-Social na Escola Secundária Diogo de Macedo em Olival, concelho Vila Nova de Gaia.

Licenciou-se em Economia pela Faculdade de Economia da Universidade do Porto em 2002 com uma média de 14 valores. Em Outubro de 2004 iniciou a parte curricular do Mestrado em Ciências Empresariais, especialização em Finanças, que concluiu com a média de 14 valores.

Em Setembro de 2002 ingressou na empresa *Ernst & Young* onde desempenhou até Maio de 2005 funções de auditora financeira. Actualmente, e desde Maio de 2005 desempenha funções de consultora fiscal nessa mesma empresa.

AGRADECIMENTOS

A realização e concretização deste trabalho só foram possíveis graças à colaboração de diversas pessoas às quais gostaria de agradecer.

Em primeiro lugar agradeço à Professora Doutora Ana Paula Serra a amabilidade em aceitar a orientação deste trabalho bem como toda a ajuda e disponibilidade demonstrada ao longo das várias fases do trabalho.

Agradeço a todos os professores do mestrado pelos conhecimentos transmitidos e aos colegas de mestrado a camaradagem, especialmente ao Nuno Ferreira pelas incansáveis palavras de incentivo e pela sua grande amizade.

À minha família, em especial aos meus pais, à minha irmã Marisa e ao meu irmão Antonelo, pelo amor e carinho incondicionais e pela paciência e compreensão manifestadas ao longo da execução deste trabalho.

A todos os outros que de uma forma directa ou indirecta tornaram possível a realização deste trabalho o meu sincero agradecimento.

RESUMO

Um dos pressupostos em que assenta o modelo de avaliação de activos financeiros (*Capital Asset Pricing Model*) é o de que os retornos seguem uma distribuição normal. Uma das propriedades de uma distribuição normal é a sua configuração simétrica que traduz que é igualmente provável observar retornos inferiores e superiores ao retorno médio. Nesse pressuposto ou, em alternativa, no pressuposto de uma função utilidade quadrática, os dois primeiros momentos da distribuição do retorno de um activo (média e variância) são medidas suficientes para que um investidor possa fundamentar as suas decisões de investimento. Porém, diversos estudos e análises efectuados ao longo do tempo têm apresentado evidência empírica de que os retornos tendem a não seguir uma distribuição normal, mesmo considerando as periodicidades mais reduzidas, e que as distribuições do retorno dos activos não se afiguram simétricas.

Roy (1952) considera ser a segurança a primeira e principal preocupação de qualquer investidor racional, que preferirá o investimento que apresente a menor probabilidade de atingir um retorno inferior a um determinado patamar de rendibilidade (*“safety first”*). Num tal cenário apenas o *downside risk* seria relevante para um investidor. Estrada (2002) propõe uma teoria de comportamento alternativa assente no binómio média/semi-variância (*mean-semivariance behavior*). Desde então, vários estudos têm vindo a ser efectuados com o objectivo de testar a relevância do *downside risk* enquanto medida de risco dos activos.

Tendo por base as medidas de *downside risk* propostas por Estrada (2007) e Galagedera e Brooks (2007), testou-se a significância dessas medidas na explicação dos prémios de risco das acções incluídas no índice PSI Geral, por comparação com as medidas de risco tradicionais (variância e beta). Os resultados do presente estudo demonstram que apenas a medida de risco total (desvio-padrão) é estatisticamente significativa na explicação dos prémios de risco dos títulos da amostra, concluindo-se pela não significância da medida de risco sistemática tradicional (beta) e/ou das medidas de *downside risk*. A evidência não é consistente com uma teoria de comportamento alternativa para os investidores em títulos do índice PSI Geral baseada no binómio retornos médios/*downside* beta.

ABSTRACT

One of the assumptions of the Capital Asset Pricing Model (CAPM) is that returns are normally distributed and, as such, that the distribution of the returns is symmetric. It would thus be equally probable to observe returns higher or lower than the mean return. Under this assumption or on the assumption of a quadratic utility function, the first two moments of the return distribution (mean and variance) would be sufficient to sustain investor portfolio decisions. Notwithstanding the above, several studies have shown evidence that the returns may not be normally distributed, even in the case of short time periods, and that underlying distributions are asymmetric.

Roy (1952) advocates the security “safety first” principle as the major concern of a rational investor, that would prefer the investment with the lowest probability of falling below a pre-specified acceptable return. Under this scenario only the downside risk should be priced. Estrada (2002) proposes an alternative behavioral hypothesis that assumes investors display mean/semi-variance behavior (MSB). A number of studies have tested since then *downside risk* as an alternative measure of security risk.

Using the measures of downside risk proposed by Estrada (2007) and Galagedera and Brooks (2007), this work investigates the significance of those measures for the securities included in Portuguese index PSI Geral in comparison with the traditional measures of *risk* (standard deviation and beta). Results show that standard deviation is the only statistical significant measure of risk while beta and downside risk measures are not significant when explaining PSI Geral stock returns. Evidence is thus not consistent with the hypothesis of an alternative pricing model based on mean/downside beta behavior.

ÍNDICE GERAL

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	5
2.1 A Hipótese da Eficiência dos Mercados	5
2.2 O Modelo de Avaliação de Activos Financeiros.....	9
2.2.1 Apresentação.....	9
2.2.2 Limitações.....	12
2.3 Estudos empíricos sobre medidas de <i>downside risk</i>	16
3. METODOLOGIA E AMOSTRA.....	30
3.1 Medidas de risco.....	30
3.1.1 Medida de risco no CAPM tradicional.....	30
3.1.2 Medidas de risco alternativas.....	32
3.2 Descrição da amostra, variáveis e fontes de informação	37
4. RESULTADOS.....	41
4.1 Resultados preliminares.....	41
4.2 Estimação dos modelos de risco.....	46
4.3 Testes de robustez	56
4.3.1 Retorno de mercado aferido pelo índice DJ Euro Stoxx.....	56
4.3.2 <i>Errors in variables</i> e <i>spreads</i> nos retornos esperados.....	61
5. CONCLUSÕES	64
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67
ANEXOS.....	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1: Representação gráfica do valor de beta e <i>downside</i> beta identificados no quadro	
4.1	43

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 4.1: Resumo das medidas calculadas para os títulos da amostra (com base nos retornos semanais).....	42
Quadro 4.2: Matriz de correlação do retorno médio semanal e das medidas de risco (coeficiente de correlação de Pearson).....	45
Quadro 4.3: Síntese dos resultados de estimação OLS das regressões lineares simples.....	47
Quadro 4.4: Síntese dos resultados de estimação consistente White das regressões lineares simples.....	48
Quadro 4.5: Síntese dos resultados de estimação consistente de White das regressões lineares múltiplas para pares de medidas de risco.....	50
Quadro 4.6: Síntese dos resultados de estimação OLS das regressões lineares simples para o segmento de mercado A - “ <i>Large Capitalization</i> ”	52
Quadro 4.7: Síntese dos resultados de estimação OLS das regressões lineares simples para o segmento de mercado B - “ <i>Middle Capitalization</i> ”	53
Quadro 4.8: Síntese dos resultados de estimação OLS das regressões lineares simples para o segmento de mercado C - “ <i>Small Capitalization</i> ”	54
Quadro 4.9: Matriz de correlação dos retornos semanais e das medidas de risco calculadas por referência ao retorno do mercado do índice DJ Euro Stoxx (coeficiente de correlação de Pearson).....	56
Quadro 4.10: Resumo das estatísticas calculadas para os títulos da amostra (com base nos retornos semanais) por referência ao índice DJ Euro Stoxx.....	57
Quadro 4.11: Síntese dos resultados de estimação das regressões lineares simples considerando a rendibilidade do mercado dada pela evolução do Índice DJ Euro Stoxx	58
Quadro 4.12: Síntese dos resultados de estimação consistente de White das regressões lineares simples considerando a rendibilidade do mercado dada pela evolução do Índice DJ Euro Stoxx	59
Quadro 4.13: Síntese dos resultados de estimação consistente de White das regressões lineares múltiplas para pares de medidas de risco, considerando a rendibilidade de mercado aferida pelo Índice DJ Eurostoxx.	60

Quadro 4.14: Retorno médio dos portfólios definidos com base na ordenação da respectiva medida de risco	63
--	----

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Títulos constituintes do índice PSI Geral em 1 de Julho de 2008	72
Anexo 2: Acções incluídas na amostra	73
Anexo 3: Beta dos títulos da amostra ponderados pela capitalização média bolsista no período amostral	74
Anexo 4: Procedimento de Dimson	76
Anexo 5: Teste de heteroscedasticidade de White das regressões lineares simples	80
Anexo 6: Resultados da estimação das regressões lineares simples (Eviews), com o retorno de mercado aferido com base no Índice DJ Euro Stoxx	81

1. INTRODUÇÃO

O mercado financeiro, enquanto local de encontro entre a oferta de activos (pelos agentes com projectos de investimento mas carência de meios de financiamento) e a procura de activos (pelos agentes com excesso de liquidez e ausência de projectos para aplicação dos recursos), desempenha uma função essencial de compatibilização entre poupança e investimento. Os mercados são mecanismos que facilitam a alocação da riqueza e dos recursos às necessidades dos indivíduos em cada instante, permitindo maior flexibilidade na gestão dos recursos face ao respectivo momento da obtenção do rendimento (troca inter-temporal de recursos).

O mercado de capitais, segmento de médio e longo prazo do mercado financeiro, é o local de afectação e canalização das poupanças dos particulares para os diversos sectores da actividade económica e por isso, a sua eficiência e dinamismo são factores essenciais para o desenvolvimento económico de um país.

Do ponto de vista do investidor, a aquisição de um activo financeiro corresponde, em grande parte dos casos, à troca de um valor monetário presente (conhecido) por fluxos de rendimento futuros incertos, daí a importância subjacente à avaliação dos activos financeiros e do seu risco, pois essa avaliação é a base da decisão de investimento.

A avaliação de activos pode basear-se na actualização dos rendimentos (*cash-flows*) futuros esperados. Nesses modelos, procede-se à actualização dos rendimentos futuros que se espera que o activo venha a gerar, utilizando uma taxa de actualização que tem subjacente as preferências inter-temporais do indivíduo (valor atribuído pelo indivíduo a uma unidade de rendimento em cada momento do tempo). Estes modelos apresentam algumas dificuldades operacionais, nomeadamente, dificuldade de especificação da forma de antecipação dos rendimentos futuros e a taxa marginal de substituição inter-temporal de consumo do investidor.

Novos modelos teóricos procuraram explicar a formação do preço dos activos sob o pressuposto de que o preço observado num mercado eficiente reflecte a melhor expectativa possível sobre o valor fundamental do activo. Se até então toda a análise teórica assentava na heterogeneidade de expectativas dos agentes económicos, a dificuldade de operacionalização dos modelos assentes nesse pressuposto, tornou evidente a necessidade de se entender o mercado enquanto agregação de todas as expectativas dos agentes (homogeneidade de expectativas racionais) como o meio mais adequado para obter uma estimativa do valor fundamental do activo (princípio da eficiência do mercado).

Nesse enquadramento teórico surge no início da década de 50, a Teoria Moderna de Gestão de Carteiras, construída com base no princípio da diversificação, o modelo de Markowitz (1952), e que está na base do modelo de avaliação de activos financeiros (*“Capital Asset Pricing Model”* - CAPM) e do modelo de arbitragem, entre outros.

O modelo de avaliação de activos financeiros (CAPM) constitui um exemplo de simplicidade e o ponto de partida para a explicação do funcionamento dos mercados financeiros. Constitui uma referência para o estudo da relação entre o risco e o retorno dos activos financeiros. Porém, a sua aplicabilidade é questionada pelas restrições decorrentes dos pressupostos que lhe são subjacentes, mas sobretudo pelos resultados de vários estudos empíricos que têm posto em causa a sua validade. Desta constatação, resultaram diversas tentativas de complementarização do modelo, introduzindo-se novos factores explicativos das taxas de rendibilidades dos activos para além do factor de risco sugerido pelo CAPM, o beta, medida derivada da covariância entre a rendibilidade de um activo e a rendibilidade do mercado.

Os diversos modelos teóricos de avaliação de activos apresentam, todos eles, limitações que decorrem dos pressupostos mais ou menos desajustados aos mercados financeiros reais ou da sua especificação econométrica.

A necessidade de definir um modelo teórico de avaliação de activos sem limitações e mais ajustado ao mercado real tem resultado em abordagens de análise alternativas sugeridas por diversos autores. Uma dessas alternativas de análise consiste na verificação da importância

dos momentos de ordem superior a dois da função distribuição de probabilidade dos retornos, na determinação do valor fundamental do activo. Com efeito, a maior parte dos modelos teóricos tende a assumir como pressuposto a normalidade dos retornos, sendo que nesse pressuposto, os dois primeiros momentos (média e variância) revelam-se suficientes para o processo de decisão do investidor. Porém, a evidência empírica demonstra que os retornos não seguem uma distribuição normal, nem mesmo considerando reduzidos intervalos de tempo. Em alternativa surgiram modelos considerando o terceiro (assimetria ou *skewness*) e quarto (achatamento ou *kurtosis*) momento da função distribuição dos retornos.

O objectivo principal deste estudo consiste em analisar para as acções do índice PSI Geral, a importância de medidas de risco alternativas às medidas de risco tradicionais, em particular medidas de *downside risk* e, testar a sua significância na explicação dos prémios de risco desses títulos e, consequentemente, a validade de um modelo de avaliação de activos alternativo ao CAPM.

É avaliado o contributo de medidas de risco total e sistemático tendo por base a hipótese de comportamento baseada no binómio média/variância (desvio-padrão e beta) e, em alternativa, medidas de risco total e sistemático tendo por base a hipótese de comportamento assente no binómio média/semi-variância, nomeadamente, o semi-desvio-padrão, o *downside* beta proposto por Estrada (2007), o beta segundo a metodologia proposta por Hogan e Warren (1974) e Harlow e Rao (1989), e as correspondentes medidas de *downside co-skewness* sistemática (gamma) propostas por Galagedera e Brooks (2007). Conclui-se que o desvio-padrão é a única medida de risco estatisticamente significativa na explicação do retorno médio das acções do índice PSI Geral.

Os resultados são semelhantes quando repetimos a análise por segmento de mercado (*Large, Middle e Small Capitalization*). O desvio-padrão mantém-se significativo excepto para as *Large Caps*.

Os resultados são robustos à utilização do índice DJ Eurostoxx como índice de mercado.

Os resultados à análise do *spread* de retornos de portfolios são em geral consistentes com as conclusões indicadas.

O trabalho encontra-se dividido em cinco capítulos. No capítulo 2 faz-se a apresentação da hipótese da eficiência dos mercados e das suas implicações para a avaliação de activos. Apresenta-se o CAPM e os principais estudos que têm por base medidas de *downside risk*. No capítulo 3 é efectuada uma descrição das medidas de risco testadas no presente estudo, bem como da amostra das acções seleccionadas e incluídas na análise. No capítulo 4 são apresentados os resultados centrais da análise efectuada e os obtidos dos testes de robustez realizados. No capítulo 5 é efectuada uma síntese das principais conclusões do trabalho.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A Hipótese da Eficiência dos Mercados

A hipótese da eficiência dos mercados (HEM) é um dos principais pilares da teoria económica e financeira neoclássica. Desde o início do século XX que existem referências ao conceito de mercado eficiente e diversos estudos empíricos foram sendo realizados. Porém, a primeira formulação de uma teoria sobre a eficiência dos mercados deve-se a Fama (1970a).

De acordo com Fama (1970a), a primeira função do mercado de capitais é a da alocação da propriedade das acções representativas do capital de uma economia. O mercado eficiente é aquele em que os preços se traduzem em sinais precisos e rigorosos para a tarefa da alocação, ou seja, o mercado em que as empresas podem tomar as suas decisões de produção/investimento e os investidores fazer as suas escolhas de investimento, no pressuposto de que os preços dos activos traduzem toda a informação disponível. Fama (1970a) define três níveis diferentes de eficiência:

- **Eficiência em sentido fraco:** o preço de um activo reflecte, apenas, toda a informação contida nas cotações históricas;
- **Eficiência em sentido semi-forte:** o preço de um activo reflecte toda a informação tornada pública, seja ela histórica (o que inclui as cotações e retornos passadas), presente ou prospectiva (por exemplo, anúncio dos resultados anuais da empresa, anúncio de eventuais reestruturações, distribuição de dividendos, emissão de novas acções, entre outros);
- **Eficiência em sentido forte:** o preço do activo reflecte toda a informação que possa existir sobre o activo, seja essa informação pública ou privada (existência de grupos de analistas ou de investidores com acesso a informação privilegiada (“*inside information*”)).

De acordo com Fama (1970a) a definição de mercado eficiente como um mercado em que os preços dos activos reflectem toda a informação disponível é uma definição generalista e

por si não testável empiricamente. Um teste à eficiência exigiria uma especificação do que se entende por “*preços dos activos traduzem toda a informação disponível*”, mais concretamente, uma especificação do processo de formação dos preços. A maioria dos trabalhos sobre a eficiência, baseia-se, apenas, no pressuposto de que o equilíbrio do mercado (preço de equilíbrio dos activos) pode ser, de certa forma, expresso em termos de taxa de rendibilidade esperada. Estas teorias da taxa de rendibilidade esperada pressupõem que, dado um determinado nível de informação, a taxa de rendibilidade esperada de um activo é função do seu nível de risco, apenas diferindo entre cada teoria a forma como é aferido o nível de risco do activo. As teorias baseadas no valor esperado da taxa de rendibilidade podem ser sintetizadas da seguinte forma:

$$E(\tilde{p}_{j,t+1} | \phi_t) = \left[1 + E(\tilde{r}_{j,t+1} | \phi_t) \right] p_{jt} \quad (2.1)$$

E - valor esperado;

p_{jt} - preço do activo no momento t ;

$\tilde{p}_{j,t+1}$ - preço esperado do activo no momento $t+1$, admitindo o reinvestimento de qualquer rendimento intermédio gerado pelo activo (variável aleatória);

ϕ_t - nível de informação disponível no momento t ; e

$\tilde{r}_{j,t+1}$ - taxa de rendibilidade do activo num período (variável aleatória).

A taxa de rendibilidade esperada de equilíbrio do activo ($E(\tilde{r}_{j,t+1} | \phi_t)$) é determinada consoante o modelo de rendibilidade esperada do activo utilizada, mas em todos esses modelos se pressupõe que toda a informação disponível (ϕ_t) é incorporada na determinação da rendibilidade esperada. É nestes termos que se entende que toda a informação disponível está reflectida no preço do activo.

Este pressuposto tem uma implicação empírica: ele afasta a possibilidade que transacções efectuadas apenas com base na informação disponível ϕ_t permitam, em média, a obtenção

de ganhos ou retornos superiores aos ganhos ou retornos esperados de equilíbrio (*fair game*). O investidor pode obter ganhos ou perdas face à rendibilidade de equilíbrio em determinados períodos, mas a média desses ganhos e perdas é nula.

Existem diversas características de funcionamento do mercado que podem condicionar o processo de ajustamento do preço de um activo à informação disponível. Num cenário de concorrência perfeita, sem atritos, em que os agentes racionais apresentam expectativas homogéneas e simetria de informação, em que essa informação está igualmente acessível a todos, sem qualquer custo (eficiência informacional), e num mercado sem custos de transacção dos activos (eficiência operacional), as oportunidades de arbitragem são rapidamente exploradas e eliminadas. A informação uma vez divulgada (tornada pública) é acessível a todos e o preço dos activos ajusta-se à informação disponível tão rápido quanto possível e reflecte o seu valor. Num cenário como este estar-se-á na presença de um mercado eficiente.

Mas, tal cenário não é real. Na prática, as condições de funcionamento do mercado descritas não se verificam. Decorridos alguns anos sobre a primeira formulação de uma teoria da eficiência, Fama (1991) reconhece, pela primeira vez, que a hipótese da eficiência dos mercados não é testável por si só. Essa hipótese é quase sempre testada em simultâneo com um determinado modelo de equilíbrio. Só é possível concluir se a informação está adequadamente reflectida no preço de um activo no contexto de um dado modelo de avaliação do activo que defina o que se deve entender por “adequadamente reflectida”.

A análise do comportamento do preço de um activo e da hipótese da eficiência do mercado, tem por base um determinado modelo de formação dos preços. Neste sentido, coloca-se o problema da *joint hypothesis*, ou seja, eventuais retornos anormais podem resultar, efectivamente, da ineficiência do mercado, ou de erros de especificação ou da estimação do modelo a partir de uma determinada amostra.

A maior parte dos testes empíricos à eficiência dos mercados são testes à eficiência na forma fraca e semi-forte, ou seja, testes à impossibilidade de prever flutuações nas taxas de

retorno futuras a partir de informação contida nas taxas de retorno passadas ou noutra informação passada tornada pública.

Os estudos empíricos à previsibilidade das taxas de rendibilidade tornaram-se, gradualmente, mais complexos com o passar dos tempos, considerando diversas variáveis explicativas das rendibilidades dos activos para além das rendibilidades históricas, nomeadamente, rácios como o *dividend yield* (D/P), *earnings/price* (E/P). Por outro lado, ao contrário dos estudos anteriores à década 70, que se concentravam na previsibilidade das rendibilidades de curto-prazo (diárias, semanais e mensais), os estudos posteriores dedicam especial atenção à previsibilidade das rendibilidades de longo prazo.

2.2 O Modelo de Avaliação de Activos Financeiros

2.2.1 Apresentação

O CAPM¹ é um modelo sobre as determinantes da taxa de rendibilidade esperada de equilíbrio de um qualquer activo (individual) com risco. O modelo admite que a o excesso da rendibilidade esperada de um activo com risco face ao retorno de um activo isento de risco (prémio de risco do título) é proporcional ao prémio de risco do mercado (excesso da rendibilidade esperada do mercado face ao retorno do activo isento de risco), sendo a proporcionalidade dada pelo seu nível de risco não diversificável (beta). É uma teoria de equilíbrio baseada na teoria de formação de carteiras. Com este modelo, pretende-se responder à questão de saber, numa situação de equilíbrio de mercado, qual o prémio de risco exigido pelo investidor para optar por um activo com risco em alternativa a um activo isento de risco.

O modelo pressupõe que todos os investidores têm as mesmas expectativas de rendibilidade esperada dos activos (homogéneas) e todos são investidores racionais com comportamentos optimizadores, visando a maximização da sua utilidade no final de um período de investimento, sendo a utilidade função directa da retorno e inversa do nível de risco (*mean-variance behavior*). O modelo considera a existência de um activo sem risco no mercado de capitais, podendo os investidores combinar na sua carteira activos com e sem risco. A taxa de rendibilidade esperada de cada título segue uma distribuição normal e o mercado é eficiente, não existindo custos de transacção, de informação nem impostos e os investidores podem obter e conceder financiamento sem quaisquer limitações e a uma taxa de juro isenta de risco.

¹ O CAPM foi desenvolvido, quase simultaneamente, pelos autores: Sharpe (1964), Lintner (1965) e Mossin (1966).

O CAPM é um modelo linear simples que se traduz na seguinte relação fundamental:

$$E(R_j) = R_f + [E(R_m) - R_f] \beta_j \quad (2.2)$$

Em que:

$E(R_j)$ - retorno esperado do activo j ;

R_f - retorno do activo isento de risco;

$E(R_m)$ - retorno esperado do portfólio de mercado; e

$\beta_j = \text{Cov}(R_{jt}, R_{mt}) / \text{Var}(R_{mt})$.

A expressão (2.2) acima mencionada traduz a relação fundamental de que o preço do activo financeiro deve ser igual ao retorno que seria obtido com um activo isento de risco acrescido de um prémio pelo risco. Esse prémio é função da contribuição desse activo para o risco total de mercado (β_j).

Todos os títulos correctamente avaliados de acordo com o CAPM verificam a condição (2.2) acima enunciada, a qual corresponde à Linha de Risco de Mercado (LRM ou *SML-Security Market Line*). O beta é o único parâmetro específico de cada título ou carteira e mede o grau de risco sistemático ou não eliminável pela diversificação.

O CAPM considera que a covariância entre a rendibilidade de um activo j e a rendibilidade do mercado constitui a única determinante da variação do excesso de rendibilidade esperada entre os activos (*cross-section* da rendibilidade esperada dos activos).

O risco total do activo medido pela sua variância é decomposto em duas componentes: o risco sistemático (de mercado) e o risco específico (diversificável). Sendo possível a eliminação do risco específico do título mediante a constituição de um portfólio diversificado de activos, o modelo considera que o investidor apenas deverá ser compensado pelo risco de mercado na proporção em que o título contribui para o mesmo.

Se todos os investidores têm as mesmas expectativas e se todos se comportam de forma otimizadora, se todos têm o mesmo conjunto de oportunidades de investimentos (activos), o mesmo horizonte temporal de investimento e a mesma informação, todos chegarão à mesma decisão de investimento, ou seja, todos os investidores combinarão os activos da mesma forma (segundo as mesmas proporções iguais). As proporções com que os títulos são combinados são as proporções eficientes e são as mesmas proporções em que cada um dos títulos com risco existe no mercado, porque o mercado é a agregação do conjunto dos investidores (carteira eficiente do mercado).

O conjunto de carteiras de activos que satisfaz o objectivo da minimização do risco para um determinado nível de rendibilidade esperada constitui a fronteira eficiente do mercado. No caso do CAPM, pressupõe-se a existência de um activo sem risco (ou seja, um activo cuja rendibilidade no período de investimento é perfeitamente previsível, certa, não estocástica), o qual pode ser combinado em determinada carteira com activos com risco. A consideração do activo isento de risco permite obter uma melhor alocação do capital do que nos casos em que o conjunto de oportunidades é constituído apenas por activos com risco (fronteira eficiente de Markowitz).

2.2.2 Limitações

Os pressupostos fortes em que se baseia o CAPM e descritos no ponto anterior poderão pôr em causa a sua adequação à explicação e previsão dos mercados financeiros reais, mesmo como aproximação. Um aspecto muito criticado relativamente a este modelo é o facto de se pressupor a existência de uma carteira de mercado eficiente. A relação linear entre a taxa de retorno esperada do activo e o seu beta, estabelecida no CAPM, só pode ser considerada se o teste for efectuado sobre a carteira de mercado. A *proxy* utilizada pode ser eficiente mas não ser uma reprodução exacta da carteira de mercado, pelo que as conclusões obtidas em relação à *proxy* poderão não verificar-se em relação à carteira de mercado. O problema está na identificação da carteira de mercado [Roll (1977)].

Diversos estudos empíricos têm, ao longo do tempo, questionado a validade do CAPM e proposto extensão ao modelo original.

Conforme refere Perold (2004), entre as principais extensões ao CAPM original, podem mencionar-se: a hipótese de expectativas heterogéneas [Lintner² (1969) e Merton³ (1987)], a impossibilidade de os investidores puderem financiar-se ou emprestar a uma taxa de juro isenta de risco (Black⁴, 1972), a hipótese das oportunidades de investimento abrangerem activos ilíquidos (“*nonmarketable assets*”) (Mayers⁵, 1973), a hipótese de investimento multi-período e das oportunidades de investimento variam entre os referidos períodos

² Lintner, John, 1969, “The Aggregation of Investors Diverse Judgments and Preferences in Purely Competitive Security Markets”, *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Dezembro, 4, págs. 347–400.

³ Merton, Robert, 1987. “A Simple Model of Capital Market Equilibrium with Incomplete Information” *Journal of Finance*, Julho, 42, págs. 483–510.

⁴ Black, Fischer, 1972, “Capital Market Equilibrium with Restricted Borrowing” *Journal of Business*, Julho, 45:3, págs 444–455.

⁵ Mayers, David, 1973, “Nonmarketable Assets and the Determination of Capital Asset Prices in the Absence of a Riskless Asset”, *Journal of Business*, Abril, 46, págs. 258–267.

[Merton⁶, (1973) e Breeden⁷ (1979)], a possibilidade de investimento num contexto internacional [Solnik⁸ (1974), Stulz⁹ (1981) e Adler e Dumas¹⁰ (1983)].

Outros estudos podem ainda ser referidos no contexto do teste à validade do CAPM original, nomeadamente Fama (1970b) propondo um modelo em que as decisões de investimento ocorrem num cenário multi-período; Brennan (1971) que analisa o efeito de taxas de juros activas e passivas diferentes; Cass e Stiglitz (1970) com uma análise à estrutura das preferências dos investidores; ou ainda Black e Scholes (1974) numa análise ao efeito do *dividend yield* e da política de distribuição de dividendos nas cotações e retornos dos títulos.

Uma alternativa ao CAPM é o modelo da valorização por arbitragem (“*Arbitrage Pricing Theory*” - APT), um modelo de avaliação de activos financeiros desenvolvido por Ross (1976). Uma oportunidade de arbitragem resulta da existência de desequilíbrios no preço de mercado de determinado activo (sub ou sobreavaliado) e corresponde à possibilidade de obter um ganho certo sem incorrer em qualquer risco. A lógica do modelo de Ross baseia-se no princípio de que em mercados eficientes todas as oportunidades de arbitragem são rapidamente detectadas e eliminadas pelos investidores racionais, pelo que todas as carteiras que sejam possíveis construir com a mesma sensibilidade aos vários factores de risco são substitutas e devem proporcionar a mesma taxa de retorno esperada. Enquanto o CAPM é baseado no pressuposto que os investidores escolhem os seus investimentos com base na taxa de rendibilidade e volatilidade da taxa de rendibilidade de um activo, o modelo APT é baseado na lei do preço único de acordo com a qual, num mercado eficiente os portfólios e os títulos com o mesmo risco têm o mesmo preço no mercado.

⁶ Merton, Robert, 1973, “An Intertemporal Capital Asset Pricing Model”, *Econometrica*, Setembro, 41, págs. 867–887.

⁷ Breeden, Douglas, 1979, “An Intertemporal Asset Pricing Model with Stochastic Consumption and Investment Opportunities” *Journal of Financial Economics*, Setembro, 7, págs. 265–296.

⁸ Solnik, Bruno, 1974, “An Equilibrium Model of the International Capital Market” *Journal of Economic Theory*, Agosto, 8, págs. 500–524.

⁹ Stulz, René, 1981, “A Model of International Asset Pricing”, *Journal of Financial Economics*, Setembro, 9, págs. 383–406.

¹⁰ Adler, Michael e Dumas, Bernard, 1983, “International Portfolio Choice and Corporation Finance: A Synthesis” *Journal of Finance*, Junho, 38, págs. 925–984

Com base no conhecimento das sensibilidades aos factores de risco sistemático dos diversos activos existentes no mercado, os investidores devem constituir uma carteira com determinada exposição ao risco que seja óptima para si, de acordo com as suas preferências e tipos de risco, sendo que ao contrário do que sucede no CAPM essa carteira não tem que ser a carteira de mercado, devendo contudo ser uma carteira diversificada de modo a eliminar o risco específico. Assim, neste modelo não se pressupõe a existência de uma única estratégia de investimento óptima para todos os investidores, dada a possibilidade de terem expectativas heterogéneas relativamente aos factores de risco sistemático. No âmbito do modelo APT, os preços dos activos são determinados na eliminação das oportunidades de arbitragem não existindo preocupação com o equilíbrio geral do mercado (O CAPM é um modelo de equilíbrio geral), pelo que o autor defende a sua aplicabilidade a qualquer conjunto de activos com risco sem necessidade de identificar a carteira de mercado de todos os activos com risco existentes. O modelo APT não implica a existência de um activo isento de risco, não implica a identificação da carteira de mercado, não pressupõe a distribuição normal das taxas de retorno esperadas dos títulos, nem impõe uma especificação da função utilidade dos investidores. Porém, está dependente de um pressuposto básico: de que os investidores tenham expectativas homogéneas em relação ao processo de geração das variações não antecipadas nas taxas de retorno dos títulos, nomeadamente quanto à identificação dos factores de risco macroeconómico e na sensibilidade de cada um dos títulos aos diversos factores de risco. A grande dificuldade deste modelo reside na selecção dos factores de risco sistemático relevantes e na determinação da sensibilidade de cada título a cada factor de risco. O modelo não estabelece quais os factores relevantes pelo que se resume a identificar empiricamente e à *posterior* factores macroeconómicos que estão presentes numa determinada amostra de rendibilidades de activos, não permitindo a generalização dos resultados obtidos nem a sua interpretação económica.

Não obstante as críticas de que tem sido alvo ao longo dos tempos, o CAPM é um modelo indicativo de como deveriam ocorrer as decisões de investimento nos mercados financeiros caso todos os pressupostos enunciados se verificassem, constituindo um paradigma de

racionalidade e eficiência e por isso constitui um ponto de referência para a análise dos mercados reais. O modelo fornece uma descrição precisa da relação que deveria existir entre o risco de um activo e a sua rendibilidade esperada.

Os resultados do CAPM são derivados assumindo, entre outros, os pressupostos de que as expectativas dos investidores são homogéneas e de que os retornos dos activos seguem uma distribuição normal. Numa função distribuição simétrica, a probabilidade de encontrar uma observação acima da média é exactamente igual à probabilidade de encontrar uma observação abaixo da média. Transpondo esta propriedade estatística para o estudo da rendibilidade dos activos, tal significa que a probabilidade de obter retornos abaixo da rendibilidade média é igual à probabilidade de obter retornos acima da rendibilidade média. Por isso, a variância constitui, nesses casos, uma medida adequada do risco do activo. Além disso, numa distribuição normal, os dois primeiros momentos da distribuição de rendibilidade são suficientes para caracterizar completamente a distribuição de rendibilidade e para fundamentar as decisões do investidor.

Diversos estudos e análises efectuados nos últimos 30 anos têm apresentado evidência empírica de que os retornos não seguem uma distribuição normal. Mandelbrot (1963), por exemplo, mostra que os preços apresentam uma distribuição com caudas longas e pesadas e variância infinita. Fama (1965) utilizando uma amostra de 30 acções do índice industrial do Dow Jones reúne evidência que suporta o entendimento de Mandelbrot. Perante estas evidências, os momentos de ordem superior a dois da distribuição de rendibilidade poderão conter informação relevante para o investidor, ao contrário do que acontece numa distribuição normal.

Ora, um activo ou portfólio com distribuição de retornos positivamente assimétrica (maior número de observações à direita da rendibilidade média) poderão revelar-se mais atractivos para um investidor do que um activo ou portfólio que apresenta uma distribuição de rendibilidade negativamente assimétrica (maior número de observações com rendibilidade inferior à rendibilidade média), influenciando por isso os respectivos prémios de risco.

2.3 Estudos empíricos sobre medidas de *downside risk*

Para um investidor que gosta de rendibilidades positivas elevadas mas, antes de mais, receia diminuições no valor do activo (rendibilidades negativas ou abaixo de um patamar de rendibilidade), apenas o *downside risk* é relevante.

Roy (1952) considera que o primeiro objectivo do investidor é a conservação do capital investido, pelo que estabelecerá como rendibilidade exigível aquela que permita essa conservação. Maximizando um rácio de compensação por unidade de variabilidade $(r-d)/s$, o investidor escolherá o portfólio com a menor probabilidade de atingir um retorno inferior ao *disaster level* (d), dada uma determinada rendibilidade exigível (r) e um determinado desvio-padrão (s).

Com efeito, é possível identificar diversos estudos em que a aferição do risco é efectuada apenas na perspectiva de *downside*, sendo apresentadas várias medidas alternativas para quantificar esse risco. Alguns estudos reúnem evidência de que o *downside* beta é uma medida de risco mais adequada do que o beta tradicional e que apresenta maior contributo para a explicação da rendibilidade dos activos.

Kraus e Litzenberger (1976) desenvolveram uma versão modificada do CAPM tendo como objectivo testar o impacto no poder explicativo do modelo decorrente da inclusão no mesmo de um parâmetro relativo à assimetria, mais especificamente, relativo àquilo que os autores denominam por assimetria sistemática. Utilizando um método de estimação a duas etapas idêntico ao utilizado por Black, Jensen e Scholes (1972) e Fama e MacBeth (1973), Kraus e Litzenberger verificam que os investidores americanos apresentam aversão ao risco e preferência pelos activos com uma distribuição de rendibilidade positivamente assimétrica (assimetria à direita). Partindo do modelo CAPM original, os autores introduzem um novo parâmetro (*gamma*), que afere o nível de assimetria sistemática com que cada activo contribui para a assimetria sistemática do portfólio de mercado (*co-skewness* da rendibilidade do activo com a rendibilidade do mercado). Esse parâmetro multiplicado por um coeficiente que afere o prémio de risco de mercado por unidade de *co-*

skewness, permite quantificar o impacto da assimetria da distribuição dos retornos no valor total do prémio associado a cada activo. O activo é valorizado em função da sua contribuição para a variância e *skewness* do portfólio de mercado:

$$E(R_i) - R_F = b_1 \beta_i + b_2 \gamma_i \quad (2.3)$$

Em que:

$$\beta_i = \frac{Cov(R_i, R_M)}{Var(R_M)} ; \quad \gamma_i = \frac{E[(R_i - E(R_i))(R_M - E(R_M))^2]}{E[(R_M - E(R_M))^3]}$$

R_i , R_M , R_F são variáveis aleatórias e correspondem à rendibilidade do activo, do portfólio de mercado e de um activo isento de risco, respectivamente, e b_1 e b_2 são os prémios de mercado pelo risco incorrido.

De acordo com os autores b_1 e b_2 satisfazem as seguintes condições:

$$b_1 > 0; \quad b_2/E[(R_M - E(R_M))^3] < 0 \quad e \quad b_1 + b_2 = E(R_M) - R_F$$

As condições anteriores têm por base os pressupostos do modelo. Um desses pressupostos é de que os investidores detêm todos o mesmo portfólio e esse portfólio é o portfólio de mercado. Kraus e Litzenberger (1976) assumem que tal como os investidores não gostam de elevada variância do retorno dos seus portfólios (risco), também preferem portfólios positivamente enviesados (maior número de observações acima da média) e consequentemente preferem activos individuais com *co-skewness* positiva ou negativa dependendo do sinal de assimetria do portfólio de mercado. De acordo com os autores, a aversão ao risco (variância) e a preferência por activos com função distribuição positivamente enviesada são características típicas dos investidores com uma função utilidade que apresenta as propriedades esperadas num comportamento racional. Um investidor com comportamento racional deverá apresentar uma utilidade marginal positiva e decrescente em relação à riqueza (*nonsatiation principle*) e uma aversão ao risco absoluto não crescente, ou seja, os activos com risco não são bens cuja procura diminua

com o aumento do rendimento – são bens não inferiores. O portfólio de mercado não é um portfólio média-variância eficiente, mas eficiente em relação às características da função utilidade que permitem a verificação do princípio da separação¹¹. Assumindo o princípio da separação, em equilíbrio todos os investidores escolhem o portfólio de mercado.

Assim, se os investidores detêm o portfólio de mercado e têm preferência por portfólios positivamente enviesados então o sinal esperado de b_2 é simétrico em relação ao sinal de assimetria do portfólio de mercado. Se o portfólio de mercado é positivamente assimétrico então espera-se que b_2 seja negativo. Os investidores estarão dispostos a pagar um prémio apenas pelos títulos que contribuam de forma positiva para o enviesamento positivo do retorno do portfólio de mercado (*co-skewness* positiva do retorno do título face ao retorno do portfólio de mercado), caso contrário exigem um prémio para deterem activos que contribuam negativamente para a assimetria positiva do retorno do portfólio. Se o retorno do portfólio de mercado é negativamente enviesado, então os investidores terão aversão aos activos cuja rendibilidade apresenta *co-skewness* positiva face ao retorno do portfólio de mercado (esse título acentuará ainda mais o enviesamento negativo do portfólio de mercado, quando o investidor tem preferência por um portfólio positivamente enviesado) estando associado à detenção desse título um prémio positivo.

Este estudo de Kraus e Litzenberger teve por base as acções cotadas no NYSE durante o período compreendido entre Janeiro de 1926 e Junho de 1970. A partir das cotações das acções no período de Janeiro de 1926 a Dezembro de 1935 os autores calcularam estimativas para os coeficientes beta e gamma, procedendo de seguida à formação do conjunto dos portfólios iniciais. Esses portfólios iniciais corresponderam a 10 portfólios definidos com base nas estimativas ordenadas (decis) do beta e 10 portfólios construídos com base nas estimativas ordenadas (decis) do gamma. Para o período compreendido entre Janeiro de 1936 e Junho 1970, cada portfólio foi redefinido anualmente tendo por base a

¹¹ De acordo com este princípio a escolha de um portfólio é efectuada tendo por base duas fases distintas e independentes: a primeira consiste na determinação do portfólio óptimo de activos com risco, que corresponde a um problema de optimização matemática e a segunda corresponde à escolha da melhor combinação do portfólio óptimo de activos com risco e de activos isentos de risco que é efectuada pelo investidor em função do seu grau de aversão ao risco.

estimativa dos parâmetros beta ou gamma calculada com base nas cotações dos 120 meses anteriores de cada uma das acções. Esse reajustamento permitiu manter as características (estabilidade) de cada portfólio no que concerne ao parâmetro beta e gamma (estabilidade destes parâmetros ao nível do portfólio, ainda que as características de cada título possam alterar-se significativamente ao longo do tempo).

Os autores concluem pela significância estatística do coeficiente associado ao parâmetro gamma e pelo seu contributo na determinação do prémio de risco total do activo, ou seja, o mercado valoriza o grau com que cada activo contribui para a assimetria sistemática da distribuição do retorno do mercado. O modelo de equilíbrio desenvolvido mostra que o enviesamento sistemático (mais do que o enviesamento total) é um factor relevante e significativo na avaliação dos activos. A segunda conclusão dos autores é a de que a taxa de rendibilidade isenta de risco do mercado no modelo não é significativamente diferente da taxa de rendibilidade isenta de risco real.

Com esta extensão do modelo CAPM, Kraus e Litzenberger encontram uma explicação para o menor declive da Linha do Mercado de Capitais (face ao previsto pela teoria no CAPM original) também identificado, conforme referem os autores, noutros estudos, nomeadamente, de Friend e Blume (1970), Black, Jensen e Scholes (1972) bem como Fama e MacBeth (1973). Entre as explicações inicialmente apontadas por esses autores para o menor declive da recta encontravam-se as restrições ao financiamento sem risco ou ainda diferenças entre a taxa de juro activa e passiva. Kraus e Litzenberger apresentam uma nova explicação: o menor declive apurado nesses estudos pode na verdade ser uma consequência de uma incorrecta especificação do modelo resultante da não incorporação de um parâmetro relativo à assimetria.

Lim (1989) reconhece que o pressuposto da normalidade multivariada em que assenta o estudo de Kraus e Litzenberger (1976) é incompatível com a propriedade da assimetria (*skewness*) da função distribuição e cujo impacto o modelo pretende testar. Assim, utilizando um conjunto de condições derivadas a partir das implicações teóricas subjacentes ao modelo de Kraus e Litzenberger (1976), o autor testa esse modelo utilizando o método

dos momentos generalizados. Lim (1989) considera que essa é uma metodologia adequada, uma vez que não impõe restrições fortes quanto ao tipo de distribuição dos retornos das acções, evita o problema do erro nas variáveis e consequentemente o grau de enviesamento dos estimadores. Com esse trabalho, Lim (1989) conclui que a assimetria é valorizada pelos investidores, existindo um prémio de mercado para esse factor de risco.

Friend e Westerfield (1980) testaram empiricamente o modelo CAPM proposto por Kraus e Litzenberger (1976), concluindo pela não significância do mesmo devido à não estacionaridade do sinal das estimativas dos coeficientes do prémio de risco. Com efeito, estes autores encontram alguma evidência do contributo da *co-skewness* na explicação da rendibilidade de um activo mas a mesma não é conclusiva. Os autores entendem que as conclusões de Kraus e Litzenberger (1976) são o reflexo do período temporal escolhido para análises e estão condicionadas pelos procedimentos estatísticos utilizados.

Barone Adesi (1985) considera que as conclusões contrárias nos estudos de Kraus e Litzenberger (1976) e Friend e Westerfield (1980) decorrem de problemas estatísticos. Com efeito, nesses estudos, partindo dos dados históricos das cotações dos activos, são calculadas estimativas do parâmetro beta (covariância da rendibilidade do activo com a rendibilidade do mercado) e gamma (*co-skewness* da rendibilidade do activo com a rendibilidade do mercado), sendo que essas mesmas estimativas são posteriormente utilizadas como regressores na estimação dos coeficientes do prémio de risco. Este procedimento determina o problema de erro nas variáveis (*Errors in variables*), acentuado por eventual colineariedade entre a covariância e *co-skewness* nos vários portfolios considerados. No caso da covariância com o mercado e a *co-skewness* com o mercado serem proporcionais, é impossível identificar, de forma separada, o prémio associado à covariância e o prémio associado à *co-skewness*. Para atenuar em parte esta limitação, Barone Adesi apresenta metodologias de estimação alternativas, sugerindo o seguinte modelo de equilíbrio:

$$E(\tilde{R}_i) = R_F + c_{1i}(E(\tilde{R}_M) - R_F) + c_{2i}R_2 \quad (2.4)$$

A rendibilidade esperada dos activos é função linear da taxa de rendibilidade do activo isento de risco e do excesso de rendibilidade do portfólio de mercado e de um portfólio perfeitamente correlacionado com o portfólio de mercado, ou seja, cuja rendibilidade é o quadrado da rendibilidade do mercado, mas constante (portfólio R_2). Na estimação do modelo acima indicado, o autor começa por utilizar o método de estimação a duas etapas de Black-Jensen-Scholes (1972). O índice igualmente ponderado dos títulos cotados na NYSE (*New York Stock Exchange*) foi utilizado como portfólio de mercado e a taxa mensal dos Bilhetes do Tesouro (*T-Bill*) como referência da taxa isenta de risco. Os coeficientes do modelo foram estimados utilizando o método dos mínimos quadrados ordinários relativamente à rendibilidade mensal das acções incluídas no CRSP (*Central for Research in Security Prices*) com pelo menos 48 observações. Cada título é incluído num grupo em função da estimativa do coeficiente c_1 , sendo definidos 5 grupos diferentes e, posteriormente, dentro de cada grupo são definidos portfólios de acordo com a estimativa do coeficiente c_2 . As rendibilidades dos títulos individuais observadas nos 5 anos seguintes são utilizadas para calcular as rendibilidades dos 25 portfólios construídos e essas rendibilidades dos portfólios são por sua vez utilizadas na estimação dos coeficientes da regressão para o portfólio. Mensalmente, são estimadas as rendibilidades dos portfólios. Este processo é repetido em cada 5 anos no período de 1931 a 1975.

Numa segunda abordagem, o autor utiliza o método de estimação multivariada para testar o equilíbrio de arbitragem no modelo de mercado. Este tipo de abordagem tem a vantagem de permitir a utilização das mesmas observações simultaneamente para a formação dos portfólios e para a estimação dos coeficientes da regressão. Neste trabalho, Barone Adesi tenta relacionar as rendibilidades observadas (*ex-post*) com as rendibilidades esperadas (*ex-antes*). Conclui o autor que a heteroscedasticidade dos resíduos de estimação diminui a eficiência dos testes ao equilíbrio de mercado baseado na abordagem a duas etapas de Black-Jensen-Scholes (1972), além de que essa mesma abordagem é afectada pelo problema do erro nas variáveis. A análise multivariada, permite concluir que o princípio da arbitragem ajuda a compreender o processo de avaliação dos títulos, mas as conclusões obtidas são limitadas. O autor conclui assim que, o modelo de arbitragem combinado com o

modelo de mercado na sua versão quadrática não permite uma explicação completa da evidência empírica de comportamento do retorno dos activos, concluindo pela importância de uma análise mais profunda e de novos avanços em relação à especificação do processo de formação dos preços (retornos) e sua fundamentação económica.

Barone Adesi, Gagliardini e Urga (2004) retomam a análise anterior de Barone Adesi (1985), completando-a. Os autores reconhecem que embora uma completa especificação do processo de geração dos retornos não seja necessária para a formulação da maior parte dos modelos de avaliação de activos só o seu conhecimento *a priori* permitirá o desenho de testes e análises fiáveis e conclusivas. Porém, como tal processo de geração nunca é verdadeiramente conhecido na realidade, os investigadores são forçados a optar por uma de duas alternativas: a primeira consiste em utilizar uma especificação o mais completa possível do processo de geração dos retornos que permita a realização de testes poderosos, mas que poderão conter erros acentuados de especificação levando não só à rejeição do modelo que até pode ser adequado, mas também à inclusão de factores irrelevantes como fontes de risco sistemático; em alternativa poderá optar-se por testes menos potentes a partir de uma especificação do modelo menos complexa. Tal como em Harvey e Siddique (2000), considera-se que um activo apresenta *co-skewness* positiva com o mercado quando os resíduos de estimação de uma regressão dos retornos desse activo em relação a uma constante e à rendibilidade de mercado estão positivamente correlacionados com o quadrado da rendibilidade de mercado. Assim, um activo com *co-skewness* positiva reduz o risco do portfólio em relação a retornos absolutos do mercado elevados, sendo expectável uma menor taxa de rendibilidade em equilíbrio.

Tendo em vista avaliar o papel da *co-skewness* na explicação do retorno dos activos, Barone Adesi, Gagliardini e Urga (2004) utilizam um modelo linear a dois factores, o modelo de mercado, como processo gerador dos retornos, em que o primeiro factor é a rendibilidade do mercado e o segundo factor o quadrado da rendibilidade de mercado.

Para além de testarem a validade de um modelo que incorpora a *co-skewness* como factor de risco, os autores reconhecem a importância de analisarem as implicações decorrentes da

utilização de um modelo de avaliação de activos em que a *co-skewness* é excluída do modelo, nomeadamente sobre a significância dos restantes factores de risco considerados. Por exemplo, se a *co-skewness* estiver relacionada com uma variável como a dimensão (*size*) e não for incluída num modelo de avaliação de activos, pode concluir-se pela relevância e poder explicativo da variável dimensão, quando na verdade o factor de risco que é valorizado e recompensado pelo mercado é a *co-skewness*. Utilizando uma amostra de 10 portfólios construídos por French com base na dimensão das empresas no período de Julho 1963 a Dezembro de 2000, os autores concluem que os portfólios de acções de pequenas empresas apresentam *co-skewness* negativa com o mercado, enquanto os portfólios de acções de grandes empresas evidenciam *co-skewness* positiva com a rendibilidade do mercado. Esta evidência implica que os portfólios de títulos de empresas de menor dimensão estão expostos a uma fonte de risco para além da aferida pelo beta e que resulta de uma covariância negativa da sua rendibilidade com rendibilidades absolutas elevadas do mercado. Os autores identificaram ainda uma componente na rendibilidade esperada dos títulos que não é explicada pela covariância do título com a rendibilidade do mercado nem pela *co-skewness* com a rendibilidade de mercado. Essa componente não explicada é porém relativamente pequena e homogénea nos vários portfólios. Esta evidência sugere que variáveis adicionais representando outras características do portfólio, como por exemplo, a dimensão da empresa não têm poder explicativo na rendibilidade esperada dos títulos sempre que a *co-skewness* é tida em consideração. Por outro lado, a exclusão do parâmetro relativo à *co-skewness* leva a que a componente não explicada da rendibilidade do título perca a característica da homogeneidade, evidenciando que a exclusão do parâmetro de *co-skewness* poderá conduzir ao problema da inferência incorrecta. Uma vez que a *co-skewness* é positivamente correlacionada com a dimensão, tal pode justificar o anómalo poder explicativo do factor dimensão em análises *cross-section* (seccionais), constatando-se tal decorrer do facto do factor dimensão poder ser uma *proxy* da *co-skewness*.

Harvey e Siddique (2000), reconhecem que se os retornos dos activos apresentam enviesamento sistemático então a rendibilidade esperada deverá considerar um prémio para

recompensa desse mesmo enviesamento. O trabalho desenvolvido por estes autores distingue-se dos anteriormente apresentados na medida em que introduz o conceito de enviesamento condicionado (*conditional skewness*), por oposição, por exemplo ao conceito de assimetria incondicional de Kraus e Litzenberger (1976) ou de Lim (1989). Harvey e Siddique têm como objectivo testar a relação existente entre a evidência empírica recolhida sobre o poder explicativo de factores de risco adicionais para além do risco sistemático considerado pelo CAPM e a *co-skewness* sistemática e posteriormente testar a significância da inclusão, no modelo de avaliação, de um parâmetro relativo à assimetria. Uma das evidências que levou os autores a considerar a hipótese de testar a assimetria como um factor explicativo da rendibilidade foi a de que o modelo falhava na explicação da rendibilidade de activos de empresas de menor dimensão ou de estratégias de investimentos baseadas no *momentum* que eram precisamente situações de retornos com maior grau de enviesamento. O grau de enviesamento é relevante para as decisões de investimento e vários factores podem conduzir a essa assimetria, nomeadamente o problema de agência. Por exemplo, um gestor que possua uma *stock option* função da rendibilidade das suas decisões de investimento pode optar por portfólios positivamente enviesados. Os autores efectuem uma análise *cross-section* (seccional) quer à rendibilidade dos activos individuais, quer à rendibilidade dos portfólios definidos segundo diferentes critérios, nomeadamente, a dimensão, o rácio *book-to-market*, *momentum* e *co-skewness* (a parte da assimetria da rendibilidade de um activo relacionada com a assimetria do portfólio de mercado), centrando a análise no período Julho 1963 a Dezembro 1993.

Os autores admitem investidores avessos ao risco, com aversão ao risco absoluto não crescente. Tendo por base informação relativa à rendibilidade mensal dos activos incluídos nas bases do CRSP NYSE/AMEX e Nasdaq, os autores definem grupos de portfólios segundo diferentes critérios: portfólios definidos por tipo de indústria ponderados pelo respectivo valor; portfólios ordenados com base na dimensão e no rácio *book-to-market*, conforme Fama e French (1995 e 1996); e um portfólio de *momentum*, construído com base na ordenação da rendibilidade histórica entre $t-12$ e $t-2$ e sendo o portfólio detido e mantido por 6 meses. Por último é definido um conjunto de portfólios em que são combinados no

critério de definição dos portfólios, as três dimensões que foram avaliadas individualmente: *book-to-market*, dimensão e *momentum*, sendo neste caso utilizada a metodologia de Carhart (1997): os activos são divididos em três grupos em função do indicador *book-to-market* e são definidos portfólios. Posteriormente esses portfólios são divididos em três portfólios com base na dimensão. Por fim, os portfólios assim definidos são classificados como “perdedores”, “vencedores” ou “intermédios” em função da rendibilidade observada para os 12 meses anteriores. A intuição dos autores é de que se os investidores estão conscientes de que os retornos dos títulos apresentam *co-skewness* condicional, então o valor da rendibilidade esperada deve incluir um prémio de risco relativo a essa medida. Os autores definem quatro medidas possíveis de *co-skewness* e de seguida quantificam cada uma dessas medidas a partir da amostra de portfólios definidos segundo cada um dos diversos critérios anteriormente definidos. Os autores constataam que a introdução de um parâmetro relativo à *co-skewness* é útil na explicação do diferente comportamento de rendibilidade dos activos (*cross-section*), ajudando igualmente a perceber melhor porque é que algumas variáveis como a dimensão e o *book-to-market* são importantes na explicação dessa variação. Contudo, os autores reconhecem as dificuldades na medição ex-ante da assimetria. Com efeito, variáveis como a dimensão e o *book-to-market* podem captar informação importante sobre o grau de assimetria ex-ante que não pode ser obtida nem medida apenas a partir da rendibilidade histórica dos activos.

Post e van Vliet (2006) reúnem evidência do maior poder explicativo do *downside risk* na análise à rendibilidade anormal dos activos de empresas de menor capitalização (*small*) e dos activos ganhadores (*winners*), utilizando nessa análise portfólios de acções cotadas no NYSE, AMEX, e Nasdaq. Com efeito estes autores concluem que o *downside risk* pode não ser correctamente expresso a partir dos indicadores de *skewness* e *kurtosis*.

Estrada (2000, 2001, 2002, 2004 e 2007) desenvolve modelos assentes numa teoria de comportamento alternativa assente no binómio média/semivariância dos retornos (*mean-semivariance behavior* (SMB)).

Num cenário de distribuições de retornos dos títulos assimétricas é expectável que as medidas de *downside risk*, expliquem o comportamento dos retornos dos activos. Estrada (2000) realça a importância destas medidas em particular no contexto dos mercados emergentes. Com efeito, refere o autor que não será equivalente estimar o custo do capital num mercado desenvolvido e num mercado emergente. Nos mercados desenvolvidos a discussão teórica não estará centrada em verificar se o beta é uma medida de risco apropriada mas antes que outros factores de risco para além do beta apresentam poder explicativo adicional sobre o comportamento dos retornos.

A versão internacional do CAPM tem implícito o pressuposto de mercados completamente integrados (activos com o mesmo risco devem apresentar o mesmo retorno esperado independentemente do local onde são transaccionados), mas grande parte dos estudos sobre o nível de integração dos mercados emergentes rejeita a hipótese da integração. Assim, nos mercados emergentes, pelo contrário, a discussão teórica centra-se em saber qual o modelo mais adequado para estimar o custo do capital. Estrada (2000) propõe um modelo baseado em medidas de *downside risk*, nomeadamente: *downside* desvio-padrão aferido relativamente a três *benchmarks* diferentes (retorno médio da amostra, retorno de activo isento de risco e retorno nulo); *downside* beta (medida de sensibilidade do retorno relativamente à rendibilidade do mercado) e o *Value at Risk (VaR)* a qual corresponde a uma medida da rendibilidade negativa esperada no contexto de quedas acentuadas e extremas das cotações/retornos. Para além das medidas de *downside risk*, são ainda analisadas a medida de risco sistemático, a medida de risco total (apropriada em mercados segmentados), a medida de *risco* idiosincrático e a dimensão. Utilizando uma amostra de países emergentes obtidos a partir da base de dados da MSCI (*Morgan Stanley Capital International*), recolhe evidência de elevada volatilidade dos retornos e baixa correlação do retorno dos títulos com o retorno do mercado.

Estrada (2002), testa o modelo *downside* CAPM (D-CAPM), tendo por base, a base de dados com informação para mercados emergentes da Morgan Stanley Capital. São analisadas quatro variáveis de risco: duas medidas de risco tradicional (desvio-padrão e beta) e duas medidas de risco alternativas num contexto de *downside risk* (*downside*

desvio-padrão e *downside* beta). A evidência recolhida suporta a superioridade das medidas de *downside* risk comparativamente às medidas de risco tradicionais, em particular do *downside* beta que explica, aproximadamente, 55% da variação dos retornos dos títulos dos considerados na análise. É ainda obtida evidência de que os retornos dos títulos nos mercados emergentes são mais sensíveis a variações no *downside* beta do que a iguais variações no beta. Os retornos esperados determinados de acordo com o D-CAPM são superiores em cerca de 2,5% ao ano relativamente aos retornos esperados determinados de acordo com o CAPM tradicional.

Estrada (2007) repete a análise anterior, mas agora tendo por base a totalidade dos países incluídos na base de dados *Morgan Stanley Capital Indices* (MSCI) no final de 2001, que correspondiam a 23 países considerados desenvolvidos e 27 países considerados emergentes. A evidência recolhida suporta, uma vez mais, a superioridade do comportamento das medidas de *downside* risk, particularmente do *downside* beta que explica cerca de 45% da variação dos retornos dos títulos considerando a totalidade da amostra (países desenvolvidos e países emergentes) e, aproximadamente, 55% da variação dos retornos dos títulos dos mercados emergentes. A média dos retornos dos títulos de ambos os grupos de países (desenvolvidos e emergentes) é mais sensível a variações do *downside* beta do que a idênticas variações do beta. Adicionalmente, Estrada (2007) reúne evidência de que, contrariamente ao que sucede no CAPM tradicional, os retornos esperados dos títulos dos mercados emergentes determinados de acordo com o D-CAPM são, em média, superiores aos retornos esperados determinados pelo mesmo modelo (D-CAPM) para os títulos dos países desenvolvidos.

Galagedera e Brooks (2007) analisam a problemática do enviesamento da distribuição de rendibilidade dos activos num contexto de *downside* risk. À semelhança de estudos anteriores, Galagedera e Brooks (2007) salientam o interesse desta análise no contexto de mercados emergentes (distribuições de rendibilidade dos retornos tendencialmente assimétricas). Tendo por base, as evidências obtidas em estudos anteriores quanto à adequação do *downside* beta, enquanto medida de risco, Galagedera e Brooks (2007) propõem-se testar, num contexto de *downside* risk, o poder explicativo de uma medida de

co-skewness, face às medidas tradicionais de *downside risk*, ou seja, verificar até que ponto, num tal contexto será suficiente a inclusão no modelo de avaliação de activos de um parâmetro que quantifique a *co-skewness* entre a rendibilidade do activo e a rendibilidade do mercado, em alternativa à inclusão de uma medida de *downside risk*. Duas questões se colocam aos autores: primeiro como quantificar a *co-skewness* num cenário de *downside risk* e segundo qual das duas medidas *downside beta* ou *downside co-skewness* é a medida de risco mais adequada. Os autores utilizam uma amostra de índices de activos de 27 mercados emergentes da Ásia (10), América Latina (7), África, Médio Oriente e Europa (10). Os autores utilizam os activos de mercados emergentes, que apresentam distribuições assimétricas e de forma a estabelecer uma análise comparativa com os resultados de Estrada (2002). Tendo por base a amostra referida, os autores testam a validade de um modelo de avaliação de activos que incorpora como variável explicativa a *skewness* da função distribuição de rendibilidade dos activos, num contexto de *downside risk*. Tendo por base três medidas diferentes para o beta de *downside risk*, nomeadamente, Hogan e Warren (1974), Harlow e Rao (1984) e Estrada (2002), são calculadas as respectivas medidas de *co-skewness* (*downside gamma*) e são estimados seis modelos de avaliação de activos diferentes: três modelos em que a rendibilidade esperada é função de um factor único que corresponde a cada uma das medidas de *downside risk* e três modelos em que a rendibilidade esperada é função de um factor único que corresponde às medidas de *co-skewness* associadas a cada uma das três medidas de *downside risk*. Para cada mercado calcularam o *downside risk* sistemático e a rendibilidade média de todos os títulos na amostra, sendo essa informação utilizada na estimação das. Os autores concluem que o poder explicativo do modelo, aferido pelo respectivo coeficiente de regressão (R^2) é maior nos modelos cuja variável explicativa corresponde à medida de *co-skewness* (*gamma downside*). Testam versões mais completas dos modelos, considerando no mesmo modelo mais do que uma variável explicativa, nomeadamente, combinando (i) desvio padrão da rendibilidade dos títulos e beta de *downside*, (ii) desvio padrão e *downside gamma*, (iii) valor da estatística de *skewness* e *downside beta*, (iv) valor da estatística de *skewness* e *downside gamma*, (v) desvio padrão, valor da estatística de *skewness* e *downside beta* e (vi) desvio padrão, valor da estatística de *skewness* e *downside gamma*. Quando o *downside*

gamma é incluído no modelo de avaliação de activos juntamente com o desvio padrão e com o *downside* beta, o gamma *downside* aparenta ser a variável com maior poder explicativo.

Adicionalmente, os autores estendem a análise seccional aos portfólios. Consideram três portfólios distintos, construídos a partir dos dados relativos aos 27 mercados e segundo dois critérios, sendo que a rendibilidade do portfólio corresponde à média aritmética não ponderada dos títulos incluídos em cada um deles. No primeiro grupo de três portfólios, cada portfólio é definido com base na ordenação dos valores do *downside* beta e no segundo grupo cada portfólio é definido com base na ordenação do valor do *downside* gamma. Em qualquer dos casos, o primeiro portfólio agrega os 9 títulos com maiores estimativas de risco e o terceiro agrega os 9 títulos com menores estimativas de risco. Uma vez mais, os resultados obtidos reúnem evidência de um maior poder explicativo da variável *downside co-skewness* (gamma).

3. METODOLOGIA E AMOSTRA

Tendo como referência as análises e os estudos apresentados no capítulo anterior, neste capítulo analisa-se o comportamento da distribuição das taxas de rendibilidade do segmento accionista do mercado de capitais português e, em particular, testa-se a relevância de medidas de risco alternativas às medidas de risco tradicionais. O trabalho apresentado ao longo dos pontos seguintes teve por base a metodologia utilizada por Estrada (2007), tendo ainda sido consideradas as medidas de risco sugeridas por Galagedera e Brooks (2007).

A escolha recaiu no mercado accionista português por se tratar de um mercado para o qual este assunto não foi ainda analisado. Adicionalmente, a estrutura empresarial portuguesa é constituída, maioritariamente, por empresas de pequena e média dimensão fazendo com que o mercado de capitais português inclua um número significativo de títulos de empresas, de reduzida dimensão e baixa liquidez. Estas características estão geralmente associadas aos mercados menos desenvolvidos, onde, de acordo com a evidência de vários estudos, as medidas de risco alternativas às medidas de risco tradicional tendem a apresentar maior poder explicativo no comportamento dos prémios de risco dos activos.

3.1 Medidas de risco

Apresenta-se a seguir uma breve descrição da medida de risco do CAPM tradicional, o beta, bem como de medidas de risco alternativas.

3.1.1 Medida de risco no CAPM tradicional

Como refere Estrada (2002 e 2007), no contexto da teoria tradicional em que assenta o CAPM, a utilidade de um investidor é função da média (μ_p) e da variância (σ_p^2) dos retornos que constituem o seu portfólio de investimentos. O risco de um activo individualmente considerado é aferido pelo desvio padrão dos respectivos retornos, calculado como $\sigma_i = \sqrt{E[(R_i - \mu_i)^2]}$, com R_i taxa de retorno do activo e μ_i a média das taxas de retorno observadas. Contudo, no âmbito de uma carteira de títulos e tendo por

referência a Moderna Teoria de Gestão de Carteiras de Markowitz, o risco de um título corresponde apenas ao risco sistemático, ou seja, ao risco que não é possível eliminar através da diversificação do investimento, medido pela covariância entre o seu retorno e o retorno do mercado: $\sigma_{iM} = E[(R_i - \mu_i) (R_M - \mu_M)]$. Esta expressão pode ser utilizada para definir uma medida de risco relativizada e por isso de mais fácil interpretação, através da divisão da mesma pela variância do retorno do mercado, obtendo-se a medida de risco sistemático (beta) do CAPM:

$$\beta_i = \frac{\sigma_{iM}}{\sigma_{iM}^2} = \frac{E[(R_i - \mu_i) (R_M - \mu_M)]}{E[(R_M - \mu_M)^2]} \quad (3.1.1)$$

O CAPM tradicional que, por sua vez, estabelece uma relação linear entre a taxa de retorno esperado de um activo e o seu nível de risco sistemático pode ser representado da seguinte forma:

$$E(R_i) = R_f + [E(R_M) - R_f] \beta_i \quad (3.1.2)$$

3.1.2 Medidas de risco alternativas

Num contexto de *downside risk*, a utilidade do investidor pode ser expressa em função da rendibilidade média dos activos (μ_p) e do risco de obtenção de rendibilidades inferiores a um determinado limiar mínimo de rendibilidade exigida, risco esse medido pela semi-variância ou *downside variance* (Σ_p^2).

A semi-variância consiste numa medida de volatilidade calculada a partir dos retornos negativos, sendo os retornos positivos considerados para efeitos de cálculo dessa medida com um valor nulo. Num tal contexto, o risco de um activo individualmente considerado corresponde ao desvio padrão das taxas de rendibilidades negativas (semi-desvio padrão ou *downside* desvio-padrão), determinado conforme a seguir indicado:

$$\Sigma_i = \sqrt{E\{Min[(R_i - \mu_i), 0]^2\}} \quad (3.1.3)$$

A expressão anterior pode ser reescrita de forma generalizada considerando um determinado *benchmark* (B):

$$\Sigma_{Bi} = \sqrt{E\{Min[(R_i - B), 0]^2\}} \quad (3.1.4)$$

De modo similar ao que sucede na análise tradicional também deverá ser calculada uma medida da variação do retorno do título face à variação do retorno do mercado que neste caso corresponde à *downside* covariância ou co-semi-variância do título com o mercado, da seguinte forma:

$$\Sigma_{iM} = E\{Min[(R_i - \mu_i), 0] Min[(R_M - \mu_M), 0]\} \quad (3.1.5)$$

À semelhança do procedimento descrito acima no âmbito da abordagem tradicional, também nesta abordagem alternativa é possível calcular uma medida de risco sistemático num contexto de *downside* através do quociente entre a co-semi-variância e a semi-variância da rendibilidade do mercado, conforme a seguir indicado, medida essa que corresponde ao beta num contexto de *downside* (*downside* beta):

$$\beta_i^D = \frac{\sum_{iM}}{\sum_M^2} = \frac{E\{Min[(R_i - \mu_i), 0] Min[(R_M - \mu_M), 0]\}}{E\{Min[(R_M - \mu_M), 0]^2\}} \quad (3.1.6)$$

Substituindo no CAPM tradicional o beta calculado de acordo com a expressão 3.1.1 acima pelo *downside* beta calculado de acordo com a expressão 3.1.6 anterior, obtém-se uma versão desse modelo adequada ao contexto de *downside risk*, designado por Estrada por *downside* CAPM ou D-CAPM, conforme a seguir indicado:

$$E(R_i) = R_f + [E(R_M) - R_f] \beta_i^D \quad (3.1.7)$$

O *downside* beta de qualquer título *i* pode ser calculado através do rácio indicado na expressão 3.1.6 ou através de uma regressão linear simples sem termo independente entre a variável dependente y_t e a variável independente x_t , com $y_t = Min[(R_{it} - \mu_i), 0]$ e $x_t = Min[(R_{Mt} - \mu_M), 0]$, do tipo $y_t = \lambda_1 \cdot x_t + \varepsilon_t$ e em que o *downside* beta corresponde ao declive da recta da regressão, ou seja, $\beta^D = \lambda_1$.

Vários autores sugeriram versões alternativas ao CAPM mediante a inclusão de medidas de risco aferidas apenas num contexto de *downside risk*. Entre esses autores são de destacar Harlow e Rao (1989) e Hogan e Warren (1974).

Hogan e Warren (1974) utilizam um conceito diferente de co-semi-variância do título com o mercado, considerando como *benchmark* para essa análise não a rendibilidade média observada para o título e o mercado respectivamente, mas sim a rendibilidade de um activo

isento de risco. Assim, a medida de co-semi-variância proposta por Hogan e Warren (HW) é dada pela seguinte expressão:

$$\Sigma_{iM}^{HW} = E\{(R_i - R_F) \cdot \text{Min} [(R_M - R_F), 0]\} \quad (3.1.8)$$

Considerando esta medida de co-semi-variância, o respectivo beta é determinado como a seguir se indica:

$$\beta_i^{HW} = \frac{\Sigma_{iM}^{HW}}{\Sigma_M^2} = \frac{E\{(R_i - R_F) \cdot \text{Min} [(R_M - R_F), 0]\}}{E\{\text{Min} [(R_M - R_F), 0]^2\}} \quad (3.1.9)$$

Estrada (2007) realça algumas diferenças importantes entre esta medida de risco sistemático e o beta considerado no seu estudo (conforme definido na expressão 3.1.6), nomeadamente:

- No *downside* beta definido por Estrada, um título aumenta o risco do portfólio quando $R_i < \mu_i$ e $R_M < \mu_M$, enquanto que no caso da medida proposta por Hogan e Warren tal acontece quando $R_i < R_F$ e $R_M < R_F$, mas por outro lado o risco do portfolio diminui se $R_i > R_F$ e $R_M < R_F$;
- A definição de co-semi-variância apresenta uma limitação do ponto de vista estatístico que decorre do seguinte: essa medida quando calculada entre quaisquer dois títulos i e j (e não entre um título e o mercado) pode diferir do valor da mesma medida quando calculada entre j e i , o que torna difícil concluir sobre como se deve interpretar a contribuição de cada um desses títulos para a medida de co-semi-variância.

Harlow e Rao (1989), por sua vez, propõem a seguinte medida de co-semi-variância do título com o mercado:

$$\Sigma_{iM}^{HR} = E\{(R_i - \mu_i) \cdot \text{Min} [(R_M - \mu_M), 0]\} \quad (3.1.10)$$

Esta medida é muito semelhante à proposta de Hogan e Warren, com a diferença de que, neste caso, os autores entendem que os investidores consideram o risco como as variações negativas inferiores a um determinado *benchmark* que não será a taxa de retorno de um activo isento de risco mas antes a taxa de rendibilidade média do título e do mercado. Considerando esta medida de co-semi-variância, o respectivo beta é determinado da seguinte forma:

$$\beta_i^{HR} = \frac{\sum_{iM}^{HR}}{\sum_M^2} = \frac{E\{(R_i - \mu_i) \cdot \text{Min} [(R_M - \mu_M), 0]\}}{E\{\text{Min} [(R_M - \mu_M), 0]^2\}} \quad (3.1.11)$$

Galagedera e Brooks (2007) testam, num contexto de *downside risk*, o poder explicativo de uma medida de *downside co-skewness* comparativamente às medidas tradicionais de *downside risk*, testando o poder explicativo de uma medida de *downside co-skewness* entre a rendibilidade do activo e a rendibilidade do mercado num modelo de avaliação de activos em alternativa à inclusão de uma medida de *downside risk*.

A *co-skewness* sistemática¹ e a *downside co-skewness* sistemática (*downside gamma*) são duas medidas de risco distintas. A medida de *co-skewness* sistemática afere o risco de desvios positivos ou negativos da rendibilidade do mercado relativamente ao seu retorno médio, podendo por isso ser interpretada como uma medida de risco simétrica. Por sua vez, as medidas propostas por Galagedera e Brooks (*downside gamma*) apenas acomodam os desvios do retorno do mercado abaixo de um determinado *benchmark*.

Tendo por base as três medidas de risco sistemático num contexto de *downside risk* propostas por Hogan e Warren (1974), Harlow e Rao (1989) e Estrada (2002) e já anteriormente referidas, Galagedera e Brooks propõem as seguintes medidas de *downside co-skewness* (*downside gamma*):

¹ Um exemplo dessa medida é a proposta por Kraus e Litzenberger (1976) conforme referido no capítulo 2 representado por: $E\left[(R_i - E(R_i))(R_M - E(R_M))^2\right] / E[R_M - E(R_M)]^3$.

$$\gamma_{iM}^E = \frac{E[\min(R_i - \mu_i, 0)\{\min(R_M - \mu_M, 0)\}^2]}{E[\min(R_M - \mu_M, 0)]^3} \quad (3.1.12)$$

$$\gamma_{iM}^{HR} = \frac{E[(R_i - \mu_i)\{\min(R_M - \mu_M, 0)\}^2]}{E[\min(R_M - \mu_M, 0)]^3} \quad (3.1.13)$$

$$\gamma_{iM}^{HW} = \frac{E[(R_i - R_F)\{\min(R_M - R_F, 0)\}^2]}{E[\min(R_M - R_F, 0)]^3} \quad (3.1.14)$$

O objectivo da análise que se desenvolve e, seguindo a metodologia de Estrada (2007) e Galagedera e Brooks (2007), consiste na estimação de regressões lineares simples do retorno médio relativamente a cada uma das medidas de risco identificadas:

$$\bar{R}_i = \lambda_1 + \lambda_2 MR_i + u_i \quad (3.1.15)$$

sendo $\bar{R}_i$ o retorno médio do título i no período em análise e MR_i o valor estimado da medida de risco observada para o título i no período em análise.

A hipótese a testar será: $H_0: \lambda_2 = 0$ por contraposição à hipótese $H_1: \lambda_2 \neq 0$.

No pressuposto de que os investidores são avessos à obtenção de retornos negativos (inferiores a um determinado *benchmark*) e neutrais ao risco em qualquer outro cenário, o prémio de risco (λ_2) por *downside risk* deverá ser positivo.

Serão ainda estimadas regressões lineares múltiplas de pares de diferentes medidas de risco.

3.2 Descrição da amostra, variáveis e fontes de informação

Foi considerada uma amostra das acções transaccionadas no mercado português entre 5 de Janeiro de 1993 e 1 de Julho de 2008, correspondendo a um período de 198 meses e 809 semanas. Atendendo à reduzida dimensão do mercado português até ao início da década de 90, fruto por um lado da quebra de confiança dos investidores após o “*crash*” bolsista de Outubro de 1987 nos EUA, e por outro do insuficiente enquadramento legal e institucional da bolsa portuguesa (a publicação do Código do Mercado de Valores Mobiliários ocorre apenas em Abril de 1991 e as Associações das Bolsas de Valores de Lisboa e do Porto foram constituídas nos primeiros meses de 1992), optou-se por considerar informação relativa ao mercado de capitais português apenas a partir de Janeiro de 1993.

Numa primeira pesquisa foram seleccionadas para inclusão no estudo todas as acções constituintes do índice PSI Geral a 1 de Julho de 2008 conforme divulgado pela *Euronext Lisbon*. PSI corresponde ao acrónimo de *Portuguese Stock Index*.

As acções seleccionadas constam do Anexo 1. Na definição da amostra não foram considerados critérios de selecção baseados no volume ou na liquidez. O critério de selecção utilizado tem a desvantagem de apenas estarem a ser considerados os títulos “vivos” tendo sido excluídos da análise os títulos que durante o período de referência tenham sido extintos ou excluídos do mercado de cotações oficiais, o que poderá conduzir a um problema de enviesamento dos resultados em resultado da selecção efectuada (“*selection bias*”), mais concretamente um enviesamento de sobrevivência (“*survivorship bias*”). O potencial de enviesamento dos resultados decorre do facto de apenas serem considerados na análise os títulos das empresas que foram bem sucedidas o suficiente para sobreviverem até ao final do período considerado na amostra.

O índice PSI Geral corresponde ao anterior índice BVL Geral e é o índice geral do mercado que inclui todas as emissões de acções admitidas à negociação no Mercado de Cotações

Oficiais², com excepção das emissões de acções preferenciais sem voto. Por este facto, o PSI Geral reproduz a rendibilidade da globalidade do principal mercado accionista português³.

Para cada uma das acções seleccionadas foi recolhida através da base de dados *Thomson Datastream* informação relativa ao índice de rendibilidade total ou “*Total Return Index (RI)*” com periodicidade semanal. O “*Total Return Index (RI)*” é uma medida que reflecte o crescimento teórico de valor para o investidor que detém uma determinada acção ao longo de um dado período de tempo no pressuposto de que os dividendos eventualmente distribuídos são reinvestidos na compra de unidades adicionais do título à cotação de fecho do dia anterior à distribuição dos dividendos.

O retorno semanal de cada acção corresponde à variação relativa do índice de rendibilidade total (mais ou menos-valias e dividendos) entre cada duas semanas consecutivas.

Os dados foram recolhidos com uma periodicidade semanal essencialmente por dois motivos. Por um lado a utilização dos retornos mensais conduziria a um número mais reduzido de observações afectando dessa forma a qualidade da estimação e inferência estatística. Por outro lado, a amostra inclui todos os títulos admitidos à negociação no Mercado de Cotações Oficiais, alguns dos quais com reduzida frequência de negociação e por isso com poucas oscilações de cotação, sendo que neste caso seria obtido um número considerável de retornos diários nulos sucessivos.

Do total das 54 acções incluídas no PSI Geral a 1 Julho de 2008 foram excluídas da amostra para efeitos de análise os títulos com um número de observações inferior a 150 semanas (aproximadamente três anos), encontrando-se nesta situação as seguintes acções:

2 Com a publicação do Código do Mercado de Valores Mobiliários em Abril de 1991, foram definidos três segmentos de mercado na Bolsa de Valores: o Mercado de Cotações Oficiais, segmento que inclui os títulos de empresas que cumprem requisitos pré-definidos de níveis de liquidez, dispersão de capital, turnover e solvência; o Segundo Mercado, que inclui os títulos das empresas de pequena e média dimensão; e o Mercado Sem Cotações que abrange os títulos não cotados.

3 O índice PSI Geral começou a ser divulgado pela Bolsa de Valores de Lisboa (BVL) em 18 de Fevereiro de 1991 e é um índice de base 1000 (conforme definido a 5 de Janeiro de 1988). Cada acção incluída no cálculo do índice é ponderada pelo peso da respectiva capitalização bolsista na capitalização bolsista total das acções consideradas no índice.

Banco Popular Espanõl (127 observações), E. Santo Financial Group – Nominativa (101 observações), Galp Energia Nom. (89 observações), Benfica SAD (59 observações), Martifer SGPS, SA (53 observações), REN-Redes E.Nacionais, SGPS, SA (52 observações) e Sonae Capital (23 observações). Excluídas estas acções, a amostra utilizada na análise totaliza 47 títulos (Anexo 2).

Do anexo 2 consta ainda, para cada título, a data a partir da qual existe informação disponível e que foi considerada na análise. Alguns activos apenas apresentam informação disponível a partir de uma data bastante posterior a Janeiro de 1993. Relativamente ao título Lisgráfica apenas foi considerada a informação relativa aos seus retornos a partir da data em que passou a estar incluída no Mercado de Cotações Oficiais, o que ocorreu em Junho de 1998. Apesar de existir informação na *Datastream* relativa aos retornos desse título para datas anteriores a Junho 1998 apenas se considerou a informação a partir da sua passagem para o Mercado de Cotações Oficiais.

Retorno do activo isento de risco (RF)

Foi utilizada como aproximação à taxa de juro isenta de risco a taxa de juro do mercado monetário interbancário LISBOR⁴ (*Lisbon Interbank Offered Rate*) a três meses para o período de análise compreendido entre 5 Janeiro de 1993 e 31 Março de 2002 e a taxa EURIBOR (*Euro Interbank Offered Rate*) a três meses para o período de Abril de 2002 a Junho de 2008, dados obtidos na base de dados Dathis e na base de dados do Banco de Portugal. A Portaria nº 359/2002, de 5 de Abril definiu a cessação da divulgação da taxa LISBOR com efeitos a 31 de Março de 2002. A partir desta data a EURIBOR é considerada equivalente à taxa LISBOR nos termos e para os efeitos do disposto no artigo 11º do Decreto-Lei nº 138/98, de 16 de Maio.

A escolha efectuada tem por base, essencialmente, o facto de em Portugal não existir um mercado de Bilhetes do Tesouro em que seja definida expressamente uma taxa de juro de

4 Calculada de acordo com a convenção de actualização a 360 dias, desde Janeiro de 1999.

financiamento de curto prazo do Estado Português e por outro lado a descontinuidade observada nos leilões desses títulos⁵.

Retorno do mercado

Os retornos semanais do mercado são calculados com base no índice PSI 20TR. A escolha deste índice em detrimento do PSI 20 resulta do facto de se pretender garantir que em todo o período de análise o retorno do mercado é aferido através de um índice de rendibilidade total, ou seja, que reflecte nomeadamente a distribuição de dividendos efectuadas pelas empresas.

O PSI 20TR é um índice definido de acordo com a metodologia de cálculo do índice PSI-20 mas que contempla, adicionalmente, a correcção pela distribuição de dividendos pagos pelas empresas, traduzindo, por essa via, o seu reinvestimento na carteira de acções subjacente ao índice. O PSI-20 TR foi criado com o objectivo de se constituir como um *benchmark* adequado para os investidores ao permitir a comparação directa entre a sua rendibilidade e a rendibilidade dos títulos.

Por outro lado a escolha do PSI 20TR em detrimento do PSI Geral decorre do facto de se tratar de um índice com maior liquidez, pelo facto de reflectir a evolução dos preços das 20 emissões de acções de maior dimensão e liquidez seleccionadas do universo das empresas admitidas à negociação no Mercado de Cotações Oficiais. A correlação dos retornos dos dois índices é, porém, muito significativa (0,9822).

⁵ Não ocorreram emissões entre Outubro 1998 e Julho de 2003.

4. RESULTADOS

4.1 Resultados preliminares

O primeiro passo da análise consistiu no cálculo para toda a amostra das medidas de retorno médio e risco com uma periodicidade semanal. Relativamente ao risco foram consideradas medidas de risco total e sistemático tendo por base a hipótese de comportamento baseada no binómio média/variância (desvio-padrão e beta) e a hipótese de comportamento alternativa assente no binómio média/semi-variância (semi-desvio-padrão e *downside* beta e *downside* gamma). No contexto da hipótese de comportamento alternativo assente no binómio média/semi-variância foram ainda calculadas as seguintes medidas: o beta segundo a metodologia proposta por Hogan e Warren (HW) e Harlow e Rao (HR) e as correspondentes medidas de *downside* co-skewness propostas por Galagedera e Brooks (2007) e também a medida de *downside* co-skewness para o beta de Estrada, igualmente proposta por Galagedera e Brooks (2007). As medidas de risco foram calculadas em referência ao retorno do mercado português aferido com base na evolução do índice PSI 20TR e da taxa de juro isenta de risco. O quadro seguinte sintetiza esses cálculos.

Quadro 4.1: Resumo das medidas calculadas para os títulos da amostra (com base nos retornos semanais)

Título	Segmento de mercado	N.º Observações	Retorno médio	Desvio Padrão	Coefficiente de assimetria	Beta	Downside desvio padrão	Downside Beta	Harlow Rao Beta	Hogan Warren Beta	Downside Co-skewness (Estrada)	Downside Co-skewness (Harlow Rao)	Downside Co-skewness (Hogan Warren)
			μ	σ		β	Σ	βD	βHR	βHW	γD	γHR	γHW
Altri **	B	174	0,989%	6,138%	-0,3857	1,5243	4,363%	2,0893	1,8632	1,0483	2,2513	2,2015	1,3372
BPI *	A	809	0,244%	4,086%	0,3908	0,9231	2,801%	1,0294	0,9417	0,9996	0,9342	0,8866	1,0192
BES *	A	809	0,234%	2,980%	0,5918	0,6419	2,014%	0,7515	0,6610	0,9539	0,6800	0,6085	0,9472
Santander	Foreign	436	0,146%	3,719%	-0,3357	0,7255	2,714%	0,9225	0,8444	0,9135	0,6610	0,6408	0,8653
Banif SGPS	A	809	0,243%	4,242%	1,1413	0,5620	2,709%	0,7853	0,6854	0,9587	0,6305	0,6042	0,9432
BCP *	A	809	0,143%	3,682%	0,0978	0,8951	2,557%	0,9901	0,9537	1,0024	0,8877	0,8781	0,9981
Brisa *	A	552	0,270%	2,714%	-0,0360	0,4575	1,896%	0,5672	0,4928	0,7834	0,4497	0,4203	0,7092
Cimpor *	A	728	0,257%	3,280%	-0,4461	0,5805	2,383%	0,7338	0,6314	0,9151	0,6900	0,6558	0,9114
Cires	B	809	0,180%	4,912%	0,5753	0,2635	3,241%	0,4863	0,2317	0,9001	0,2637	0,1532	0,8886
Cofina	C	540	0,198%	5,314%	2,2063	0,6631	3,122%	0,8809	0,7315	0,8774	0,7095	0,6519	0,8431
Compta	C	809	0,022%	7,454%	4,7253	0,2753	3,981%	0,5807	0,3076	0,9211	0,4321	0,3167	0,8856
Cort_Amorim	B	809	0,216%	3,996%	0,4811	0,5579	2,603%	0,7477	0,6217	0,9397	0,6363	0,5571	0,9485
EDP *	A	576	0,137%	3,101%	0,3173	0,6444	2,125%	0,6903	0,6362	0,8869	0,5427	0,5171	0,8033
ES_Financial	Foreign	314	0,029%	2,466%	-0,4430	0,3938	1,821%	0,5189	0,4499	0,8405	0,4249	0,4010	0,7454
Estoril_Sol	C	809	0,306%	4,750%	1,5791	0,2749	2,827%	0,6541	0,3656	0,8866	0,5619	0,3775	0,8737
Finibanco	B	523	0,219%	3,499%	1,4097	0,3378	2,092%	0,4601	0,3630	0,7485	0,3043	0,2632	0,6526
Fisipe	C	809	0,149%	7,651%	2,0024	0,3906	4,664%	0,7876	0,3585	0,9376	0,5199	0,2931	0,9438
FCP	C	169	-0,206%	4,889%	3,5357	0,3284	2,910%	0,5413	0,3669	0,8327	0,4023	0,3296	0,7249
Ibersol	B	552	0,288%	5,201%	3,2503	0,5771	2,899%	0,8192	0,6887	0,8385	0,6064	0,5489	0,7904
Grao_Para	C	809	0,124%	6,414%	2,0381	0,1699	3,782%	0,5576	0,1110	0,9084	0,3362	-0,0518	0,8869
Impresa	B	421	-0,155%	5,344%	-0,0604	0,8615	3,791%	1,0868	0,9247	1,0534	0,6209	0,5289	0,9693
Inapa	B	809	-0,031%	3,889%	1,4894	0,3838	2,401%	0,5777	0,4324	0,9359	0,4353	0,3482	0,9106
JMartins *	A	809	0,443%	4,567%	0,3480	0,8730	3,093%	1,0256	0,9080	0,9488	0,8616	0,8148	0,9403
Lisgrafica	C	526	-0,233%	9,274%	4,6775	0,4080	4,725%	0,8326	0,4551	0,8629	0,5882	0,4128	0,7880
Media_Capital	B	222	0,282%	4,495%	0,4036	0,3656	3,037%	0,6665	0,2903	0,8133	0,3961	0,1122	0,6782
MEngil **	A	659	0,286%	4,114%	1,3376	0,4413	2,667%	0,7661	0,5781	0,8724	0,6514	0,5171	0,8464
Novabase	C	417	-0,160%	4,127%	-0,2635	0,6931	2,982%	1,0197	0,8544	0,9626	0,7378	0,6336	0,9125
Orey	C	809	0,546%	8,814%	11,0410	0,1310	4,184%	0,5133	0,1113	0,8895	0,3770	0,1582	0,8963
PFernandes	C	809	0,164%	6,378%	2,8813	0,6074	3,702%	0,7636	0,4710	0,9542	0,5623	0,3751	0,9763
Pararede (actual GI)	C	469	-0,223%	8,953%	3,1447	1,2649	4,647%	1,2685	1,0790	1,1602	0,8166	0,7547	1,0868
Portucel *	A	678	0,206%	3,755%	0,6706	0,6016	2,492%	0,7496	0,6307	0,9200	0,5936	0,5304	0,8920
PTelecom *	A	682	0,304%	4,231%	0,3910	1,0587	2,846%	1,0985	1,0367	1,0045	0,8434	0,7640	0,9681
Reditus	C	809	1,304%	34,046%	26,3291	0,7666	5,109%	1,2178	1,0855	0,9228	0,8741	0,8447	0,9731
Sacyr	Foreign	195	0,616%	7,358%	0,7398	0,4118	4,869%	0,6280	0,3041	0,7900	0,3674	0,1271	0,6701
SAG_GEST	B	519	0,152%	3,483%	0,1366	0,4998	2,389%	0,6613	0,5481	0,8093	0,5001	0,4399	0,7402
Semapa *	A	674	0,392%	3,489%	0,4048	0,5517	2,345%	0,7931	0,6780	0,8609	0,6483	0,6162	0,8372
Soares_Costa	B	809	0,145%	5,343%	1,2421	0,6230	3,269%	0,8453	0,6884	0,9721	0,6781	0,6197	0,9695
SonaeCom *	A	421	-0,259%	5,279%	0,3160	1,0209	3,670%	1,2699	1,1025	1,1366	0,8531	0,7494	1,0676
SonaeIndustria **	A	809	0,225%	5,731%	2,2674	0,8705	3,467%	0,9951	0,8796	0,9712	0,8063	0,7752	0,9794
SonaeSGPS *	A	809	0,426%	5,174%	0,6091	1,2278	3,471%	1,3560	1,2787	1,0015	1,0851	1,0648	1,0008
Sporting	C	169	-0,129%	5,403%	1,1713	0,1896	3,367%	0,4871	0,2539	0,7697	0,3496	0,2676	0,6756
Sumolis	C	809	0,234%	4,973%	4,0919	0,3776	2,711%	0,7048	0,4481	0,9216	0,5350	0,4318	0,9263
TDuarte **	B	505	0,078%	5,097%	0,9832	0,5190	3,360%	0,8699	0,6369	0,8831	0,7069	0,6013	0,8644
TCaetano	B	809	0,751%	16,571%	24,7282	0,3333	3,913%	0,5504	0,4070	0,8751	0,3928	0,3477	0,8724
VAAtlantis	C	809	-0,022%	6,341%	3,4880	0,2114	3,761%	0,5610	0,2247	0,9208	0,3649	0,1587	0,9090
VAAtlantis_Fusao	C	269	-0,365%	7,564%	4,3222	0,4879	4,137%	1,1664	0,6961	0,9719	1,0470	0,8741	0,9432
ZON *	A	450	-0,072%	5,751%	0,6308	1,1787	3,857%	1,2995	1,1889	1,1224	0,9220	0,8721	1,1051
Mercado		809	0,221%	2,651%	-0,1672	1,0000	1,911%	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

Legenda:

A – Large Caps

B – Middle Caps

C – Small Caps

Foreign – título estrangeiro

* Título incluído nos Índices PSI 20 e PSI 20TR em 1 de Julho de 2008

** Título incluído no Índice PSI 20 em 1 de Julho de 2008 mas não incluído no PSI 20TR

Da análise às medidas calculadas destaca-se o título da Reditus e da TCaetano pelo elevado valor do desvio-padrão, sendo o respectivo coeficiente de correlação do retorno desses títulos com o retorno do mercado muito reduzida (próximo de zero). Apesar do elevado valor do desvio-padrão, ambos os títulos apresentam valor de beta inferior a um (0,77 e 0,33 respectivamente). Uma possível explicação para estes valores poderá ser a reduzida liquidez desses títulos. Com efeito, e conforme se descreve adiante, a estimação do beta segundo o procedimento de Dimson (1979), corrige o valor dos betas, e no caso particular da TCaetano o valor do beta estimado segundo procedimento de Dimson (1979) é 1,03 (Anexo 4).

Os títulos com maior beta não são necessariamente os títulos com maior desvio-padrão. Todos os títulos apresentam um valor de *downside* beta significativamente superior ao beta tradicional, com excepção do título da Pararede (actual Glintt) para a qual os valores do *downside* beta e do beta são quase iguais.

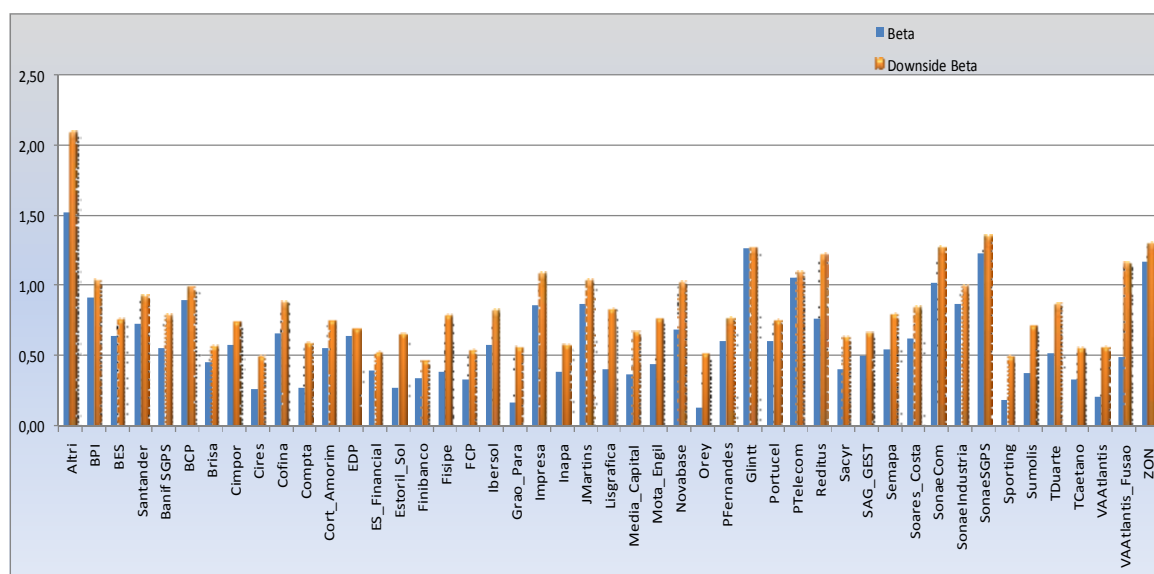


Figura 4.1: Representação gráfica do valor de beta e *downside* beta identificados no quadro 4.1

Verifica-se que quase todos os títulos apresentam um valor de beta inferior a 1. Apenas os títulos Altri (1,52), Pararede (actual Glinnt (1,26)), SonaeSGPS (1,23), ZON (1,18), PTelecom (1,05) e SonaeCom (1,02) apresentam um valor superior a um para essa medida de risco sistemático.

A média simples do valor dos betas dos títulos incluídos na amostra é de aproximadamente 0,60. Esse valor médio eleva-se para 0,82 se apenas forem considerados os títulos da amostra que faziam parte do índice PSI 20 e para 0,83 se apenas forem considerados os títulos da amostra que faziam parte do índice PSI 20TR a 1 de Julho de 2008.

De mencionar que, conforme anteriormente já foi referido, da amostra inicial (composição do índice PSI Geral a 1 Julho de 2008) foram excluídos os títulos com um número de observações inferior a 150 semanas e, entre esses títulos encontram-se dois que faziam parte do PSI 20 a 1 de Julho de 2008: Galp Energia e a REN-Redes E.Nacionais, SGPS, SA e que não estão a ser considerados nos valores médios referidos. Por outro lado, o título da EDP Renováveis foi considerado no PSI 20 a partir de 1 de Julho em substituição do título da Soares da Costa, mas não fazia parte do PSI Geral em 1 de Julho de 2008. Assim, do total dos vinte títulos que compõem o índice PSI 20, dezassete estão incluídos na amostra.

Considerando o valor do beta dos títulos da amostra ponderado pelo valor da capitalização bolsista média observada no período em análise, obtém-se um valor de beta amostral de 0,8 (Anexo 3).

Atendendo à reduzida liquidez apresentada por alguns títulos, foi efectuado a estimação do beta segundo o procedimento de Dimson (1979), sendo o valor do beta amostral obtido por esse procedimento de 0,86. O valor eleva-se para 1,02 e para 1,01 se apenas forem considerados os títulos da amostra incluídos no índice PSI 20 e PSI 20TR, respectivamente, em 1 de Julho de 2008 (Anexo 4).

Da análise à matriz de correlações dos retornos observados e das medidas de risco, constante do quadro seguinte, conclui-se que o desvio-padrão (medida de risco total) é a variável que apresenta maior correlação com o retorno médio, seguido das medidas de

downside co-skewness de Harlow Rao e de Estrada, do beta de Harlow Rao, e da medida de *downside* beta. O beta é a medida que apresenta menor correlação com o retorno médio, sendo ainda de salientar a correlação inversa entre o retorno médio e o beta de Hogan e Warren.

A informação obtida a partir da matriz de correlações dos retornos observados e das medidas de risco permite antecipar alguns dos resultados apresentados no subcapítulo seguinte.

Quadro 4.2: Matriz de correlação do retorno médio semanal e das medidas de risco (coeficiente de correlação de Pearson)

	Retorno médio	Desvio Padrão	Beta	<i>Downside</i> desvio padrão	<i>Downside</i> Beta	Harlow Rao Beta	Hogan Warren Beta	<i>Downside</i> <i>co-skewness</i> (Estrada)	<i>Downside</i> <i>co-skewness</i> (Harlow Rao)	<i>Downside</i> <i>co-skewness</i> (Hogan Warren)
Retorno médio	1,000									
Desvio Padrão	0,527	1,000								
Beta	0,135	0,016	1,000							
<i>Downside</i> desvio padrão	0,153	0,634	0,141	1,000						
<i>Downside</i> Beta	0,186	0,174	0,905	0,370	1,000					
Harlow Rao Beta	0,214	0,100	0,963	0,127	0,944	1,000				
Hogan Warren Beta	-0,169	0,054	0,748	0,316	0,727	0,687	1,000			
<i>Downside co-skewness</i> (Estrada)	0,283	0,074	0,820	0,221	0,939	0,896	0,584	1,000		
<i>Downside co-skewness</i> (Harlow Rao)	0,284	0,058	0,851	0,102	0,910	0,933	0,563	0,976	1,000	
<i>Downside co-skewness</i> (Hogan Warren)	0,143	0,145	0,731	0,338	0,797	0,736	0,893	0,772	0,736	1,000

4.2 Estimação dos modelos de risco

Para uma melhor compreensão e explicação da relação entre o risco e o retorno e seguindo a metodologia de Estrada (2007) e Galagedera e Brooks (2007), procedeu-se à estimação de regressões lineares simples do retorno médio relativamente a cada uma das medidas de risco estimadas conforme descrito na secção anterior.

A regressão foi estimada para cada uma das estimativas de risco obtidas: desvio-padrão, beta, *downside* desvio-padrão, *downside* beta, beta de Harlow e Rao, beta de Hogan e Warren e respectivos *downside* gammas (Estrada, Harlow Rao e Hogan Warren).

A estimação pelo método dos mínimos quadrados ordinários (OLS) foi efectuada com recurso ao software *Eviews*. Os resultados de estimação encontram-se sintetizados no quadro 4.3 seguinte.

Da análise ao resultado das estimações efectuadas e considerando um valor de significância de 5%, podemos constatar que apenas o coeficiente associado ao desvio-padrão é estatisticamente significativo, explicando cerca de 26% (R^2 Ajustado) da variação do retorno dos títulos. Este resultado está em sintonia com os valores das correlações apresentadas no quadro 4.2 acima e sugere que a medida do risco total é a medida de risco relevante para o investidor na avaliação dos títulos. O termo constante não é estatisticamente significativo em qualquer das especificações consideradas.

Quadro 4.3: Síntese dos resultados de estimação OLS das regressões lineares simples

$$\bar{R}_i = \lambda_1 + \lambda_2 MR_i + u_i$$

Medida de Risco	λ_1	$p\text{-value}$ (λ_1)	λ_2	$p\text{-value}$ (λ_2)	R^2	R^2 Ajustado
Desvio-padrão	-7,74E-05 (-0,125)	0,9010	0,034 (4,157)	0,0001	0,28	0,26
Beta	0,001 (1,172)	0,2472	0,001 (0,914)	0,3656	0,02	-0,00
<i>Downside</i> desvio-padrão	0,000 (0,073)	0,9420	0,056 (1,036)	0,3059	0,02	0,00
<i>Downside</i> Beta	0,000 (0,285)	0,7766	0,002 (1,270)	0,2107	0,03	0,01
Harlow Rao Beta	0,001 (0,725)	0,4722	0,002 (1,473)	0,1478	0,05	0,02
Hogan Warren Beta	0,007 (1,560)	0,1258	-0,006 (-1,150)	0,2561	0,03	0,01
<i>Downside co-skewness</i> Estrada	0,000 (0,135)	0,8935	0,003 (1,976)	0,0543	0,08	0,06
<i>Downside co-skewness</i> Harlow Rao	0,001 (0,668)	0,5077	0,003 (1,984)	0,0533	0,08	0,06
<i>Downside co-skewness</i> Hogan Warren	-0,001 (-0,360)	0,7207	0,003 (0,973)	0,3360	0,02	-0,00

Legenda: Estatística t entre parênteses

Verificamos ainda, mediante a realização do teste de White e considerando um nível de significância de 5%, a existência de heteroscedasticidade associadas às medidas desvio-padrão, *downside* desvio-padrão e *downside* beta (Anexo 5).

Voltando a estimar as regressões lineares simples para as medidas de risco segundo considerando o procedimento de estimação consistente da variância dos estimadores de White, as conclusões anteriormente referidas não se alteram, conforme se pode constatar a partir dos valores constantes do quadro 4.4.

Quadro 4.4: Síntese dos resultados de estimação consistente White das regressões lineares simples

$$\bar{R}_i = \lambda_1 + \lambda_2 MR_i + u_i$$

Medida de Risco	λ_1	$p\text{-value}$ (λ_1)	λ_2	$p\text{-value}$ (λ_2)	R^2	R^2 Ajustado
Desvio-padrão	-7,74E-05 (-0,173)	0,8632	0,034 (5,884)	0,000	0,28	0,26
Beta	0,001 (1,045)	0,3015	0,001 (0,673)	0,5043	0,02	-0,00
<i>Downside</i> desvio-padrão	0,000 (0,058)	0,9541	0,056 (0,692)	0,4925	0,02	0,00
<i>Downside</i> Beta	0,000 (0,216)	0,8296	0,002 (0,819)	0,4171	0,03	0,01
Harlow Rao Beta	0,001 (0,627)	0,5338	0,002 (1,024)	0,3113	0,05	0,02
Hogan Warren Beta	0,007 (1,553)	0,1275	-0,006 (-1,123)	0,2674	0,03	0,01
<i>Downside co-skewness</i> Estrada	0,000 (0,130)	0,8974	0,003 (1,641)	0,1076	0,08	0,06
<i>Downside co-skewness</i> Harlow Rao	0,001 (0,652)	0,5176	0,003 (1,630)	0,1100	0,08	0,06
<i>Downside co-skewness</i> Hogan Warren	-0,001 (-0,267)	0,7909	0,003 (0,690)	0,4938	0,02	-0,00

Legenda: Estatística t entre parênteses

A significância estatística da medida de desvio-padrão, medida de risco total pode ser indicativo de uma insuficiente integração do mercado português [Estrada (2000)].

Foram ainda estimadas diversas regressões lineares múltiplas considerando diversas combinações do desvio-padrão com outras medidas de risco, segundo a expressão:

$$\bar{R}_i = \lambda_1 + \lambda_2 MR_{1i} + \lambda_3 MR_{2i} + u_i \quad (4.1)$$

Os resultados de estimação obtidos e sintetizadas no quadro 4.5, continuam a evidenciar que, para um nível de significância de 5%, apenas o desvio-padrão surge como uma medida de risco significativa nas combinações testadas e em nenhum dos casos o termo independente é estatisticamente significativo.

Face aos resultados obtidos, e tendo em conta a estrutura do mercado de capitais português, caracterizada por um conjunto significativo de pequenas e médias empresas, os títulos da amostra foram separados em três grupos, de acordo com o respectivo segmento: A - *Large Caps*, B - *Mid Caps* e C - *Small Caps*, conforme classificação dada pela Euronext em 1 Julho de 2008 e a análise foi repetida para cada um dos referidos segmentos.

Relativamente aos títulos estrangeiros (E. Santo Financial Group, Banco Santander e Sacyr Vallehermoso) que não estão classificadas pela Euronext em qualquer dos segmentos indicados considerou-se, para efectuar a afectação a um desses grupos, a respectiva capitalização bolsista por comparação com o valor da capitalização bolsista mais baixa encontrada em cada segmento. De acordo com este procedimento, os títulos E. Santo Financial Group, Banco Santander foram incluídos no segmento “B - *Mid Caps*” e o título da Sacyr Vallehermoso no segmento de “C - *Small Caps*”.

Quadro 4.5: Síntese dos resultados de estimação consistente de White das regressões lineares múltiplas para pares de medidas de risco

$$\bar{R}_i = \lambda_1 + \lambda_2 MR_{1i} + \lambda_3 MR_{2i} + u_i$$

Medidas de Risco	λ_1	$p\text{-value}$ λ_1	λ_2	$p\text{-value}$ λ_2	λ_3	$p\text{-value}$ λ_3	R^2 Ajustado
Desvio-padrão e Beta	-0,001 (-0,734)	0,4670	0,034 (5,944)	0,000	0,001 (0,630)	0,5317	0,26
Desvio-padrão e <i>Downside</i> desvio-padrão	0,003 (1,398)	0,1691	0,046 (5,636)	0,000	-0,111 (-1,326)	0,1915	0,30
Desvio-padrão e <i>Downside</i> Beta	-0,001 (-0,483)	0,6317	0,033 (5,138)	0,000	0,001 (0,408)	0,6851	0,25
Desvio-padrão e Harlow Rao Beta	-0,001 (-0,959)	0,3430	0,033 (5,868)	0,000	0,001 (0,829)	0,4118	0,27
Desvio-padrão e Hogan Warren Beta	0,006 (1,303)	0,1992	0,034 (6,680)	0,000	-0,007 (-1,292)	0,2031	0,29
Desvio-padrão e <i>Downside co-skewness</i> Estrada	-0,002 (-1,465)	0,1500	0,033 (5,589)	0,0000	0,002 (1,362)	0,1800	0,31
Desvio-padrão e <i>Downside co-skewness</i> Harlow Rao	-0,001 (-1,536)	0,1316	0,033 (6,071)	0,0000	0,002 (1,470)	0,1488	0,31
Desvio-padrão e <i>Downside co-skewness</i> Hogan Warren	-0,002 (-0,331)	0,7426	0,033 (5,262)	0,0000	0,002 (0,306)	0,7609	0,25

Legenda: Estatística t entre parênteses.

A análise do prémio de risco num contexto de *downside risk* faz tanto mais sentido quanto mais enviesada a distribuição de rendibilidade dos activos. Se as distribuições de

rendibilidade fossem simétricas¹, o desvio-padrão e o semi-desvio padrão conteriam a mesma informação e a análise da alternativa de comportamento média/semivariância perderia todo o seu interesse enquanto modelo de comportamento alternativo.

Tal como é possível constatar no quadro 4.1, apenas os títulos da Altri, Santander, Brisa, Cimpor ES_Financial, Impresa e Novabase apresentam distribuições de retorno médio negativamente enviesadas, sendo esses títulos do segmento A e B com exceção do título da Novabase que pertence ao segmento C. Todos os restantes títulos apresentam distribuições positivamente enviesadas, sendo que nos segmentos A e B o valor do coeficiente de assimetria (*skewness*) é maioritariamente inferior a um, com exceção para os seguintes títulos com valor de *skewness* superior a um: no segmento A: Mota-Engil (1,34), Sonae Industria (2,27); e no segmento B: Banif SGPS (1,14), Soares da Costa (1,24), Finibanco (1,41), Inapa (1,49), Cofina (2,21), Ibersol (3,25) e Toyota Caetano (24,73).

Todos os títulos do segmento C (à exceção do título da Cires (0,58), Sacyr (0,74), Estoril-Sol (1,58), Sporting (1,17) e da Novabase (-0,26)) apresentam uma distribuição do retorno médio positivamente enviesada sendo o valor da estatística *skewness* superior a dois, sendo este o segmento que apresenta maior grau de enviesamento.

Já o retorno do mercado, aferido pela evolução do índice PSI 20TR, apresenta uma distribuição negativamente enviesada (*skewness* -0,17).

Os resultados de estimação dos modelos lineares de regressão simples dos retornos dos títulos de cada segmento em relação a cada uma das medidas de risco descritas, por segmento encontram-se sintetizadas no Quadro 4.6, Quadro 4.7 e Quadro 4.8 seguintes. Os resultados evidenciam que todas as medidas de risco apresentam maior poder explicativo no segmento B.

¹ A *skewness* na distribuição normal é zero. Distribuições com *skewness* negativa (inferior a zero) apresentam maior concentração de valores à direita do valor médio (*média*<*mediana*<*moda*) e distribuições com *skewness* positiva (superior a zero) apresentam maior concentração de valores à esquerda do valor médio (*média*>*mediana*>*moda*).

Quadro 4.6: Síntese dos resultados de estimação OLS das regressões lineares simples para o segmento de mercado A - “*Large Capitalization*”

$$\bar{R}_i = \lambda_1 + \lambda_2 MR_i + u_i$$

Medida de Risco	λ_1	$p\text{-value}$ (λ_1)	λ_2	$p\text{-value}$ (λ_2)	R^2	R^2 Ajustado
Desvio-padrão	0,005 (2,312)	0,0365	-0,058 (-1,246)	0,2332	0,10	0,04
Beta	0,004 (2,468)	0,0271	-0,002 (-1,030)	0,3205	0,07	0,00
<i>Downside</i> desvio-padrão	0,005 (2,553)	0,0230	-0,113 (-1,538)	0,1464	0,14	0,08
<i>Downside</i> Beta	0,004 (2,371)	0,0326	-0,002 (-1,204)	0,2485	0,09	0,03
Harlow Rao Beta	0,004 (2,326)	0,0355	-0,002 (-1,040)	0,3159	0,07	0,01
Hogan Warren Beta	0,014 (3,611)	0,0028	-0,012 (-3,063)	0,0084	0,40	0,36
<i>Downside co-skewness</i> Estrada	0,003 (1,252)	0,2310	-0,001 (-0,244)	0,8107	0,00	-0,07
<i>Downside co-skewness</i> Harlow Rao	0,002 (1,145)	0,2712	-9,96E-05 (-0,037)	0,9711	0,00	-0,07
<i>Downside co-skewness</i> Hogan Warren	0,010 (2,450)	0,0281	-0,008 (-1,903)	0,0778	0,21	0,15

Legenda: Estatística t entre parênteses

Para um nível de significância de 5%, a única medida de risco estatisticamente significativa, relativamente aos títulos do segmento A, é o beta de Hogan e Warren, explicando cerca de 36% (R^2 Ajustado) da variação do retorno, sendo o respectivo coeficiente do prémio de risco negativo. O termo constante é estatisticamente significativo em todas as regressões com excepção das regressões de *downside co-skewness* de Estrada e de Harlow Rao.

Quadro 4.7: Síntese dos resultados de estimação OLS das regressões lineares simples para o segmento de mercado B - “*Middle Capitalization*”

$$\bar{R}_i = \lambda_1 + \lambda_2 MR_i + u_i$$

Medida de Risco	λ_1	$p\text{-value}$ (λ_1)	λ_2	$p\text{-value}$ (λ_2)	R^2	R^2 Ajustado
Desvio-padrão	-0,000 (-0,306)	0,7646	0,052 (2,519)	0,0270	0,35	0,29
Beta	-0,000 (-0,185)	0,8561	0,004 (1,812)	0,0950	0,21	0,15
<i>Downside</i> desvio-padrão	-0,005 (-1,583)	0,1392	0,238 (2,435)	0,0314	0,33	0,27
<i>Downside</i> Beta	-0,001 (-0,568)	0,5807	0,004 (2,189)	0,0491	0,29	0,23
Harlow Rao Beta	-0,000 (-0,182)	0,8586	0,004 (2,027)	0,0655	0,26	0,19
Hogan Warren Beta	-0,001 (-0,133)	0,8962	0,004 (0,406)	0,6921	0,01	-0,07
<i>Downside co-skewness</i> Estrada	-0,000 (-0,274)	0,7888	0,004 (2,774)	0,0137	0,41	0,36
<i>Downside co-skewness</i> Harlow Rao	9,34E-05 (0,09)	0,9291	0,004 (2,825)	0,0153	0,40	0,35
<i>Downside co-skewness</i> Hogan Warren	-0,005 (-1,334)	0,2069	0,009 (1,967)	0,0725	0,24	0,18

Legenda: Estatística t entre parênteses

No segmento B, praticamente todas as medidas de risco são estatisticamente significativas, com excepção do beta, beta de Harlow Rao, beta de Hogan e Warren e gamma de Hogan e Warren, explicando entre 23% a 36% (R^2 Ajustado) da variação dos retornos médios dos títulos. O desvio-padrão continua a revelar-se a medida com maior poder explicativo e todos os prémios de risco são positivos. O termo constante não é estatisticamente significativo.

Quadro 4.8: Síntese dos resultados de estimação OLS das regressões lineares simples para o segmento de mercado C - “*Small Capitalization*”

$$\bar{R}_i = \lambda_1 + \lambda_2 MR_i + u_i$$

Medida de Risco	λ_1	$p\text{-value}$ (λ_1)	λ_2	$p\text{-value}$ (λ_2)	R^2	R^2 Ajustado
Desvio-padrão	-0,002 (-1,918)	0,0744	0,043 (4,032)	0,0011	0,52	0,48
Beta	0,001 (0,751)	0,4640	-0,000 (-0,037)	0,9709	0,00	-0,07
<i>Downside</i> desvio-padrão	-0,006 (-1,143)	0,2711	0,183 (1,440)	0,1704	0,12	0,06
<i>Downside</i> Beta	0,001 (0,329)	0,7464	0,000 (0,106)	0,9169	0,00	-0,07
Harlow Rao Beta	0,001 (0,435)	0,6698	0,001 (0,346)	0,7342	0,01	-0,06
Hogan Warren Beta	0,01 (0,915)	0,3745	-0,010 (-0,796)	0,4386	0,04	-0,02
<i>Downside co-skewness</i> Estrada	0,002 (0,637)	0,5340	-0,001 (-0,158)	0,8764	0,00	-0,06
<i>Downside co-skewness</i> Harlow Rao	0,002 (0,840)	0,4143	-0,000 (-0,117)	0,9086	0,00	-0,07
<i>Downside co-skewness</i> Hogan Warren	-0,001 (-0,069)	0,9457	0,002 (0,231)	0,8203	0,00	-0,06

Legenda: Estatística t entre parênteses

Relativamente ao segmento C apenas o desvio-padrão surge como medida de risco estatisticamente significativa, explicando cerca de 48% (R^2 Ajustado) da variação nos retornos médios. O termo constante não é estatisticamente significativo.

Os resultados da estimação das regressões lineares simples por segmento não estão de acordo com a evidência obtida noutros estudos, conforme descritos no capítulo 2. Com

efeito, contrariando a evidência recolhida por Barone Adesi (2004) e Post and van Vliet (2006), não se conclui pela significância estatística das medidas de *downside risk* nos títulos das pequenas empresas (segmento C), onde, de acordo com a evidência empírica é frequente as distribuições dos retornos serem assimétricas.

4.3 Testes de robustez

4.3.1 Retorno de mercado aferido pelo índice DJ Euro Stoxx

A análise efectuada anteriormente foi repetida tendo por referência, para o retorno de mercado, a rendibilidade do índice Dow Jones Euro Stoxx.

A matriz de correlações a seguir apresentada (Quadro 4.9) permite constatar que o desvio-padrão continua a ser a medida com maior poder explicativo do comportamento do retorno. Seguem-se o beta, as medidas de *downside co-skewness* de Harlow Rao e de Estrada, o beta de Harlow Rao e a medida de *downside* beta. O *downside* desvio-padrão é a medida que apresenta menor correlação com o retorno médio.

A principal diferença consiste no maior poder explicativo do beta que, na análise anteriormente apresentada, era a medida com menor poder explicativo. Por outro lado, deixa de se verificar a correlação inversa entre o retorno médio e o beta de Hogan e Warren. Conforme decorre da análise do quadro 4.11, o prémio de risco (λ_2) do desvio-padrão continua próximo dos 3,4%.

Quadro 4.9: Matriz de correlação dos retornos semanais e das medidas de risco calculadas por referência ao retorno do mercado do índice DJ Euro Stoxx (coeficiente de correlação de Pearson)

	Retorno médio	Desvio Padrão	Beta	<i>Downside</i> desvio padrão	<i>Downside</i> Beta	Harlow Rao Beta	Hogan Warren Beta	<i>Downside</i> <i>co-skewness</i> (Estrada)	<i>Downside</i> <i>co-skewness</i> (Harlow Rao)	<i>Downside</i> <i>co-skewness</i> (Hogan Warren)
Retorno médio	1,000									
Desvio Padrão	0,527	1,000								
Beta	0,353	0,382	1,000							
<i>Downside</i> desvio padrão	0,153	0,634	0,280	1,000						
<i>Downside</i> Beta	0,248	0,313	0,883	0,498	1,000					
Harlow Rao Beta	0,257	0,182	0,954	0,197	0,921	1,000				
Hogan Warren Beta	-0,014	0,252	0,586	0,412	0,626	0,558	1,000			
<i>Downside co-skewness</i> (Estrada)	0,203	0,171	0,882	0,331	0,966	0,949	0,600	1,000		
<i>Downside co-skewness</i> (Harlow Rao)	0,207	0,097	0,900	0,129	0,895	0,977	0,529	0,960	1,000	
<i>Downside co-skewness</i> (Hogan Warren)	0,167	0,234	0,587	0,395	0,678	0,599	0,950	0,661	0,588	1,000

Quadro 4.10: Resumo das estatísticas calculadas para os títulos da amostra (com base nos retornos semanais) por referência ao índice DJ Euro Stoxx.

Título	Segmento de mercado	N.º Observações	Retorno médio	Desvio Padrão	Coefficiente de assimetria	Beta	Downside desvio padrão	Downside Beta	Harlow Rao Beta	Hogan Warren Beta	Downside Co-skewness (Estrada)	Downside Co-skewness (Harlow Rao)	Downside Co-skewness (Hogan Warren)
			μ	σ		β	Σ	βD	βHR	βHW	γD	γHR	γHW
Altri **	B	174	0,989%	6,138%	-0,3857	1,0887	4,363%	1,6964	1,3199	0,9217	1,5163	1,3765	1,0879
BPI *	A	809	0,244%	4,086%	0,3908	0,5859	2,801%	0,7864	0,6243	0,9472	0,7730	0,6854	0,9588
BES *	A	809	0,234%	2,980%	0,5918	0,4532	2,014%	0,6128	0,4998	0,9239	0,6251	0,5774	0,9246
Santander	Foreign	436	0,146%	3,719%	-0,3357	1,0603	2,714%	1,1287	1,0939	0,9865	1,1529	1,1441	1,0170
Banif SGPS	A	809	0,243%	4,242%	1,1413	0,4560	2,709%	0,6571	0,5118	0,9385	0,5462	0,4855	0,9321
BCP *	A	809	0,143%	3,682%	0,0978	0,5959	2,557%	0,8297	0,6846	0,9533	0,8377	0,7582	0,9558
Brisa *	A	552	0,270%	2,714%	-0,0360	0,2722	1,896%	0,4287	0,2984	0,7063	0,3457	0,2860	0,6224
Cimpor *	A	728	0,257%	3,280%	-0,4461	0,3999	2,383%	0,6060	0,4698	0,8699	0,5919	0,5349	0,8571
Cires	C	809	0,180%	4,912%	0,5753	0,1347	3,241%	0,4367	0,1624	0,8745	0,2823	0,1507	0,8673
Cofina	B	540	0,198%	5,314%	2,2063	0,5207	3,122%	0,7343	0,5774	0,8217	0,6089	0,5483	0,7846
Compta	C	809	0,022%	7,454%	4,7253	0,3396	3,981%	0,6502	0,3536	0,9259	0,5421	0,3862	0,9127
Cort_Amorim	B	809	0,216%	3,996%	0,4811	0,3298	2,603%	0,6001	0,4165	0,8999	0,5375	0,4203	0,8961
EDP *	A	576	0,137%	3,101%	0,3173	0,4653	2,125%	0,5923	0,4710	0,8045	0,5425	0,4786	0,7427
ES_Financial	Foreign	314	0,029%	2,466%	-0,4430	0,3321	1,821%	0,4626	0,4080	0,7852	0,3873	0,3579	0,7169
Estoril_Sol	C	809	0,306%	4,750%	1,5791	0,2482	2,827%	0,5997	0,3451	0,8802	0,5641	0,4138	0,8873
Finbanco	B	523	0,219%	3,499%	1,4097	0,2688	2,092%	0,4293	0,3037	0,7120	0,3345	0,2831	0,6330
Fisipe	C	809	0,149%	7,651%	2,0024	0,2350	4,664%	0,6796	0,2716	0,9133	0,4779	0,2560	0,9215
FCP	C	169	-0,206%	4,889%	3,5357	0,1360	2,910%	0,3998	0,1232	0,7305	0,3128	0,1603	0,6184
Ibersol	B	552	0,288%	5,201%	3,2503	0,4700	2,899%	0,6867	0,5396	0,7839	0,6429	0,5705	0,7583
Grao_Para	C	809	0,124%	6,414%	2,0381	0,1002	3,782%	0,5383	0,0669	0,9002	0,3539	-0,0820	0,8889
Impresa	B	421	-0,155%	5,344%	-0,0604	0,7805	3,791%	0,9712	0,8540	0,9924	0,9218	0,8694	0,9884
Inapa	B	809	-0,031%	3,889%	1,4894	0,2662	2,401%	0,4792	0,3149	0,9149	0,3921	0,3115	0,8924
JMartins *	A	809	0,443%	4,567%	0,3480	0,5739	3,093%	0,8357	0,6496	0,8996	0,7395	0,6538	0,8988
Lisgrafica	C	526	-0,233%	9,274%	4,6775	0,2027	4,725%	0,7151	0,3184	0,8081	0,5574	0,2872	0,7271
Media_Capital	B	222	0,282%	4,495%	0,4036	0,4584	3,037%	0,6137	0,3657	0,8369	0,4332	0,2798	0,7499
MEngil**	A	659	0,286%	4,114%	1,3376	0,2940	2,667%	0,6311	0,4212	0,8154	0,5240	0,4341	0,7803
Novabase	C	417	-0,160%	4,127%	-0,2635	0,5717	2,982%	0,8341	0,6349	0,8881	0,7787	0,6640	0,8545
Orey	C	809	0,546%	8,814%	11,0410	0,1878	4,184%	0,5308	0,1469	0,8898	0,3279	0,0377	0,9077
PFernandes	C	809	0,164%	6,378%	2,8813	0,3100	3,702%	0,6580	0,3053	0,9047	0,5561	0,3858	0,9089
Pararede (actual GI	C	469	-0,223%	8,953%	3,1447	0,8493	4,647%	1,2116	0,8557	1,0226	0,9909	0,8765	1,0149
Portucel *	A	678	0,206%	3,755%	0,6706	0,5144	2,492%	0,6298	0,4973	0,8818	0,5461	0,4759	0,8471
PTelecom *	A	682	0,304%	4,231%	0,3910	0,7636	2,846%	0,8715	0,7428	0,9118	0,8011	0,7450	0,8941
Reditus	C	809	1,304%	34,046%	26,3291	1,2230	5,109%	1,2118	0,9614	0,9687	0,9434	0,8625	0,9744
Sacyr	Foreign	195	0,616%	7,358%	0,7398	0,5212	4,869%	0,7847	0,4745	0,8109	0,6943	0,4510	0,7415
SAG_GEST	B	519	0,152%	3,483%	0,1366	0,3626	2,389%	0,5490	0,4038	0,7464	0,4630	0,3936	0,6851
Semapa *	A	674	0,392%	3,489%	0,4048	0,3951	2,345%	0,6530	0,4855	0,8064	0,5851	0,5207	0,7734
Soares_Costa	B	809	0,145%	5,343%	1,2421	0,3664	3,269%	0,7277	0,4802	0,9293	0,6048	0,5098	0,9285
SonaeCom *	A	421	-0,259%	5,279%	0,3160	0,7747	3,670%	0,9436	0,7350	0,9876	0,7019	0,5358	0,9015
SonaeIndustria **	A	809	0,225%	5,731%	2,2674	0,5096	3,467%	0,8072	0,6132	0,9166	0,6552	0,5871	0,9133
SonaeSGPS *	A	809	0,426%	5,174%	0,6091	0,8953	3,471%	1,0741	0,9423	0,9362	0,9547	0,9055	0,9253
Sporting	C	169	-0,129%	5,403%	1,1713	0,1412	3,367%	0,5052	0,1971	0,7375	0,4060	0,2511	0,6527
Sumolis	C	809	0,234%	4,973%	4,0919	0,3544	2,711%	0,5964	0,3745	0,9081	0,4514	0,3538	0,9134
TDuarte **	B	505	0,078%	5,097%	0,9832	0,3461	3,360%	0,6163	0,4680	0,8093	0,4395	0,3927	0,7634
TCaetano	B	809	0,751%	16,571%	24,7282	0,6159	3,913%	0,5746	0,3840	0,8946	0,4130	0,2689	0,8765
VAAtlantis	C	809	-0,022%	6,341%	3,4880	0,1085	3,761%	0,4742	0,1357	0,9073	0,3267	0,1189	0,9062
VAAtlantis_Fusao	C	269	-0,365%	7,564%	4,3222	0,5705	4,137%	1,0596	0,6286	0,9783	0,9343	0,6918	0,9357
ZON *	A	450	-0,072%	5,751%	0,6308	0,9314	3,857%	1,0854	0,9547	1,0286	1,0052	0,9594	1,0420
Mercado		809	0,175%	2,579%	-0,5927	1,0000	1,946%	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

Legenda:

A – Large Caps

B – Middle Caps

C – Small Caps

Foreign – título estrangeiro

* Título incluído nos Índices PSI 20 e PSI 20TR em 1 de Julho de 2008

** Título incluído no Índice PSI 20 em 1 de Julho de 2008 mas não incluído no PSI 20TR

Quadro 4.11: Síntese dos resultados de estimação das regressões lineares simples considerando a rendibilidade do mercado dada pela evolução do Índice DJ Euro Stoxx

$$\bar{R}_i = \lambda_1 + \lambda_2 MR_i + u_i$$

Medida de Risco	λ_1	$p\text{-value}$ (λ_1)	λ_2	$p\text{-value}$ (λ_2)	R^2	R^2 Ajustado
Desvio-padrão	-7.74E-05 (-0,125)	0,9010	0,034 (4,158)	0,0001	0,28	0,26
Beta	2.31E-05 (0,027)	0,9789	0,004 (2,527)	0,0151	0,12	0,10
<i>Downside</i> desvio-padrão	0,000 (0,073)	0,9420	0,056 (1,036)	0,3059	0,02	0,00
<i>Downside</i> Beta	-0,000 (-0,175)	0,8615	0,003 (1,719)	0,0925	0,06	0,04
Harlow Rao Beta	0,000 (0,459)	0,6481	0,003 (1,780)	0,0818	0,07	0,05
Hogan Warren Beta	0,002 (0,481)	0,6325	-0,001 (-0,010)	0,9243	0,00	-0,02
<i>Downside co-skewness</i> Estrada	0,000 (0,341)	0,7347	0,002 (1,390)	0,1714	0,04	0,02
<i>Downside co-skewness</i> Harlow Rao	0,001 (0,883)	0,3818	0,002 (1,421)	0,1623	0,04	0,02
<i>Downside co-skewness</i> Hogan Warren	-0,002 (-0,564)	0,5755	0,005 (1,134)	0,2627	0,03	0,01

Legenda: Estatística t entre parênteses

Da análise ao quadro 4.11, constatamos que apenas o desvio-padrão e o beta são estatisticamente significativos. No entanto, dada a presença de heteroscedasticidade (resumo teste no anexo 6) nas regressões lineares simples de todas as medidas de risco com excepção do beta de Hogan Warren, procedeu-se à estimação de cada uma das regressões de acordo com o procedimento consistente de White (Quadro 4.12). Dessa correcção resulta

que apenas o desvio-padrão permanece como a única medida de risco estatisticamente significativa, o que confirma os resultados iniciais (retorno mercado determinado PSI 20TR).

Quadro 4.12: Síntese dos resultados de estimação consistente de White das regressões lineares simples considerando a rendibilidade do mercado dada pela evolução do Índice DJ Euro Stoxx

$$\bar{R}_i = \lambda_1 + \lambda_2 MR_i + u_i$$

Medida de Risco	λ_1	$p\text{-value}$ (λ_1)	λ_2	$p\text{-value}$ (λ_2)	R^2	R^2 Ajustado
Desvio-padrão	-7.74E-05 (-0,173)	0,8632	0,034 (5,884)	0,0000	0,28	0,26
Beta	2.31E-05 (0,023)	0,9818	0,004 (1,571)	0,1231	0,12	0,10
<i>Downside</i> desvio-padrão	0,000 (0,058)	0,9541	0,056 (0,692)	0,4925	0,02	0,00
<i>Downside</i> Beta	-0,000 (-0,132)	0,8959	0,003 (1,075)	0,2883	0,06	0,04
Harlow Rao Beta	0,000 (0,418)	0,6780	0,003 (1,233)	0,2241	0,07	0,05
Hogan Warren Beta	0,002 (0,474)	0,6377	-0,001 (-0,090)	0,9285	0,00	-0,02
<i>Downside co-skewness</i> Estrada	0,000 (0,284)	0,7776	0,002 (0,946)	0,3490	0,04	0,02
<i>Downside co-skewness</i> Harlow Rao	0,001 (0,814)	0,4198	0,002 (1,018)	0,3143	0,04	0,02
<i>Downside co-skewness</i> Hogan Warren	-0,002 (-0,512)	0,6113	0,005 (0,968)	0,3384	0,03	0,01

Legenda: Estatística t entre parênteses

As regressões lineares múltiplas relativas a diversas combinações da medida do desvio-padrão com outras medidas de risco, conforme definido na expressão (4.1) foram estimadas

para a totalidade da amostra, considerando a rendibilidade de mercado aferida com base na evolução do Índice DJ Euro Stoxx. Uma vez mais os resultados (Quadro 4.13) foram consistentes com a análise efectuada tendo por base a rendibilidade do mercado aferida pelo índice PSI 20TR. Em qualquer das combinações das variáveis de risco com o desvio-padrão, só o desvio-padrão se evidencia como medida estatisticamente significativa.

Quadro 4.13: Síntese dos resultados de estimação consistente de White das regressões lineares múltiplas para pares de medidas de risco, considerando a rendibilidade de mercado aferida pelo Índice DJ Eurostoxx.

$$\bar{R}_i = \lambda_1 + \lambda_2 MR_{1i} + \lambda_3 MR_{2i} + u_i$$

Medidas de Risco	λ_1	$p\text{-value}$ λ_1	λ_2	$p\text{-value}$ λ_2	λ_3	$p\text{-value}$ λ_3	R^2 Ajustado
Desvio-padrão e Beta	-0,001 (-1,114)	0,2714	0,029 (4,204)	0,0001	0,002 (0,956)	0,3441	0,27
Desvio-padrão e <i>Downside</i> desvio-padrão	0,003 (1,398)	0,1691	0,046 (5,636)	0,0000	-0,111 (-1,326)	0,1915	0,30
Desvio-padrão e <i>Downside</i> Beta	0,001 (-0,444)	0,6592	0,032 (4,294)	0,0001	0,001 (0,374)	0,7103	0,25
Desvio-padrão e Harlow Rao Beta	-0,001 (-1,045)	0,3018	0,032 (5,452)	0,0000	0,002 (0,893)	0,3767	0,27
Desvio-padrão e Hogan Warren Beta	0,005 (1,074)	0,2885	0,036 (6,278)	0,0000	-0,006 (-1,087)	0,2829	0,27
Desvio-padrão e <i>Downside co-skewness</i> Estrada	-0,001 (-0,644)	0,5227	0,032 (5,303)	0,0000	0,001 (0,546)	0,5876	0,26
Desvio-padrão e <i>Downside co-skewness</i> Harlow Rao	-0,001 (-0,996)	0,3248	0,033 (5,931)	0,0000	0,002 (0,854)	0,3980	0,27
Desvio-padrão e <i>Downside co-skewness</i> Hogan Warren	-0,001 (-0,286)	0,7763	0,033 (5,150)	0,0000	0,001 (0,261)	0,7954	0,25

Legenda: Estatística t entre parênteses

4.3.2 *Errors in variables e spreads nos retornos esperados*

A análise efectuada assenta num procedimento que consiste na estimação de medidas de risco com base nos dados históricos das cotações dos activos sendo posteriormente essas estimativas utilizadas como regressores na estimação dos coeficientes do prémio de risco. A este procedimento está associado o problema de erro nas variáveis, isto é, as variáveis explicativas são medidas com erro.

Tendo como objectivo testar a robustez dos resultados obtidos nas análises anteriormente descritas, dividiu-se a amostra inicial dos títulos em três portfólios, tendo por base a ordenação dos valores da capitalização média bolsista observada no período em análise. O portfólio 1 reúne os 16 títulos com maior capitalização bolsista, o portfólio 3 os 16 títulos com menor capitalização bolsista e o portfólio 2 os restantes 15. Posteriormente, cada um dos portfólios foi subdividido em três outros portfólios (inferior, intermédio e superior), tendo por base a ordenação do valor da medida de risco. Foi calculado *spread* entre o retorno do portfólio superior e o retorno do portfólio inferior, conforme a seguir indicado no Quadro 4.14.

O diferencial dos retornos médios dos extremos (superior e inferior) do portfólio 1 é inferior a zero para todas as medidas de risco com excepção do gamma de Harlow Rao que apresenta um *spread* ligeiramente positivo (0,03%). O *spread* negativo observado para quase todas as medidas de risco contraria aquele que seria o resultado esperado uma vez que, o portfólio com maior nível de risco deveria apresentar maior retorno.

Da análise aos *p-value* obtidos no teste à significância das diferenças obtidas para o portfólio 1 superior e inferior, e conforme evidenciado no quadro 4.14 seguinte, conclui-se que a diferença das médias não é estatisticamente diferente de zero.

Saliente-se que na estimação dos prémios de risco dos títulos por segmento de mercado, concluiu-se que nenhuma das medidas de risco era estatisticamente significativa na explicação dos retornos.

Já o diferencial dos retornos médios dos portfólios superior e inferior definidos a partir do portfólio 3 (títulos com menor capitalização bolsista) é positivo para todas as medidas de risco, com excepção do beta de Harlow Rao que embora negativo é muito próximo de zero. Igualmente próximo ou igual a zero encontra-se o *spread* observado nos gammas de Estrada e de Harlow Rao. O maior diferencial observa-se relativamente ao desvio-padrão (0,15%), ao gamma de Hogan Warren (0,16%) e ao *downside* desvio-padrão (0,25%). Nestes casos, o resultado obtido está de acordo com o que seria esperado (portfólio com maior nível de risco apresenta maior retorno). Por outro lado, de salientar o facto de que no portfólio 3 estão incluídos os títulos com menor capitalização bolsista, e em princípio, com menor número de transacções (menor liquidez) e maior assimetria da distribuição de rendibilidade, o que vai de encontro ao *spread* significativo observado na medida de *downside* desvio-padrão.

Da análise aos *p-value* obtidos no teste à significância das diferenças obtidas para o portfólio 3 superior e inferior e, uma vez mais conforme evidenciado no quadro 4.14 seguinte, conclui-se que a diferença das médias não é estatisticamente diferente de zero.

A evidência recolhida na estimação dos prémios de risco das várias medidas de risco para o segmento C foi de que apenas o desvio-padrão constituía uma medida de risco estatisticamente significativa (48% de R^2 Ajustado), sendo que, para além do desvio-padrão a única regressão com R^2 Ajustado positivo (6%) foi a que usa o *downside* desvio-padrão, ainda que não estatisticamente significativa.

O *spread* médio dos retornos observados para o portfólio 1 e 3 é negativo no caso do beta, do beta de Harlow Rao e do gamma de Estrada, nulo no caso do beta de Hogan Warren e positivo relativamente a todas as restantes medidas de risco, sendo de destacar o diferencial positivo observado para o *downside* desvio-padrão (0,07%).

Na estimação dos prêmios de risco dos títulos para a totalidade da amostra, concluiu-se que apenas a medida do desvio-padrão era estatisticamente significativa na explicação dos retornos.

A análise de diferenças entre os retornos dos portfólios mais extremos não contraria este resultado apesar de não apresentar significância estatística. Mais, evidencia que essa diferença resulta do comportamento das ações do portfólio 3.

Quadro 4.14: Retorno médio dos portfólios definidos com base na ordenação da respectiva medida de risco

Portfólio 1

	Desvio-padrão σ	Downside desvio- padrão Σ	Beta β	Dbeta βD	Harlow Rao Beta βHR	Hogan Warren Beta βHW	Gamma Estrada γD	Gamma Harlow Rao γHR	Gamma Hogan Warren γHW
Portfólio 1 Superior	0,14%	0,14%	0,13%	0,18%	0,13%	0,13%	0,15%	0,23%	0,12%
Portfólio 1 Intermédio	0,26%	0,24%	0,26%	0,21%	0,32%	0,28%	0,22%	0,17%	0,31%
Portfólio 1 Inferior	0,24%	0,25%	0,25%	0,23%	0,20%	0,24%	0,25%	0,20%	0,23%
<i>Spread</i> (P1 Superior –P1 Inferior)	-0,10%	-0,11%	-0,12%	-0,05%	-0,07%	-0,10%	-0,10%	0,03%	-0,11%
<i>p-value</i>	0,4425	0,3947	0,3346	0,6891	0,5229	0,3862	0,4357	0,7034	0,3524

Portfólio 3

	Desvio-padrão σ	Downside desvio- padrão Σ	Beta β	Dbeta βD	Harlow Rao Beta βHR	Hogan Warren Beta βHW	Gamma Estrada γD	Gamma Harlow Rao γHR	Gamma Hogan Warren γHW
Portfólio 3 Superior	0,24%	0,34%	0,27%	0,19%	0,21%	0,25%	0,22%	0,23%	0,24%
Portfólio 3 Intermédio	0,22%	0,07%	0,05%	0,29%	0,07%	0,11%	0,05%	0,03%	0,22%
Portfólio 3 Inferior	0,09%	0,09%	0,17%	0,08%	0,22%	0,15%	0,22%	0,22%	0,08%
<i>Spread</i> (P3 Superior –P3 Inferior)	0,15%	0,25%	0,10%	0,11%	-0,01%	0,10%	0,00%	0,01%	0,16%
<i>p-value</i>	0,5928	0,3872	0,7096	0,6848	0,9686	0,7240	0,9969	0,9635	0,5649

	Desvio-padrão σ	Downside desvio- padrão Σ	Beta β	Dbeta βD	Harlow Rao Beta βHR	Hogan Warren Beta βHW	Gamma Estrada γD	Gamma Harlow Rao γHR	Gamma Hogan Warren γHW
<i>Spread</i> médio ((P1 superior-P1 inferior)+(P3 superior-P3 inferior))/2	0,03%	0,07%	-0,01%	0,03%	-0,04%	0,00%	-0,05%	0,02%	0,03%

5. CONCLUSÕES

A principal motivação deste trabalho consistiu em testar para o mercado de capitais português a importância de medidas de risco alternativas às medidas de risco tradicionais, em particular medidas de *downside risk*, tendo por referência que outros estudos tinham encontrado evidência da importância dessas medidas noutros mercados, em particular mercados emergentes. O objectivo foi pois, o de testar a significância dessas medidas de risco alternativas na explicação do prémio de risco dos títulos e, dessa forma, a validade de um modelo de avaliação de activos alternativo ao CAPM.

Tendo como referência os estudos de Estrada (2007) e Galagedera e Brooks (2007), testou-se a significância estatística das seguintes medidas de risco: desvio-padrão, beta tradicional, *downside* desvio-padrão, *downside* beta de Estrada (2007), os betas de Hogan e Warren (1974) e Harlow e Rao (1989) e as correspondentes medidas de *downside co-skewness* sistemática (gamma).

A análise efectuada permitiu concluir que apenas o desvio-padrão constitui uma medida de risco estatisticamente significativa na explicação dos retornos médios das acções do índice PSI Geral, explicando cerca de 28% da variação do retorno médio. O risco total parece ser a medida de risco relevante para o investidor nas acções do índice PSI Geral. O termo constante não é estatisticamente significativo em qualquer das especificações consideradas. A combinação dessa medida de risco total com cada uma das outras medidas de risco numa regressão linear múltipla não alterou a evidência obtida sobre o poder explicativo do desvio-padrão. Os resultados são robustos à utilização do índice DJ Euro Stoxx como *proxy* da carteira de mercado.

A análise por segmento de mercado (*Large, Middle and Small Capitalization*), conforme definido pela Euronext a 1 de Julho de 2008 permite constatar que, relativamente ao segmento *Large Caps* apenas o beta de Hogan e Warren é uma medida de risco estatisticamente significativa, sendo porém o prémio de risco associado a esta medida negativo. No segmento *Small Caps* apenas o desvio-padrão é estatisticamente significativo,

enquanto no segmento *Middle Caps*, praticamente todas as medidas de risco são estatisticamente significativas, com excepção do beta, do beta de Harlow Rao, beta de Hogan e Warren e gamma de Hogan e Warren, sendo o desvio-padrão a medida com maior poder explicativo. As conclusões obtidas para o segmento *Small Caps* não estão de acordo com resultados evidenciados em estudos anteriores: atendendo às características das empresas incluídas nesse segmento (títulos ilíquidos, de reduzida capitalização bolsista) seria expectável a significância estatística das medidas de *downside risk*.

Atendendo às características do mercado português, nomeadamente, a concentração bolsista, a existência de um elevado número de empresas de pequena e média dimensão e reduzida liquidez, seria de esperar a significância estatística e mesmo a supremacia do poder explicativo dos prémios de risco das medidas de *downside risk* relativamente às medidas de risco tradicionais. Tal não sucedeu contrariando a evidência obtida por Estrada (2002, 2007) para os mercados emergentes.

Relativamente ao presente estudo e à evidência recolhida devem ter-se em consideração alguns aspectos que podem condicionar os resultados obtidos. A dimensão da amostra é relativamente pequena (47 títulos), sendo que a mesma foi definida sem se atenderem a critérios de selecção baseados no volume ou na liquidez. Com efeito, o critério de selecção utilizado e que consistiu na identificação dos títulos incluídos no índice PSI Geral a 1 de Julho de 2008 com a subsequente recolha de informação sobre os retornos, sempre que disponíveis para cada um desses títulos no período de Janeiro de 1993 a 1 Julho de 2008, o que tem a desvantagem de apenas se considerar os títulos “vivos”. O facto de terem sido excluídos da análise outros títulos que durante o período de referência tenham sido extintos ou excluídos do Mercado de Cotações Oficiais e por isso em 1 de Julho de 2008 não faziam parte do índice, pode conduzir a um problema de enviesamento dos resultados em resultado desse enviesamento de sobrevivência.

Uma outra limitação resulta de as medidas de risco utilizadas como regressores na estimação dos coeficientes do prémio de risco serem calculadas com base nos dados históricos das cotações dos activos e serem por isso estimativas com erro.

Adicionalmente as medidas de risco são calculadas para todo o período de análise, considerando-se o seu valor constante no tempo. Uma análise condicional, admitindo variabilidade das estimativas das medidas de risco ao longo do tempo permitiria avaliar a robustez dos resultados aqui apresentados

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barone, A. (1985), “Arbitrage Equilibrium With Skewed Asset Returns”, *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 20, 299-313.

Barone, A., Gagliardini, P. e Urga, G. (2004), “Testing Asset pricing Models With Coskewness”, *Journal of Business & Economic Statistics*, 22, 474-485.

Black, F., Jensen, M. e Scholes, M. (1972), “The Capital Asset pricing Model: Some Empirical Results”, *Studies in the Theory of Capital Markets*, 79-121, M. Jensen (ed.), New York: Praeger.

Black, F. e Scholes, M. (1974), “The Effects of Dividend Yield and Dividend Policy on Common Stock Prices and Returns”, *Journal of Financial Economics*, 1, 1-22.

Brennan, M. (1971), “Capital Market Equilibrium with Divergent Borrowing and Lending Rates”, *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 1197-1205.

Carhart, M. (1997), “On persistence in mutual fund performance”, *Journal of Finance*, 52, 57-82.

Cass, D. e Stiglitz, J. (1970), “The Structure of Investor Preferences and Asset Returns, and Separability in Portfolio Allocation: A Contribution to the Pure Theory of Mutual Funds”, *Journal of Economic Theory*, 2, 122-160.

Dimson, E. (1979), “Risk measurement when shares are subject to infrequent trading”, *Journal of Financial Economics*, 7, 197-226.

Estrada, J. (2000), “The cost of equity in emerging markets: A downside risk approach”, *Emerging Markets Quarterly*, Fall, 19-30.

Estrada, J. (2001), “The cost of equity in emerging markets: A downside risk approach (II)”, *Emerging Markets Quarterly*, Spring, 63-72.

Estrada, J. (2002), “Systematic Risk in Emerging Markets: The D-CAPM.” *Emerging Markets Review*, 4, 365-379.

Estrada, J. (2004), “Mean-semivariance behavior: An alternative behavioral model” *Journal of Emerging Market Finance*, 3, 231–248.

Estrada, J. (2007), “Mean-Semivariance Behavior: Downside Risk and Capital Asset Pricing.” *International Review of Economics and Finance*, 16, 169-185.

Fama, E. (1965), “The Behavior of Stock Market Prices”, *Journal of Business*, 38, 34-105.

Fama, E. (1970a), “Efficient capital markets: a review of theory and empirical work”, *Journal of Finance*, 25, 383-417.

Fama, E. (1970b), “Multiperiod Consumption-Investment Decisions”, *American Economic Review*, 60, 163-174.

Fama, E. (1991), “Efficient Capital Markets II”, *Journal of Finance*, 46, 1575-1614.

Fama, E. e French, K. (1995), “Size and book-to-market factors in earnings and returns”, *Journal of Finance*, 50, 131-155.

Fama, E. e French, K. (1996), “Multifactor explanations of asset pricing anomalies”, *Journal of Finance*, 51, 55-84.

Fama, E. e MacBeth, J. (1973), “Risk, Return and Equilibrium: Empirical Tests”, *Journal of Political Economy*, 81, 607-636.

Friend, I. e Blume, M. (1970), “Measurement of Portfolio Performance Under Uncertainty”, *American Economic review*, 60, 561-575.

Friend, I. e Westerfield, R. (1980), “Co-skewness and Capital Asset Pricing”, *Journal of Finance* 35, 897-919.

-
- Galagedera, D e Brooks, R. (2007), “Is co-skewness a better measure of risk in the downside than downside beta? Evidence in emerging market data”, *Journal of Multinational Financial Management*, 17, 214-230.
- Harlow, V. e Rao, R. (1989), “Asset pricing in a generalized mean-lower partial moment framework: Theory and evidence”, *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 24, 285–311.
- Harvey, C. e Siddique, A., (2000) “Conditional Skewness in Asset Pricing Tests”, *Journal of Finance*, 55, 1263-1295.
- Hogan, W. e Warren, J. (1974), “Toward the development of an equilibrium capital-market model based on semivariance”, *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 9, 1–11.
- Kraus, A. e Litzenberger, R. (1976), “Skewness preference and the valuation of risky assets“, *Journal of Finance*, 31, 1085-1094.
- Lim, K. (1989), ”A New Test of the Three-Moment Capital Asset Pricing Model”, *Journal of Finance and Quantitative Analysis*, 24, 205-216.
- Lintner, J. (1965), “The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets”, *Review of Economics and Statistics*, 47, 13-37.
- Mandelbrot, B. (1963), “The Variation of Certain Speculative Prices”, *Journal of Business*, 36, 394-419.
- Markowitz, H. (1952), “Portfolio Selection”, *Journal of Finance*, 7, 77–91.
- Mossin, J. (1966), “Equilibrium in a Capital Asset Market”, *Econometrica*, 34, 768-783.
- Perold, A. (2004), “The Capital Pricing Asset Model”, *Journal of Economic Perspectives*, 18, 3–24.
- Post, T. e Vliet, P. van (2006), Downside risk and asset pricing, *Journal of Banking and Finance*, 30, 823–849.

Roll, R. (1977), “A Critique of the Asset Pricing Theory's Tests”, *Journal of Financial Economics*, 4, 129-76.

Ross, S. (1976), “The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing”, *Journal of Economic Theory*, 13, 341-360.

Roy, A. (1952), “Safety first and the holding of assets”, *Econometrica*, 20, 431-449.

Sharpe, W. (1964), “Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium Under Conditions of Risk”, *Journal of Finance*, 19, 425-442.

ANEXOS

Anexo 1: Títulos constituintes do índice PSI Geral em 1 de Julho de 2008

Titulo	Capitalização Bolsista (Milhão Euro)	Peso Índice (%)
Altri, SGPS	191,80	0,31
Banco BPI	2.236,50	3,58
Banco Espirito Santo	4.632,50	7,41
Banco Popular Español	7,48	0,01
Banco Santander	57,58	0,09
Banif, SGPS	415,00	0,66
Banco Comercial Português	6.102,98	9,76
Benfica SAD	29,10	0,05
Brisa	4.170,00	6,67
Cimpor-C.Port.SGPS	2.674,56	4,28
Cires-C.I.Res.Sintéticas	24,00	0,04
Cofina-SGPS	127,18	0,20
Compta-Eq.Ser.Informática	1,65	0,00
Corticeira Amorim-SGPS	178,22	0,29
EDP	10.062,72	16,09
E. Santo Financial Group	139,65	0,22
E. Santo Financial Group - Nom.	0,75	0,00
Estoril-Sol SGPS-Portador	52,01	0,08
Finibanco-Holding SGPS	375,00	0,60
Fisipe-Fibras S.Portugal	21,70	0,03
Futebol Clube do Porto	22,20	0,04
Galp Energia - Nom.	10.912,07	17,45
Ibersol-SGPS	129,40	0,21
Imobiliária C.Grão-Pará	7,50	0,01
Impresa, SGPS - Nom.	272,16	0,44
Inapa-Inv.Part.Gestão	93,00	0,15
Jerónimo Martins-SGPS	2.680,79	4,29
Lisgráfica-Imp.A.Gráficas	9,00	0,01
Martifer, SGPS, SA	660,00	1,06
Grupo Media Capital, SGPS	498,63	0,80
Mota-Engil, SGPS	757,15	1,21
Novabase, SGPS - Nom.	118,07	0,19
Soc.Com.Orey Antunes	26,00	0,04
Papelaria Fernandes	7,40	0,01
Pararede (actual GLINTT)	52,70	0,08
Portucel-Nom.	1.031,52	1,65
P. Telecom, SGPS - Nom.	6.555,75	10,49
Reditus-SGPS	52,00	0,08
REN-Redes E.Nacionais,SGPS, SA	709,10	1,13
Sacyr Vallehermoso	0,03	0,00
SAG GEST-Sol.Aut.Glob.SGPS	409,13	0,65
Semapa-SGPS-Nom.	904,06	1,45
Soares Costa-SGPS	139,65	0,22
Sonae Capital	287,50	0,46
Sonaeacom, SGPS	759,96	1,22
Sonae Indústria, SGPS	331,80	0,53
Sonae-SGPS	1.350,00	2,16
Sporting-Soc.Desp.Futebol	32,55	0,05
Sumolis-C.I.F.Bebidas-Nom	104,39	0,17
Teixeira Duarte-Eng.Const.	315,00	0,50
Toyota Caetano	311,50	0,50
VAA-V.Alegre Atlantis SGPS	2,00	0,00
VAA-V.Alegre Atlantis SGPS (Fusão)	6,10	0,01
ZON Multimedia	1.474,39	2,36
Soma	62.522,88	100,00

Anexo 2: Acções incluídas na amostra

Titulo	Abreviatura	Sector	Segmento	Capitalização Bolsista (Milhão Euro)	Peso Índice (%)	Data início amostra
Altri, SGPS	Altri	2727 Diversified Industrials	B- Mid Caps	191,80	0,31	01-03-2005
Banco BPI	BPI	8355 Banks	A- Larg Caps	2.236,50	3,58	05-01-1993
Banco Espírito Santo	BES	8355 Banks	A- Larg Caps	4.632,50	7,41	05-01-1993
Banco Santander	Santander	8355 Banks	Foreign	57,58	0,09	22-02-2000
Banif, SGPS	Banif SGPS	8355 Banks	A- Larg Caps	415,00	0,66	05-01-1993
Banco Comercial Português	BCP	8355 Banks	A- Larg Caps	6.102,98	9,76	05-01-1993
Brisa	Brisa	2777 Transportation Services	A- Larg Caps	4.170,00	6,67	02-12-1997
Cimpor-C.Port.SGPS	Cimpor	2353 Building Materials & Fixtures	A- Larg Caps	2.674,56	4,28	19-07-1994
Cires-C.I.Res.Sintéticas	Cires	1353 Commodity Chemicals	C- Small Caps	24,00	0,04	05-01-1993
Cofina-SGPS	Cofina	5557 Publishing	B- Mid Caps	127,18	0,20	24-02-1998
Compta-Eq.Ser.Informática	Compta	9533 Computer Services	C- Small Caps	1,65	0,00	05-01-1993
Corticeira Amorim-SGPS	Cort_Amorim	3535 Distillers & Vintners	B- Mid Caps	178,22	0,29	05-01-1993
EDP	EDP	7535 Electricity	A- Larg Caps	10.062,72	16,09	17-06-1997
E. Santo Financial Group	ES_Financial	8775 Specialty Finance	Foreign	139,65	0,22	25-06-2002
Estoril-Sol SGPS-Portador	Estoril_Sol	5752 Gambling	C- Small Caps	52,01	0,08	05-01-1993
Finibanco-Holding SGPS	Finibanco	8355 Banks	B- Mid Caps	375,00	0,60	23-06-1998
Fisipe-Fibras S.Portugal	Fisipe	1353 Commodity Chemicals	C- Small Caps	21,70	0,03	05-01-1993
Futebol Clube do Porto	FCP	5755 Recreational Services	C- Small Caps	22,20	0,04	04-04-2005
Ibersol-SGPS	Ibersol	5757 Restaurants & Bars	B- Mid Caps	129,40	0,21	02-12-1997
Imobiliária C.Grão-Pará	Grao_Para	2357 Heavy Construction	C- Small Caps	7,50	0,01	05-01-1993
Impresa, SGPS - Nom.	Impresa	5553 Broadcasting & Entertainment	B- Mid Caps	272,16	0,44	30-05-2000
Inapa-Inv.Part.Gestão	Inapa	1737 Paper	B- Mid Caps	93,00	0,15	05-01-1993
Jerónimo Martins-SGPS	JMartins	5337 Food Retailers & Wholesalers	A- Larg Caps	2.680,79	4,29	05-01-1993
Lisgráfica-Imp.A.Gráficas	Lisgrafica	2791 Business Support Services	C- Small Caps	9,00	0,01	09-06-1998
Grupo Media Capital, SGPS	Media_Capital	5553 Broadcasting & Entertainment	B- Mid Caps	498,63	0,80	30-03-2004
Mota-Engil, SGPS	MEngil	2357 Heavy Construction	A- Larg Caps	757,15	1,21	14-11-1995
Novabase, SGPS - Nom.	Novabase	9533 Computer Services	C- Small Caps	118,07	0,19	04-07-2000
Soc.Com.Orey Antunes	Orey	2773 Marine Transportation	C- Small Caps	26,00	0,04	05-01-1993
Papelaria Fernandes	PFernandes	1737 Paper	C- Small Caps	7,40	0,01	05-01-1993
Pararede (actual GLINTT)	Pararede	9533 Computer Services	C- Small Caps	52,70	0,08	06-07-1999
Portucel-Nom.	Portucel	1737 Paper	A- Larg Caps	1.031,52	1,65	04-07-1995
P.Telecom, SGPS - Nom.	PTelecom	6535 Fixed Line Telecommunications	A- Larg Caps	6.555,75	10,49	06-06-1995
Reditus-SGPS	Reditus	9533 Computer Services	C- Small Caps	52,00	0,08	05-01-1993
Sacyr Vallehermoso	Sacyr	2357 Heavy Construction	Foreign	0,03	0,00	05-10-2004
SAG GEST-Sol.Aut.Glob.SGPS	SAG_GEST	5379 Special Retailers	B- Mid Caps	409,13	0,65	21-07-1998
Semapa-SGPS-Nom.	Semapa	2353 Building Materials & Fixtures	A- Larg Caps	904,06	1,45	01-08-1995
Soares Costa-SGPS	Soares_Costa	2357 Heavy Construction	B- Mid Caps	139,65	0,22	05-01-1993
SonaeCom, SGPS	SonaeCom	6575 Mobile Telecommunications	A- Larg Caps	759,96	1,22	06-06-2000
Sonae Indústria, SGPS	SonaeIndustria	2353 Building Materials & Fixtures	A- Larg Caps	331,80	0,53	05-01-1993
Sonae-SGPS	SonaeSGPS	5337 Food Retailers & Wholesalers	A- Larg Caps	1.350,00	2,16	05-01-1993
Sporting-Soc.Desp.Futebol	Sporting	5755 Recreational Services	C- Small Caps	32,55	0,05	04-04-2005
Sumolis-C.I.F.Bebidas-Nom	Sumolis	3527 Soft Drinks	C- Small Caps	104,39	0,17	05-01-1993
Teixeira Duarte-Eng. Const.	TDuarte	2357 Heavy Construction	B- Mid Caps	315,00	0,50	27-10-1998
Toyota Caetano	TCaetano	2753 Commercial Vehicles & Trucks	B- Mid Caps	311,50	0,50	05-01-1993
VAA-V.Alegre Atlantis SGPS	VAAatlantis	3722 Durable Household Products	C- Small Caps	2,00	0,00	05-01-1993
VAA-V.Alegre Atlantis SGPS (Fusão)	VAAatlantis_Fusao	3722 Durable Household Products	C- Small Caps	6,10	0,01	06-05-2003
ZON Multimedia	ZON	5553 Broadcasting & Entertainment	A- Larg Caps	1.474,39	2,36	16-11-1999
Soma				62.522,88	100,00	

Nota: Valores da capitalização bolsista e peso no índice por referência a 1 Julho de 2008.

Anexo 3: Beta dos títulos da amostra ponderados pela capitalização média bolsista no período amostral

Totalidade dos títulos incluídos na amostra

Título	Beta	Capitalização média no período amostral (Milhão Euro)	Peso relativo (%)	Beta ponderado
Altri	1,5243	348,74	0,71	1,0887
BPI	0,9231	1.993,37	4,08	3,7685
BES	0,6419	3.173,82	6,50	4,1723
Santander *	0,7255	57,58	0,12	0,0856
Banif SGPS	0,5620	347,10	0,71	0,3995
BCP	0,8951	5.554,83	11,38	10,1835
Brisa	0,4575	3.440,13	7,05	3,2232
Cimpor	0,5805	2.561,79	5,25	3,0459
Cires	0,2635	30,52	0,06	0,0165
Cofina	0,6631	133,62	0,27	0,1815
Compta	0,2753	10,97	0,02	0,0062
Cort_Amorim	0,5579	159,15	0,33	0,1818
EDP	0,6444	9.838,01	20,15	12,9838
ES_Financial *	0,3938	139,65	0,29	0,1126
Estoril_Sol	0,2749	44,42	0,09	0,0250
Finibanco	0,3378	180,49	0,37	0,1249
Fisipe	0,3906	18,33	0,04	0,0147
FCP	0,3284	34,94	0,07	0,0235
Ibersol	0,5771	120,32	0,25	0,1422
Grao_Para	0,1699	11,76	0,02	0,0041
Impresa	0,8615	344,96	0,71	0,6087
Inapa	0,3838	118,39	0,24	0,0931
JMartins	0,8730	1.394,33	2,86	2,4929
Lisgrafica	0,4080	18,93	0,04	0,0158
Media_Capital	0,3656	560,91	1,15	0,4200
MEngil	0,4413	398,06	0,82	0,3598
Novabase	0,6931	183,14	0,38	0,2600
Orey	0,1310	10,81	0,02	0,0029
PFernandes	0,6074	8,73	0,02	0,0109
Pararede	1,2649	106,95	0,22	0,2770
Portucel	0,6016	876,65	1,80	1,0801
PTelecom	1,0587	8.889,33	18,21	19,2749
Reditus	0,7666	14,99	0,03	0,0235
Sacyr *	0,4118	0,03	0,00	0,0000
SAG_GEST	0,4998	299,45	0,61	0,3065
Semapa	0,5517	567,25	1,16	0,6409
Soares_Costa	0,6230	95,73	0,20	0,1222
SonaeCom	1,0209	962,46	1,97	2,0123
SonaeIndustria	0,8705	450,93	0,92	0,8040
SonaeSGPS	1,2278	1.762,13	3,61	4,4311
Sporting	0,1896	43,73	0,09	0,0170
Sumolis	0,3776	60,17	0,12	0,0465
TDuarte	0,5190	563,55	1,15	0,5990
TCaetano	0,3333	136,63	0,28	0,0933
VAAAtlantis	0,2114	12,77	0,03	0,0055
VAAAtlantis_Fusa				0,0174
o	0,4879	17,44	0,04	
ZON	1,1787	2.729,05	5,59	6,5879
Média	0,5989			
Soma		48.827,05	100,00	80,3872

Legenda: * Para estes títulos foi considerada como capitalização média, a capitalização bolsista a 01.07.2008, pelo facto do valor semanal da capitalização bolsista dado pela base de dados da Datastream ser extremamente elevada o que leva a crer que a capitalização bolsista está a ser calculada para a totalidade dos títulos emitidos e não para a totalidade dos títulos livremente em circulação (*free-float*).

Títulos da amostra que faziam parte do Índice PSI 20 em 1 Julho 2008

Título	Beta	Capitalização média no período amostral (Milhão Euro)	Peso relativo (%)	Beta ponderado
Altri	1,5243	348,74	0,77	1,1682
BPI	0,9231	1.993,37	4,38	4,0436
BES	0,6419	3.173,82	6,97	4,4770
BCP	0,8951	5.554,83	12,21	10,9271
Brisa	0,4575	3.440,13	7,56	3,4586
Cimpor	0,5805	2.561,79	5,63	3,2683
EDP	0,6444	9.838,01	21,62	13,9319
JMartins	0,8730	1.394,33	3,06	2,6749
MEngil	0,4413	398,06	0,87	0,3860
Portucel	0,6016	876,65	1,93	1,1590
PTelecom	1,0587	8.889,33	19,54	20,6823
Semapa	0,5517	567,25	1,25	0,6877
SonaeCom	1,0209	962,46	2,12	2,1592
SonaeIndustria	0,8705	450,93	0,99	0,8627
SonaeSGPS	1,2278	1.762,13	3,87	4,7547
TDuarte	0,5190	563,55	1,24	0,6427
ZON	1,1787	2.729,05	6,00	7,0690
Soma		45.504,42	100,00	82,3528

Títulos da amostra que faziam parte do Índice PSI 20TR em 1 Julho 2008

Título	Beta	Capitalização média no período amostral (Milhão Euro)	Peso relativo (%)	Beta ponderado
BPI	0,9231	1.993,37	4,56	4,2064
BES	0,6419	3.173,82	7,26	4,6572
BCP	0,8951	5.554,83	12,70	11,3671
Brisa	0,4575	3.440,13	7,86	3,5978
Cimpor	0,5805	2.561,79	5,86	3,3998
EDP	0,6444	9.838,01	22,49	14,4928
JMartins	0,8730	1.394,33	3,19	2,7826
Portucel	0,6016	876,65	2,00	1,2056
PTelecom	1,0587	8.889,33	20,32	21,5151
Semapa	0,5517	567,25	1,30	0,7154
SonaeCom	1,0209	962,46	2,20	2,2462
SonaeSGPS	1,2278	1.762,13	4,03	4,9461
ZON	1,1787	2.729,05	6,24	7,3536
Soma		43.743,14	100,00	82,4859

Anexo 4: Procedimento de Dimson

Totalidade dos títulos incluídos na amostra

Título	Beta	Beta (t-1)	Beta (t+1)	Beta Dimson
Altri	1,1656 (5,45)	0,1350 (0,62)	0,4349 (2,19)	1,7355
BPI	0,9174 (21,08)	0,1375 (3,13)	0,1050 (2,43)	1,1599
BES	0,6278 (19,38)	0,1264 (3,87)	0,0440 (1,37)	0,7982
Santander	0,7444 (11,85)	0,0791 (1,25)	0,1119 (1,81)	0,9355
Banif SGPS	0,5466 (10,30)	0,1089 (2,04)	0,0448 (0,85)	0,7004
BCP	0,8822 (23,50)	0,0847 (2,24)	0,0566 (1,51)	1,0235
Brisa	0,4338 (12,03)	-0,0507 (-1,39)	0,0368 (1,03)	0,4199
Cimpor	0,5563 (13,7)	0,0337 (0,82)	0,0289 (0,72)	0,6188
Cires	0,2634 (4,04)	0,0707 (1,07)	0,0820 (1,26)	0,4160
Cofina	0,6289 (8,31)	0,3461 (4,54)	0,1063 (1,42)	1,0813
Compta	0,2692 (2,72)	0,2905 (2,91)	0,1120 (1,14)	0,6717
Cort_Amorim	0,5529 (11,30)	0,1650 (3,34)	0,0746 (1,53)	0,7925
EDP	0,6493 (17,61)	-0,0211 (-0,57)	0,0280 (0,77)	0,6563
ES.Financial	0,3915 (7,54)	0,1499 (2,84)	0,1030 (2,04)	0,6443
Estoril_Sol	0,2621 (4,17)	0,1011 (1,59)	0,0771 (1,23)	0,4403
Finibanco	0,3322 (6,28)	0,2456 (4,61)	0,0884 (1,68)	0,6661
Fisipe	0,3960 (3,90)	0,2041 (1,99)	-0,1060 (-1,05)	0,4941
FCP	0,3157 (4,13)	0,1097 (1,42)	-0,0380 (-0,50)	0,3875
Ibersol	0,5661 (7,63)	0,1981 (2,65)	0,2475 (3,36)	1,0118
Grao_Para	0,1618 (1,89)	0,2334 (2,70)	0,0104 (0,12)	0,4056
Impresa	0,9072 (9,53)	0,4774 (4,95)	0,0706 (0,75)	1,4552
Inapa	0,3690 (7,41)	0,0964 (1,92)	0,1921 (3,88)	0,6574
JMartins	0,8688 (16,52)	0,1495 (2,82)	0,0436 (0,83)	1,0618
Lisgrafica	0,3696 (2,53)	0,3631 (2,46)	0,0713 (0,49)	0,8040

(Continuação)				
Título	Beta	Beta (t-1)	Beta (t+1)	Beta Dimson
Media_Capital	0,4799 (2,81)	0,0730 (0,42)	0,0136 (0,08)	0,5666
MEngil	0,4000 (7,29)	0,2314 (4,19)	0,0389 (0,71)	0,6703
Novabase	0,6801 (9,24)	0,3556 (4,76)	0,0569 (0,79)	1,0926
Orey	0,1438 (1,22)	0,1612 (1,35)	-0,1936 (-0,16)	0,1114
PFernandes	0,6467 (7,89)	0,0550 (0,67)	-0,1415 (-1,74)	0,5602
Pararede	1,2503 (8,25)	0,4885 (3,18)	0,2051 (1,37)	1,9439
Portucel	0,5992 (12,55)	0,1084 (2,25)	0,1020 (2,15)	0,8096
PTelecom	1,0656 (24,15)	0,0946 (2,16)	0,0426 (0,96)	1,2028
Reditus	0,7729 (1,70)	0,8691 (1,89)	-0,4513 (-1,00)	1,1907
Sacyr	0,3984 (1,36)	0,9113 (3,05)	-0,3464 (-1,27)	0,9633
SAG_GEST	0,5159 (10,16)	0,2197 (4,29)	0,0674 (1,34)	0,8030
Semapa	0,5481 (12,28)	0,1724 (3,83)	-0,0080 (-0,18)	0,7126
Soares_Costa	0,5806 (8,63)	0,1031 (1,52)	0,0957 (1,43)	0,7794
SonaeCom	1,0267 (11,20)	0,2744 (2,95)	0,1928 (2,14)	1,4940
SonaeIndustria	0,8533 (12,14)	0,0789 (1,11)	0,0649 (0,93)	0,9971
SonaeSGPS	1,2111 (22,67)	0,1815 (3,37)	0,1109 (2,09)	1,5035
Sporting	0,1766 (2,07)	0,1646 (1,91)	0,0806 (0,95)	0,4219
Sumolis	0,3794 (5,87)	0,2031 (3,12)	0,0916 (1,42)	0,6741
TDuarte	0,4630 (5,54)	0,2265 (2,69)	0,1177 (1,42)	0,8071
TCaetano	0,3255 (1,48)	0,7878 (3,54)	-0,0880 (-0,4)	1,0253
VAAtlantis	0,1532 (1,88)	0,2018 (2,45)	0,0590 (0,73)	0,4140
VAAtlantis_Fusao	0,2354 (0,87)	0,4299 (1,56)	0,1256 (0,50)	0,7909
ZON	1,1430 (12,80)	0,3450 (3,79)	0,1537 (1,74)	1,6417
Média				0,8556

Legenda: estatística t entre parênteses.

Títulos da amostra que faziam parte do Índice PSI 20 em 1 Julho 2008

Título	Beta	Beta (t-1)	Beta (t+1)	Beta Dimson
Altri	1,1656 (5,45)	0,1350 (0,62)	0,4349 (2,19)	1,7355
BPI	0,9174 (21,08)	0,1375 (3,13)	0,1050 (2,43)	1,1599
BES	0,6278 (19,38)	0,1264 (3,87)	0,0440 (1,37)	0,7982
BCP	0,8822 (23,50)	0,0847 (2,24)	0,0566 (1,51)	1,0235
Brisa	0,4338 (12,03)	-0,0507 (-1,39)	0,0368 (1,03)	0,4199
Cimpor	0,5563 (13,7)	0,0337 (0,82)	0,0289 (0,72)	0,6188
EDP	0,6493 (17,61)	-0,0211 (-0,57)	0,0280 (0,77)	0,6563
JMartins	0,8688 (16,52)	0,1495 (2,82)	0,0436 (0,83)	1,0618
Mota_Engil	0,4000 (7,29)	0,2314 (4,19)	0,0389 (0,71)	0,6703
Portucel	0,5992 (12,55)	0,1084 (2,25)	0,1020 (2,15)	0,8096
PTelecom	1,0656 (24,15)	0,0946 (2,16)	0,0426 (0,96)	1,2028
Semapa	0,5481 (12,28)	0,1724 (3,83)	-0,0080 (-0,18)	0,7126
SonaeCom	1,0267 (11,20)	0,2744 (2,95)	0,1928 (2,14)	1,4940
SonaeIndustria	0,8533 (12,14)	0,0789 (1,11)	0,0649 (0,93)	0,9971
SonaeSGPS	1,2111 (22,67)	0,1815 (3,37)	0,1109 (2,09)	1,5035
TDuarte	0,4630 (5,54)	0,2265 (2,69)	0,1177 (1,42)	0,8071
ZON	1,1430 (12,80)	0,3450 (3,79)	0,1537 (1,74)	1,6417
Média				1,0184

Legenda: estatística t entre parênteses.

Títulos da amostra que faziam parte do Índice PSI 20TR em 1 Julho 2008

Título	Beta	Beta (t-1)	Beta (t+1)	Beta Dimson
BPI	0,9174 (21,08)	0,1375 (3,13)	0,1050 (2,43)	1,1599
BES	0,6278 (19,38)	0,1264 (3,87)	0,0440 (1,37)	0,7982
BCP	0,8822 (23,50)	0,0847 (2,24)	0,0566 (1,51)	1,0235
Brisa	0,4338 (12,03)	-0,0507 (-1,39)	0,0368 (1,03)	0,4199
Cimpor	0,5563 (13,7)	0,0337 (0,82)	0,0289 (0,72)	0,6188
EDP	0,6493 (17,61)	-0,0211 (-0,57)	0,0280 (0,77)	0,6563
JMartins	0,8688 (16,52)	0,1495 (2,82)	0,0436 (0,83)	1,0618
Portucel	0,5992 (12,55)	0,1084 (2,25)	0,1020 (2,15)	0,8096
PTelecom	1,0656 (24,15)	0,0946 (2,16)	0,0426 (0,96)	1,2028
Semapa	0,5481 (12,28)	0,1724 (3,83)	-0,0080 (-0,18)	0,7126
SonaeCom	1,0267 (11,20)	0,2744 (2,95)	0,1928 (2,14)	1,4940
SonaeSGPS	1,2111 (22,67)	0,1815 (3,37)	0,1109 (2,09)	1,5035
ZON	1,1430 (12,80)	0,3450 (3,79)	0,1537 (1,74)	1,6417
Média				1,0079

Legenda: estatística *t* entre parênteses.

Anexo 5: Teste de heteroscedasticidade de White das regressões lineares simples

	F-statistic	<i>p-value</i>
Desvio-padrão	3,73	0,0320
Beta	1,80	0,1768
<i>Downside</i> desvio-padrão	21,65	0,0000
<i>Downside</i> Beta	3,96	0,0261
Harlow e Rao Beta	2,84	0,0695
Hogan e Warren Beta	0,18	0,8324
<i>Downside co-skewness</i> Estrada	0,98	0,3832
<i>Downside co-skewness</i> Harlow	0,63	0,5390
<i>Downside co-skewness</i> Hogan	2,49	0,0948

Anexo 6: Resultados da estimação das regressões lineares simples (Eviews), com o retorno de mercado aferido com base no Índice DJ Euro Stoxx

	F-statistic	<i>p-value</i>
Desvio-padrão	3,73	0,0320
Beta	20,90	0,0000
<i>Downside</i> desvio-padrão	21,65	0,0000
<i>Downside</i> Beta	8,32	0,0009
Harlow Rao Beta	5,46	0,0076
Hogan Warren Beta	1,57	0,2201
<i>Downside co-skewness</i> Estrada	4,32	0,0194
<i>Downside co-skewness</i> Harlow	3,26	0,0476
<i>Downside co-skewness</i> Hogan	4,18	0,0218
