

Pairs Trading:  
Hedging with an edge?

**Octávio Viana**

# **Tese**

**Pairs Trading:  
Hedging with an edge?**

**Orientação:** Professores Doutores Luís Pacheco & Sandra Ramos  
30 de Abril de 2015



UNIVERSIDADE PORTUCALENSE



Octávio Adolfo Romão Viana

**Pairs Trading: Hedging with an edge?**

Tese de Doutoramento  
Economia e Gestão

Trabalho realizado sob a orientação do Professor Doutor Luis Pacheco e coorientação da  
Professora Doutora Sandra Ramos



Universidade Portucalense

Departamento de Economia, Gestão e Informática

Abril de 2015

## Agradecimentos

Um pouco antes de terminar esta tese, recebi uma mensagem irónica da minha irmã onde me perguntava se eu tinha mudado de profissão e agora, em vez de estar ligado à gestão, estaria eventualmente ligado ao desporto, pois segundo ela passava a vida a correr e sem tempo. À parte da ironia da mensagem da minha irmã, a verdade é que é sintomático o tempo que retiramos à nossa família para nos dedicarmos à vida académica, nomeadamente ao trabalho exigente que uma tese de doutoramento comporta, quando em simultâneo temos uma vida profissional preenchida e exigente. Assim, impõe-se que comece por agradecer à minha querida família pelo seu constante apoio e pela compreensão face às minhas ausências dedicadas a esta tese.

Quero expressar a minha gratidão ao Professor Doutor Luís Pacheco, docente na Universidade Portucalense, e à Professora Doutora Sandra Ramos, docente no Instituto Superior de Engenharia do Porto, meu orientador e minha coorientadora respetivamente, pela constante disponibilidade que sempre demonstraram para discutir muitas das questões de fundo desta tese e pelas muitas sugestões que melhoraram não só o trabalho em si, mas também a própria escrita.

Ao Professor Doutor Adelino Paiva, uma pessoa sempre presente, pela paciente e meticulosa orientação e correção do texto e a sua capacidade de questionar mesmo aquilo que é menos evidente e que muito ajuda a melhorar um trabalho desta natureza.

Ao Senhor Dr. Paulo Pinto, o meu obrigado pelo apoio em todas as frentes e que vai desde válidas e preciosas sugestões e críticas ao meu sistema de *pairs trading*, a tudo que necessitei para conseguir terminar esta tese, apoio esse que contei também por parte dos meus colegas de trabalho mais próximos, quer na Dif Broker, onde trabalho atualmente, quer do Banco Comercial Português, onde trabalhava quando comecei a tese.

Uma tese de doutoramento é quase sempre um exercício onde se conta com o apoio, conselho e assistência de muitos dos nossos amigos para além de quem consta nos agradecimentos. Assim, para aqueles que muito me ajudaram mas que não mencionei, muito obrigado.

## Resumo

### Pairs Trading: Hedging with an edge?

As taxas de retorno anualizado, as taxas máxima de *drawdown*, os rácios de Sharpe, os *holding period* médios, as diferenças de perdas consecutivas e os totais de *trades*, obtidos numa estratégia de *pairs trading* entre ações (em que os pares de ações foram emparelhados por um algoritmo proprietário que combina o teste de Dickey-Fuller aumentado com o teste à correlação de Pearson) e os placebos (em que os pares de ações foram emparelhados aleatoriamente) não apresentaram diferenças estatisticamente significativas para o período de 2005 a 2010, podendo concluir-se que o emparelhamento das ações usando o teste de Dickey-Fuller aumentado e o teste à correlação de Pearson não garante uma escolha superior dos pares quando comparado com um emparelhamento aleatório.

Apenas para os anos de 2008 e 2009 (que implica a negociação durante 2007 e 2008 respetivamente) verificaram-se diferenças estatisticamente significativas nas variáveis mais ligadas ao retorno e ao risco (com melhores resultados nos placebos), podendo tal estar eventualmente relacionado com a crise do *subprime* (desencadeada em 2006) e com as restrições ao *short selling* implementadas no fim de setembro de 2008 para mais de 1.000 ações do setor financeiro.

Para o período de 2005 a 2010, concluiu-se que os ETF, em termos globais, apresentam um menor risco de *drawdown*, mas também um pior rácio de Sharpe, o que pode indiciar um eventual sacrifício de retornos, embora não se tenham observado diferenças estatisticamente significativas ao nível das taxas de retorno anualizadas.

Procedendo a uma escolha superior no emparelhamento dos pares a negociar tendo em conta os melhores retornos (terceiro quartil) das ações, placebos e ETF chegou-se à conclusão que os retornos dos pares de ações nas escolhas superiores respondem ao risco sistemático (de mercado), *i.e.* quanto maior o retorno, maior o risco. As diferenças estatisticamente significativas nas escolhas superiores nos retornos dos pares de ações *versus* pares de ETF devem-se, pelo menos em parte, à presença de *uninformed traders* nas ações e ausência nos ETF. A presença de *uninformed traders* nas ações aumenta o risco da estratégia (via aumento do risco

sistemático) justificando os retornos superiores assim exigidos. No caso das ações, embora o risco sistemático (risco de mercado) não exista no agregado devido à diversificação e por se tratar de uma estratégia neutral de mercado, ele está presente nas escolhas superiores, deixando neste caso de ser uma estratégia neutral de mercado, devido à presença de *uninformed traders* que, supostamente, originam o *mispricing*, no entanto é aí, mediante um maior risco, que existe também um maior retorno. O fator  $R_m - R_f$  (risco sistemático) corrobora esta conclusão, tendo-se revelado um preditor significativo dos retornos da estratégia, ou seja, o risco do mercado responde em parte pelos retornos das ações da estratégia de *pairs trading* nas escolhas superiores (tal já não acontece nos ETF – quer para a amostra global, quer para as escolhas superiores). Os retornos superiores em estratégias de *pairs trading* são a justa remuneração por garantir a “*law of one price*” supondo o *mispricing* como temporário. O baixo retorno e risco na negociação de ETF (sem variações significativas entre pares), mesmo nas escolhas superiores *versus* escolhas superiores nas ações, confirmam tal suposição. Assim, os retornos da estratégia são uma remuneração “paga” pelos *uninformed traders* e podem ser considerados como uma justa remuneração pelo risco de mercado. O eventual risco de falência devido a *short squeeze*, não mostrou ter impacto nos retornos, seja na amostra global, seja para as escolhas superiores, por isso não se pode dizer que os retornos anormais sejam, em parte, uma remuneração por um risco escondido.

Palavras-chave: *pairs trading*, arbitragem de valor relativo, estratégia neutral ao mercado, retornos anormais, risco sistemático, ações, *exchange traded funds*, *uninformed trading*, *informed trading*, teste Dickey-Fuller aumentado, *short squeeze*

## **Abstract**

### **Pairs Trading: Hedging with an edge?**

Annual rates of return, maximum drawdown rates, Sharpe ratios, average holding periods, differences from the consecutive losses and total trades, obtained based on a pairs trading strategy between shares and placebos (employing a proprietary algorithm that combines the Augmented Dickey-Fuller and the Pearson correlation tests and a random selection method respectively), do not exhibit statistically significant differences during the 2005 to 2010 period, thus corroborating that share pairing choices employing the Augmented Dickey-Fuller and the Pearson correlation tests do not guarantee superior pairs choice when compared to random selection methods.

Statistically significant differences between stocks and placebos for variables more closely related to returns and risk were found in the years 2008 and 2009 (which implies that the negotiations occurred during 2007 and 2008, respectively). Such findings may have been driven by the subprime crisis (started in 2006) and the short selling restrictions implemented late September 2008 on over 1,000 stock tickers from the financial sector.

In general, during the 2005 to 2010 period, the ETFs were found to exhibit a lower drawdown risk as well as a worse Sharpe ratio, which suggests lower rates of returns though the differences in annual rates of return were not observed to be statistically significant.

Employing a superior pairing strategy to select trades based on best returns (third quartile) of shares, placebos and ETFs suggests that the resulting selection of share pairs are driven by the market's systemic risk, i.e. the higher the risk, the higher the return. The statistically significant differences observed in the superior share pairs' returns versus those of ETFs pairs are partially due to the presence of uninformed traders in the shares market and their absence in the ETFs market. The prevalence of uninformed traders in the shares market increases the strategy's risk (through an increase in system risk), thus justifying the demand for higher returns. In the case of shares, even though the systemic risk (market risk) is non-existent due to portfolio diversification and the resulting neutral market strategy, such type of risk exists in the superior choices, thus making the latter a non-neutral market strategy, due to the presence of uninformed

traders and the resulting mispricing. However, the superior choices offer greater returns due to their greater risk. The  $R_m - R_f$  factor (systemic risk) corroborates such conclusion and it is a significant predictor of the strategy's returns, i.e., the systemic risk influences the returns of the superior share pairs strategy (but does not impact the returns of ETFs – both in the overall and superior choices samples). Assuming a temporary mispricing, the higher returns in pairs trading strategies are appropriate in order to guarantee the “law of one price”. The lower returns and risk associated with ETF trading (without significant variations across pairs), even when assessing the performance of the selected superior ETF versus superior shares, confirms such proposition. In this realm, the strategy's returns are “paid” by the uninformed traders and thus can be considered a fair reward for market risk. The potential bankruptcy risk resulting from short squeezes did not exhibit an impact on returns, both in the overall and superior choices samples. Hence, abnormal returns could not be interpreted as partial rewards for hidden risks.

Keywords: pairs trading, relative-value arbitrage, market-neutral strategy, abnormal returns, systemic risk, stocks, exchange traded funds, uninformed trading, informed trading, Augmented Dickey-Fuller test, short squeeze

## Sumário

Agradecimentos .....	2
Resumo .....	3
Abstract .....	5
Sumário .....	7
Lista de gráficos .....	12
Lista de tabelas .....	13
Lista de fórmulas .....	16
Nota .....	17
Introdução .....	18
1.1. Conceptualização.....	23
1.1.1. Identificação do problema .....	23
1.1.2. Exploração do problema .....	24
1.1.3. Formulação do problema .....	25
1.1.4. Contribuição para a literatura existente.....	27
1.2. <i>Pairs trading</i> (mercado neutral) .....	29
1.2.1. Antecedentes do <i>pairs trading</i> .....	33
1.2.2. Resumo da principal literatura .....	35
1.2.3. Metodologia .....	36
Capítulo 2 – Metodologia.....	39
2.1 Escolher as melhores ações para formar os pares .....	39
2.1.1. Correção dos dados .....	39
2.1.2. Escala logarítmica de preços.....	39
2.1.3. Eleger os melhores pares para negociar.....	44
2.1.3.1. Seleção dos pares .....	44
2.1.3.2. Correlação <i>versus</i> Cointegração .....	59

2.2. Síntese do capítulo 2.....	60
Capítulo 3 – Emparelhamento de pares para negociar.....	63
3.1. Escolha das ações a emparelhar de acordo com GGR.....	63
3.2. Escolha das ações a emparelhar de acordo com os <i>practionners</i> .....	63
3.3. Algumas noções de cointegração, sobre séries estacionárias e não estacionárias ...	65
3.3.1. Testes de estacionaridade .....	67
3.3.2. Teste de Dickey-Fuller aumentado.....	67
3.4. Escolha dos pares conduzindo um algoritmo proprietário.....	69
3.5. Enviesamentos na escolha de pares.....	69
3.5.1. <i>Overfitting</i> .....	70
3.5.2. <i>Data-snooping</i> .....	71
3.5.3. Efeito placebo .....	73
3.6. Enviesamentos na performance do <i>backtest</i> .....	74
3.6.1. <i>Overfitting</i> .....	74
3.6.2. <i>Data-snooping</i> .....	74
3.6.3. Erro <i>postdictive</i> .....	74
3.6.4. <i>Later rule</i> ou <i>one day waiting</i> .....	74
3.6.5. <i>Slippage</i> .....	76
3.6.6. Enviesamento da <i>plus-tick rule</i> .....	79
3.6.7. Custos de transação contabilizados no final.....	80
3.6.8. <i>Window dressing</i> .....	81
3.6.9. <i>Herding behaviour</i> .....	81
3.7. Síntese do capítulo 3.....	82
Capítulo 4 – Ações vs. placebos .....	84
4.1. Introdução .....	84
4.2. Descrição das variáveis em análise .....	85
4.2.1. Taxa de retorno anualizada .....	85

4.2.2. Taxa máxima de <i>drawdown</i> .....	86
4.2.3. Rácio de Sharpe .....	87
4.2.4. <i>Holding period</i> médio .....	89
4.2.5. Diferença entre as perdas consecutivas esperadas e registadas .....	90
4.3. Descrição da Análise Estatística.....	94
4.4. Resultados .....	95
4.4.1. Global .....	96
4.4.1.1. Comparação entre os grupos.....	97
4.4.1.2. Retorno em excesso considerando o cômputo do retorno da estratégia e do dinheiro.....	102
4.4.2. Estudo seccionado .....	103
4.4.2.1. Avaliação de pressupostos .....	104
4.4.2.2. Testar a normalidade graficamente – gráficos <i>normal Q-Q plot</i> .....	105
4.4.2.3. Testar a normalidade – teste Shapiro Wilk .....	108
4.4.2.4. Teste de Levene para a igualdade das variâncias .....	110
4.4.2.5. Avaliação das diferenças entre os dois grupos .....	111
4.5. Síntese do capítulo 4. ....	121
Capítulo 5 – ações vs ETF .....	126
5.1. Introdução .....	126
5.1.1. Escolha dos ETF .....	126
5.2. Objetivo.....	127
5.3. Resultados .....	128
5.3.1. Taxas de retorno e máxima de <i>drawdown</i> .....	128
5.4. Global – ações e ETF .....	131
5.4.1. Verificação dos pressupostos .....	131
5.7.2. Comparação entre os grupos .....	131
5.5. Síntese do capítulo 5. ....	133

Capítulo 6 – ETF, ações e placebos – Escolhas superiores.....	135
6.1. Retornos da estratégia para escolhas superiores .....	135
6.3. Escolhas superiores das ações e placebos .....	135
6.4. Taxa de retorno em excesso das ações e placebos para escolhas superiores corrigido ao dinheiro em liquidez.....	137
6.5. Comparação entre ações e placebos para escolhas superiores .....	138
6.5.1. Verificação dos pressupostos .....	139
6.5.2. Avaliação das diferenças entre os grupos.....	139
6.6. Escolhas superiores dos ETF vs. ações vs. placebos.....	142
6.7. Comparação entre ETF, ações e placebos .....	144
6.7.1. Verificação dos pressupostos (ETF, ações e placebos) – Escolhas superiores	144
6.7.2 Avaliação das diferenças entre os grupos.....	145
6.7.2.1. ETF <i>versus</i> ações – Escolhas superiores.....	145
6.7.2.2. ETF <i>versus</i> placebos – Escolhas superiores .....	147
6.8. Síntese do capítulo 6.....	149
Capítulo 7 – Explicação das diferenças entre os retornos nas escolhas superiores .....	150
7.1. Risco sistemático do excesso de retorno da estratégia de <i>pairs trading</i> .....	150
7.1.1. Três fatores de Fama & French .....	150
7.1.2. Movimento do mercado.....	151
7.1.3. Análise de regressão linear múltipla aos quatro fatores de Fama-French-Carhart .....	151
7.2. <i>Informed traders vs uninformed traders</i> .....	154
7.2.1. Identificação de informed traders no mercado de ETF .....	156
7.2.2. Identificação de informed traders no mercado de Ações .....	156
7.2.3. <i>Skew</i> .....	158
7.2.3.1. Diferença estatisticamente significativa entre os ETF e ações no que respeita à <i>skew</i> . .....	159

7.2.4. <i>Slippage</i> .....	161
7.2.5. Volatilidade .....	165
7.2.6. <i>Holding period</i> .....	168
7.2.7. Capitalização bolsista .....	169
7.2.8. Acionistas institucionais .....	171
7.2.9. Risco de <i>short squeeze</i> .....	172
7.2.10. Regressão das várias <i>slippage</i> , máxima <i>skew</i> , <i>holding period</i> médio e acionistas institucionais.....	175
7.2.10.1. Regressão das variáveis <i>slippage</i> , máxima <i>skew</i> , <i>holding period</i> médio e acionistas institucionais – Amostra global.....	175
7.2.10.2. Regressão das variáveis <i>slippage</i> , máxima <i>skew</i> , <i>holding period</i> médio e acionistas institucionais – Escolhas superiores .....	176
7.2.11. Agrupamento dos ativos em dois grupos .....	177
7.2.11.1. Anova - Amostra global .....	178
7.2.11.2. Anova – Escolhas superiores .....	180
7.3 Síntese do capítulo 7.....	182
Capítulo 8 – Conclusões .....	183
8.1. Conclusões .....	183
8.1.1. Sumário da abordagem.....	183
8.1.2. Sumário da metodologia .....	184
8.2. Futuros contributos.....	188
Bibliografia.....	192

## Lista de gráficos

Gráfico 1 Movimento do preço de duas ações com preços diferentes e retornos percentuais diários iguais – sentido positivo .....	40
Gráfico 2 <i>Spread</i> entre o preço de duas ações com preços diferentes e retornos percentuais diários iguais - sentido positivo .....	41
Gráfico 3 Movimento do preço de duas ações com preços diferentes e retornos percentuais diários iguais – sentido negativo.....	42
Gráfico 4 <i>Spread</i> entre o preço de duas ações com preços diferentes e retornos percentuais diários iguais - sentido positivo – sentido negativo .....	42
Gráfico 5 Movimento do preço logaritmo de duas ações com preços diferentes e retornos percentuais diários iguais – sentido negativo .....	43
Gráfico 6 <i>Spread</i> entre o preço logaritmo de duas ações com preços diferentes e retornos percentuais diários iguais - sentido positivo – sentido negativo.....	43
Gráfico 7 Preços de mercado da France Telecom (Paris) Vs. France Telecom (NYSE) entre Abril e Junho de 2006 em EUR e USD. ....	56
Gráfico 8 Preços de mercado para as ações AEP, ETR, SRE, EIX e D de janeiro de 2005 a julho de 2010.....	60
Gráfico 9 Normal Q-Q <i>Plot</i> ano 2008.....	105
Gráfico 10 Normal Q-Q <i>Plot</i> ano 2009.....	107
Gráfico 11 Taxas de retorno anualizadas para os placebos <i>versus</i> ações para os diferentes anos estudados e em termos globais. ....	121
Gráfico 12 Taxa máxima de <i>drawdown</i> média para os placebos <i>versus</i> ações para os diferentes anos estudados e em termos globais. ....	122
Gráfico 13 Valores médios do rácio de Sharpe para os placebos <i>versus</i> ações para os diferentes anos estudados e em termos globais. ....	122
Gráfico 14 Valores do <i>holding period</i> médio para os placebos <i>versus</i> ações para os diferentes anos estudados e em termos globais. ....	123
Gráfico 15 Valores médios das diferenças das perdas consecutivas para os placebos <i>versus</i> ações para os diferentes anos estudados e em termos globais. ....	123
Gráfico 16 Distribuição percentual das ações e ETF pelos dois clusters – Global .....	179
Gráfico 17 Distribuição percentual das ações e ETF pelos dois <i>clusters</i> – Escolhas superiores	181

## Lista de tabelas

Tabela 2 <i>Bid/Ask spread</i> e média de transação dos principais índices de ações dos EUA e Europa.....	45
Tabela 3 Russell Midcap®.....	48
Tabela 4 <i>Turnover Ratio</i> de 466 empresas depois de aplicado um filtro a 4378 empresas por capitalização bolsista e volume médio de negociação.....	51
Tabela 5 Resultados da aplicação de critérios tais como capitalização bolsista e volume de negociação para reduzirem os veículos com <i>bid-ask spread</i> maior.....	52
Tabela 6 Valores de correlação e cointegração dos pares AEP-ETR, AEP-SRE, AEP-EIX e APE-D.....	60
Tabela 7 Taxas médias anualizadas de retorno e máximo <i>drawdown</i> das ações e placebos .....	96
Tabela 8 Teste Levene para igualdade de variâncias – Global .....	97
Tabela 9 teste <i>t</i> para amostras independentes – Global.....	98
Tabela 10 Teste Levene para igualdade das variâncias – Total Trades – Global .....	99
Tabela 11 Teste <i>t</i> para amostras independentes – Total Trades – Global.....	100
Tabela 12 <i> Holding period</i> médio e número de <i>Pair Trades</i> médio entre ações e placebos .....	102
Tabela 13 Retorno anualizado médio, retorno anualizado do disponível e retorno anualizado em excesso entre ações e placebos.....	103
Tabela 14 Teste Shapiro Wilk – 2008.....	109
Tabela 15 Teste Shapiro Wilk – 2009.....	109
Tabela 16 Teste Levene para igualdade das variâncias – 2005 a 2010.....	110
Tabela 17 Teste <i>t</i> para amostras independentes – 2005.....	111
Tabela 18 Teste <i>t</i> para amostras independentes – 2006 .....	113
Tabela 19 Teste <i>t</i> para amostras independentes – 2007 .....	114
Tabela 20 Teste <i>t</i> para amostras independentes – 2008.....	116
Tabela 21 Teste Wilcoxon – 2008 .....	116
Tabela 22 Teste Wilcoxon – 2009 .....	118
Tabela 23 Teste <i>t</i> para amostras independentes – 2010 .....	119
Tabela 24 Taxa de retorno anualizada s/ custos e c/custos e taxa média de <i>drawdown</i> – ações e ETF .....	129
Tabela 25 Teste Levene para igualdade de variâncias – Global – ações e ETF.....	131
Tabela 26 Teste <i>t</i> para amostras independentes ETF versus ações – Global .....	132

Tabela 27 Taxa de retorno em excesso das ações e placebos para escolhas superiores .....	136
Tabela 28 Taxa média máxima de <i>drawdown</i> das ações e placebos para escolhas superiores	136
Tabela 29 Taxa de retorno em excesso das ações e placebos para escolhas superiores corrigido ao dinheiro em liquidez.....	138
Tabela 30 Teste de Levene para a igualdade de variâncias – ações e placebos, escolhas superiores – Global.....	139
Tabela 31 Teste <i>t</i> para amostras independentes – ações e placebos, escolhas superiores - Global .....	140
Tabela 32 Taxa de retorno em excesso dos ETF, ações e placebos para escolhas superiores - Global. ....	142
Tabela 33 Taxa média máxima de <i>drawdown</i> das ações e placebos para escolhas superiores - Global .....	143
Tabela 34 Taxa de retorno em excesso dos ETF, ações e placebos para escolhas superiores corrigida ao dinheiro em liquidez - Global.....	143
Tabela 35 Teste de Shapiro Wilk – ETF para escolhas superiores .....	144
Tabela 36 Teste de Levene para a igualdade de variâncias – ETF – ações – Taxa máxima de <i>drawdown</i> – escolhas superiores.....	145
Tabela 37 Teste de Levene para a igualdade de variâncias – ETF – placebos – Taxa máxima de <i>drawdown</i> – escolhas superiores.....	145
Tabela 38 Teste <i>t</i> para a igualdade de médias – ETF <i>versus</i> ações – Escolhas superiores ....	145
Tabela 39 Teste de Wilcoxon – ETF <i>versus</i> ações – Escolhas superiores.....	146
Tabela 40 Teste <i>t</i> para a igualdade de variâncias – ETF – placebos – Taxa máxima de <i>drawdown</i> – Escolhas superiores .....	147
Tabela 41 Teste de Wilcoxon – ETF <i>versus</i> placebos – Escolhas superiores.....	148
Tabela 42 Análise de regressão linear múltipla dos retornos dos pares para os quatro fatores de Fama-French-Carhart - Global.....	152
Tabela 43 Análise de regressão linear múltipla dos retornos dos pares para os quatro fatores de Fama-French-Carhart - Escolhas superiores.....	153
Tabela 44 Teste Levene para igualdade de variâncias – Máxima <i>skew</i> 2005-2010.....	160
Tabela 45 Teste <i>t</i> – Máxima <i>skew</i> 2005-2010 .....	160
Tabela 46 Teste Levene para igualdade de variâncias – Máxima volatilidade 2005-2010 - Global .....	166
Tabela 47 Teste <i>t</i> – Máxima volatilidade 2005-2010 – Global .....	167

Tabela 48 Regressão das variáveis <i>slippage</i> , máxima <i>skew</i> , <i>holding period</i> médio e acionistas institucionais - Amostra global .....	176
Tabela 49 Regressão das variáveis <i>slippage</i> , máxima <i>skew</i> , <i>holding period</i> médio e acionistas institucionais – Escolhas superiores .....	177
Tabela 50 ANOVA para as variáveis <i>slippage</i> , máxima <i>skew</i> , <i>holding period</i> médio e accionsitas institucionais –Global.....	178
Tabela 51 ANOVA para as variáveis <i>slippage</i> , máxima <i>skew</i> , <i>holding period</i> médio e acionsitas institucionais – Escolhas superiores .....	180

## Lista de fórmulas

Fórmula 1 <i>Turnover ratio</i> .....	52
Fórmula 3 Coeficiente de correlação de Pearson .....	64
Fórmula 4 Coeficiente de correlação dos postos de Spearman.....	64
Fórmula 5 Passeio aleatório com tendência .....	67
Fórmula 6 Teste de Dickey-Fuller aumentado .....	68
Fórmula 7 Bid-ask spread .....	76
Fórmula 8 Kyle's Lambda.....	77
Fórmula 9 Cálculo do custo de <i>slippage</i> de acordo com Frino, Kruk & Lepone (2006) ....	78
Fórmula 10 Cálculo do volume médio ponderado do preço .....	78
Fórmula 11 Cálculo do custo de <i>slippage</i> de acordo com o autor.....	79
Fórmula 12 Cálculo da taxa de retorno anualizada .....	85
Fórmula 13 Cálculo do <i>drawdown</i> .....	86
Fórmula 14 Cálculo do máximo <i>drawdown</i> .....	86
Fórmula 15 Rácio de Sharpe .....	88
Fórmula 16 Teoria da utilidade esperada .....	90
Fórmula 17 Teoria do prospecto .....	91
Fórmula 18 <i>Fundamental Fórmula of Gambling</i> .....	94
Fórmula 19 Cálculo do excesso de retorno da carteira.....	101
Fórmula 20 Cálculo do terceiro quartil conforme Freud & Perles (1987).....	135
Fórmula 21 <i>Probability of informed trading</i> .....	157
Fórmula 22 <i>Probability of informed trading - Trivial</i> .....	157
Fórmula 23 <i>Skewness</i> .....	159
Fórmula 24 Cálculo do <i>bid-ask spread</i> .....	161
Fórmula 25 Viana's <i>slippage</i> .....	164
Formula 26 Cálculo do <i>days to cover</i> .....	174

## **Nota**

Apesar desta tese estar escrita em língua portuguesa, são frequentemente utilizadas expressões anglo-saxónicas pelo facto de tais expressões fazerem parte do uso corrente nos termos e descrição dos conceitos subjacentes e por muitas vezes essas expressões não terem tradução ou não estarem ainda sequer verdadeiramente instituídas na língua portuguesa.

## Introdução

Esta tese nasce da necessidade de obter uma resposta para a robustez do excesso de retorno verificado na vasta literatura para estratégia de *pairs trading*.

O referido excesso de retorno (retornos anormais) coloca em causa a teoria do mercado eficiente, visto a estratégia de *pairs trading* ser uma estratégia negocial neutral ao mercado (não direcional), da qual seriam esperados retornos que não fossem superiores aos custos de transação ou pelo menos que não fossem superiores a uma taxa média de retorno para o risco idêntico.

Parte-se do princípio que no longo prazo e de forma consistente é impossível obter do mercado retornos anormais. A partir dessa assunção procura-se, ao longo de oito capítulos, decantar a estratégia de *pairs trading* por vários processos para que seja possível responder às questões: se está-se perante uma estratégia de arbitragem com uma vantagem proporcionada por um *mispricing* temporário e/ou pela presença de *uninformed traders*? Essa aparente vantagem é uma justa remuneração por um risco que não é óbvio à primeira vista? Se sim, qual?

O primeiro capítulo trata a conceptualização da tese, nomeadamente a identificação e exploração do problema através da revisão da literatura existente, formula o problema a resolver (introduz o pensamento - a questão de fundo): os retornos em excesso existem devido a uma oportunidade gerada por uma fricção/ineficiência do mercado (e a existir, saber o que a gera - i.e. se pode ser atribuída ao *uninformed trading*)? O binómio risco/recompensa envolvido na estratégia não está realmente (ou totalmente) documentado na literatura existente ou há um risco escondido dificilmente observado?

No primeiro capítulo é também levantada uma questão secundária - perceber se o *pairs trading* pode constituir um risco de criar bolhas ou depressões no mercado e na economia. Ainda no primeiro capítulo é indicada a contribuição que a tese pode dar para a literatura existente, nomeadamente: fornecer testes atuais, sujeitos a novas circunstâncias, expurgados de eventuais enviesamentos, estendidos a outros ativos, não só às ações, mas em particular aos *exchange-traded funds* (ETF) sobre índices americanos. Ao mesmo tempo considera-se os

efeitos do *(un)informed trade* na rendibilidade da estratégia de *pairs trading* e identifica-se a(s) razão(ões) para os retornos anormais documentados na estratégia de *pairs trading*. Procura-se igualmente confirmar, negar ou completar as teses dos autores cujo contributo é mais relevante e consistente, despistar a teoria do mercado eficiente, permitir a obtenção de informação útil à regulação dos mercados, nomeadamente no que diz respeito a operações de *short selling*. Por fim, procura-se perceber se o teste Dickey-Fuller Aumentado (ADF) permite um emparelhamento superior dos pares face a uma escolha aleatória dentro de determinado setor e/ou indústria qual o impacto dos *un(informed) traders* na estratégia de *pairs trading* e, conseqüentemente, na eficiência do mercado, bem como levantar problemas úteis para futuras pesquisas. Ainda no primeiro capítulo faz-se um levantamento da principal literatura e dos antecedentes da estratégia de *pairs trading*, e explica-se como essa estratégia é desenvolvida e aplicada.

O segundo capítulo é dedicado a explicar a metodologia aplicada, começando pela correção dos dados (séries temporais de preços), por se tratar de dados de negociação bolsista referentes a vários anos e por isso pode existir alterações dos valores dos dados sem relevância, mas com impacto no problema em análise. Explica-se igualmente porque se usa uma escala logarítmica de preços e como são eleitos os pares a negociar, nomeadamente os critérios de seleção das ações a compor os pares (i.e. dados históricos com mais de 10 anos; cotação acima de 5 dólares americanos; capitalização bolsista, etc.).

No terceiro capítulo faz-se uma incursão por um dos trabalhos mais relevantes sobre o *pairs trading* para se perceber como a escolha das ações foi efetuada. Esse trabalho utiliza a soma dos quadrados das diferenças entre a série de preços normalizados de cada ação que compõe o par. Por outro lado, a cointegração popularizou-se nos últimos 10 anos face ao método da correlação que reflete os comovimentos dos retornos, os quais são suscetíveis de grande instabilidade ao longo do tempo. Por isso apresenta-se algumas noções de cointegração sobre séries estacionárias e não estacionárias e em particular aborda-se o teste Augmented [aumentado] Dickey-Fuller (ADF), por ser geralmente o mais usado em processos de seleções de pares para uso em estratégias de *pairs trading*.

No terceiro capítulo explicou-se ainda como foi criado o algoritmo que permite combinar as ações selecionadas para formar os vários pares a negociar. Deu-se também atenção aos

enviesamentos suscetíveis de afetar os resultados dos testes de negociação e explicou-se a necessidade de criar um grupo de controlo a que foi dado o nome de placebos. Esse grupo de controlo é o que resultou da formação de vários pares de ações através da combinação aleatória das ações já selecionadas. A única diferença entre as ações e os placebos, é que no primeiro grupo as ações foram emparelhadas de acordo com os resultados de um algoritmo proprietário explicado neste capítulo, enquanto no segundo as ações foram emparelhadas aleatoriamente.

O primeiro, segundo e terceiro capítulos serviram para fazer a revisão da literatura, identificar os problemas e explicar como foi feita a escolha dos pares e a os *back tests* à negociação. Já os restantes capítulos foram dedicados à análise dos resultados dos *back tests* e respetivas conclusões.

No quarto capítulo, com objetivo de avaliar a possível existência de diferenças estatisticamente significativas entre os grupos ações e placebos, realizou-se vários testes estatísticos (teste *t* ou Wilcoxon conforme o mais adequado), com ênfase nas variáveis: taxa de retorno anualizada; taxa máxima de *drawdown*, ao rácio de Sharpe; *holding period* médio; diferença entre as perdas consecutivas esperadas e registadas. Todas elas descritas detalhadamente logo no início do capítulo.

Os resultados obtidos visavam determinar se o algoritmo proprietário, assente no teste ADF e no teste de correlação de Pearson, permitia, como geralmente defendem os *practionners*, obter uma escolha superior no emparelhamento dos pares. Uma evidência positiva, permitiria avançar para a análise dessas eventuais diferenças de forma a poder explicá-las e consequentemente poder explicar a causa dessas escolhas superiores, respondendo assim às questões formuladas em resposta ao problema suscitado nesta tese. Porém, concluiu-se que as referidas variáveis apresentam médias aproximadamente semelhantes. Daí não ser possível concluir que o emparelhamento das ações usando o método descrito garanta uma escolha superior dos pares (quando comparado com um emparelhamento aleatório - placebos), isso tanto para todo o período em análise (2005 a 2010) como para cada um dos anos que constituem esse período (estudo seccionado).

Face a estes resultados, que diga-se não eram os esperados, foi necessário seguir um rumo diferente do planeado inicialmente e adaptar as análises e testes subsequentes às conclusões que se obtiveram no quarto capítulo.

Assim, no quinto capítulo introduziu-se os *Exchange-Traded Funds* que procuram replicar um indicador de referência eficiente e relevante e procurou-se que os ativos subjacentes que constituem esse indicador estivessem também presentes em outros ETF analisados. Atendendo às características detalhadamente descritas no quinto capítulo, assumiu-se que a oportunidade de arbitragem entre ETF com o mesmo indicador de referência seria a proporcionada pela volatilidade do *tracking error* de cada um e/ou ineficiências momentâneas na ausência pontual de *market maker*, as quais seriam imediatamente aproveitadas por arbitragistas.

Considerou-se ainda que os principais ganhos obtidos pela diversificação são atingidos com um cabaz de cerca de 20 ações não correlacionadas onde a variação das taxas de retorno se assemelha bastante ao mercado. Assim, mediante a escolha de um ETF cujo indicador de referência tenha um cabaz alargado de ações de referência, assumiu-se a eliminação do risco específico, ficando apenas expostos ao risco de mercado.

Explicou-se as razões conducentes à suposição de que a maioria das transações é feita por *informed traders* (ou participantes incapazes de criar ruído ou desequilíbrios para além das diferenças de *slippage* e volatilidade do *tracking error*). As razões vão desde a presença de *market maker* à facilidade de comparar o ETF com o indicador de referência ou com os ativos subjacentes. Com isto, procurou-se avaliar a possível existência de diferenças estatisticamente significativas entre dois grupos, neste caso entre ações e ETF no que respeita às variáveis descritas no quarto capítulo. Com o intuito de perceber se os resultados obtidos entre os ETF e as ações podiam ser atribuídos às características de cada um, nomeadamente a diversificação inerente aos ETF e a ausência de ruído provocada por *uninformed traders*, a avaliação foi feita para o conjunto total da amostra.

No sexto capítulo fez-se o mesmo tipo de análise, desta vez para os pares de ações e ETF que poderiam ser considerados o resultado de uma escolha superior, pois só assim era possível comparar os retornos dos melhores pares entre as ações e placebos e entre ações e

ETF, garantido que o emparelhamento dos pares em ambos os casos seria sempre resultado de uma escolha superior. Para esse efeito tomou-se as ações cujos retornos se situavam no terceiro quartil.

Como dos testes efetuados no quinto e sexto capítulo se concluiu que os retornos dos ETF e das ações não diferiam significativamente para a amostra global, mas diferiam para as escolhas superiores, procurou-se explicar essas diferenças significativas no sétimo capítulo.

No sétimo capítulo começou-se por verificar se os retornos registados para as escolhas superiores podiam ser explicados pelo risco sistemático (risco do mercado) e/ou movimento do mercado através da regressão linear múltipla aos quatro fatores indicados: três fatores de Fama & French (1993) aumentado do fator adicional *Momentum* de Carhart (1997). De seguida procedeu-se à identificação da presença de *informed traders* nos ETF e nas ações, explicando quais as variáveis a considerar, nomeadamente a *slippage*, volatilidade, *holding period*, capitalização bolsista, acionistas institucionais, e risco de *short squeeze*.

As aludidas variáveis foram então incorporadas, como preditores, num modelo de regressão linear múltipla com o propósito de obter um modelo o mais parcimonioso possível de prever os retornos da estratégia. Foram considerados modelos para a amostra global e para as escolhas superiores. A seguir procedeu-se à categorização das variáveis *supra* referidas aplicando-se uma técnica de classificação não-hierárquica – *k-Means* – para agrupar os ativos em dois grupos (*uninformed traders versus informed traders*). Por fim, procedeu-se à análise da estatística *F* da ANOVA dos *clusters* com o propósito de identificar quais as variáveis com maior importância tanto para a amostra global, como para as escolhas superiores.

A tese termina com uma conclusão onde é apresentado um sumário da abordagem e da metodologia utilizada, as conclusões finais alcançadas em resultado dos testes empíricos desenvolvidos no âmbito desta tese e a resposta ao problema, bem como a contribuição para a literatura existente e possíveis trabalhos futuros relacionados com os resultados obtidos e conclusões alcançadas.

## Capítulo 1 – Revisão da literatura

### 1.1. Conceptualização

#### 1.1.1. Identificação do problema

O meio acadêmico é fértil em trabalhos empíricos, teóricos e em discussões sobre a hipótese do mercado eficiente proposta por Fama (1970), que postula que os preços dos ativos financeiros refletem instantânea e inteiramente todas as informações relevantes disponíveis.

Nessa perspectiva, no longo prazo e de forma consistente, é impossível obter do mercado retornos anormais (acima do que seria a taxa média de retorno para risco idêntico). As estratégias que contrariem a tão popular hipótese do mercado eficiente, apresentando oportunidades de retornos anormais, são sempre objeto de interesse por parte dos acadêmicos que procuram determinar os fatores na origem de tais retornos em excesso e que possam confirmar ou negar a hipótese do mercado eficiente.

Uma dessas estratégias que alegadamente produz retornos anormais e que daí levanta o problema de colocar em causa a teoria do mercado eficiente é o *pairs trading*, uma estratégia comercial não direcional que permite ao investidor lucrar da relação entre dois ativos financeiros, comprando um e simultaneamente vendendo outro (conforme explicado de forma pormenorizada mais à frente no ponto n.º 2 do presente capítulo).

Testes efetuados entre 1962 e 2002 sobre ações americanas identificam retornos anuais de 11% em *self financing portfolios*<sup>1</sup> usando uma estratégia de *pairs trading*, o que excede os custos de transação mais conservadores (Gatev *et al.*, 2006) e usando dados de ações de Taiwan, os retornos excedem os 10.18% anuais (Andrade, di Petro & Seasholes, 2005).

---

<sup>1</sup> Uma carteira que se autofinancia, gerando o aumento do seu capital a partir do seu próprio rendimento, pelo que não se verifica qualquer retirada ou entrada exógena de dinheiro.

Como é capaz uma estratégia de *pairs trading*, alegadamente de mercado neutral (não direcional), produzir retornos anormais?

### 1.1.2. Exploração do problema

A robustez do excesso de retorno verificado indica que os lucros da estratégia de *pairs trading* resultam:

- a) do *mispricing* temporário *elou*,
- b) de *uninformed trading shocks elou*,
- c) de uma justa remuneração por um risco que não é óbvio à primeira vista.

Alguns autores consideraram que o excesso de retorno pode ser resultado de um *mispricing* temporário (ineficiência ou fricção) dos seus substitutos próximos e que os retornos verificados estão relacionados com os *agency costs* da arbitragem profissional, sendo assim uma justa compensação pela promoção da *law of one price*<sup>2</sup> (Gatev *et al.*, 2006).

Outros ligam os retornos e risco da estratégia aos *uninformed trading shocks*, o que num mercado com capacidade limitada de suportar o risco pode gerar uma pressão temporária no preço (Andrade *et al.*, 2005). Na perspetiva da captação e compreensão imperfeita da informação, em conjunto com a adoção de comportamentos especulativos estratégicos, podem gerar-se assimetrias de informação e por isso introduzir-se distorções e ruído que impedem que os preços reflitam de forma verdadeira e atual os seus fundamentais. Tais movimentos são ampliados por via do fluxo de ordens dos participantes não informados e podem provocar reações empoladas ao ser-lhes atribuído, erradamente, maior importância que a realmente

---

<sup>2</sup> Lei económica assente no princípio do mercado eficiente, no qual o preço de determinado ativo deve ser igual ao preço de um outro ativo seu substituto considerando os custos de transação, isto porque os vendedores vão tentar vender ao preço máximo prevalecente e os compradores ao preço mínimo prevalecente, dando oportunidade de arbitragem com a compra do produto mais barato e venda do mais caro, fazendo com que venham a convergir.

justificada pelos fundamentais (Allsop, 2003). Esses movimentos podem levar à liquidação simultânea de várias posições com peso significativo no mercado por parte dos participantes mais informados e induzir os participantes menos informados a seguirem também o *order flow* do mercado, imitando os primeiros (efeito de contágio), mesmo que sem sustento nos fundamentais (Calvo, 2002).

Mesmo nas ações sujeitas a choques idiossincráticos, devido a informação específica sobre a empresa que altere o juízo fundamental sobre os valores mobiliários que a representam, é esperado continuarem a mover-se correlacionadas com os seus substitutos próximos, mesmo quando o impacto da informação seja de tal maneira forte que altere o preço das ações de forma mais persistente e por isso origine uma nova diferença de preços (*spread/ratio*) entre estes e os substitutos (Andrade *et al.*, 2005). Ainda assim, Engelberg *et al.* (2009) encontraram evidências que os choques idiossincráticos que criam diferenças permanentes no preço das ações do par resultam numa perda de rentabilidade na estratégia de *pairs trading*.

Quando a informação específica sobre a empresa se transforma de tal forma que fundamentalmente deixe de haver razão para estar ligada aos seus substitutos próximos, não é de esperar a continuação de uma correlação de preços entre eles (Andrade *et al.*, 2005).

A rentabilidade observada tem origem na presença de um fator comum nos retornos obtidos que diverge das medidas de risco convencional, tais como, por exemplo, o risco de falência (Gatev *et al.*, 2006). Assim sendo, acredita-se que o retorno em excesso é uma justa remuneração por um risco que não é óbvio à primeira vista.

### 1.1.3. Formulação do problema

**Questão de fundo** (introdução do pensamento):

É difícil acreditar que uma estratégia tão simples, baseada apenas na dinâmica de preços passados (dinâmica essa bastante criticada quando olhada através da Análise técnica – como

veremos à frente) e em princípios tão simples possa gerar dinheiro consistentemente e, aparentemente, sem grandes riscos.

Se a curva de capital (*equity curve*) fosse realmente eficiente durante todo o tempo, os retornos do risco ajustado obtido com o *pairs trading* não deviam ser consistentemente positivos.

**Questão de fundo** (o que se procura saber):

A presente Tese pretende responder à questão principal:

Um sistema de arbitragem de ativos (em particular ações de empresas cotadas em bolsa), assente numa estratégia de *pairs trading*, oferece uma vantagem adicional respondendo ao binómio risco/recompensa tida para além das medidas de risco convencionais?

**Questão de fundo:**

Para responder à questão é necessário verificar a consistência e manutenção (com testes mais atuais) dos resultados previamente documentados na literatura existente depois de expurgados eventuais enviesamentos, a fim de perceber se os retornos em excesso existem devido a uma oportunidade gerada por uma fricção/ineficiência do mercado (e a existir saber o que a gera – i.e. se pode ser atribuído ao *uniformed trading*);

Ou verificar se o binómio risco/recompensa envolvido na estratégia não está realmente (ou totalmente) documentado na literatura existente, verificando-se isso sim um risco escondido dificilmente observado – um género de *black swan*<sup>3</sup>.

**Questão secundária:**

---

<sup>3</sup> Teoria desenvolvida por Nassim Taleb (2010), que se refere a um risco difícil de prever associado a acontecimentos raros que está para lá do domínio da expectativa normal (devido à sua raridade) e do comumente observável. No entanto, esse risco historicamente raro tem um grande impacto, cuja incerteza o indivíduo (agrupado ou individualmente) normalmente não entende ou toma consciência, porém, depois da sua ocorrência há sempre a tentativa de o tornar menos aleatório e mais previsível do que realmente era suposto.

Perceber se o *pairs trading*, uma estratégia assente numa regra de valor relativo (*relative value*), em que os preços dos ativos e dos seus substitutos próximos devem ser os mesmos, mas não necessariamente os preços justos, pode constituir um risco de criar bolhas ou depressões no mercado e na economia.

#### 1.1.4. Contribuição para a literatura existente

##### A. Fornecer testes:

a. Atuais, usando dados mais recentes e sujeitos a novas circunstâncias, seja pelo aumento da popularidade da estratégia que leva a uma maior competição, seja pelas alterações económico-financeiras, como é o exemplo da atual crise financeira e económica, permitindo verificar se houve uma *downward* ou *upward trend* na rentabilidade da estratégia.

b. Expurgados de eventuais enviesamentos verificados nos testes documentados na literatura existente.

c. Estendidos a outros ativos, não somente ações, em particular aos *exchange-traded funds* (ETF) sobre índices americanos.

d. Considerando os efeitos do *(un)informed trade* na rentabilidade da estratégia de *pairs trading*.

##### B. Identificar a(s) razão(ões) para os retornos anormais documentados na estratégia de *pairs trading*:

a. Confirmar, negar ou completar as teses dos autores cujo contributo é mais relevante e consistente.

b. Despistar a teoria do mercado eficiente, dada a existência de muito poucos estudos empíricos sobre este tema considerando a estratégia de *pairs trading*.

c. Permitir a obtenção de informação útil à regulação dos mercados, nomeadamente no que diz respeito a operações de *short selling*, tendo em conta que este tipo de operações pode ser altamente necessário para uma maior eficiência na simetria de preços entre substitutos próximos.

d. Permitir perceber se o teste Dickey-Fuller Aumentado (ADF) permite um emparelhamento superior dos pares face a uma escolha aleatória dentro de um determinado sector e/ou indústria.

e. Procurar perceber qual o impacto dos *un(informed) traders* na estratégia de *pairs trading* e, conseqüentemente, na eficiência do mercado.

C. **Levantar problemas úteis para futuras pesquisas e:**

a. Permitir à regulação verificar até que ponto são eficientes as regras relativas ao crime de *inside trading* através do estudo do comportamento de substitutos próximos (e por isso altamente correlacionados) de ações sujeitas a choques idiossincráticos, devidos a informação específica e relevante sobre a empresa, pois não só esses substitutos refletem o movimento da empresa alvo da informação, como até o podem ampliar por via do *order flow* dos participantes não informados (*uninformed traders*).

b. Permitir estudar de que forma esta estratégia pode afetar os lucros de outras estratégias, nomeadamente as estratégias assentes em análises do valor das empresas.

c. Construir uma ferramenta útil de pesquisa sobre *Hedge Funds*, dada a relevância desta indústria na captação de capitais e dada a dependência desta indústria da estratégia de *pairs trading*.

d. Permitir desenvolver estratégias de *risk & money management* adequadas a riscos até agora desconhecidos que venham a ser identificados neste trabalho.

## 1.2. Pairs trading (mercado neutral)

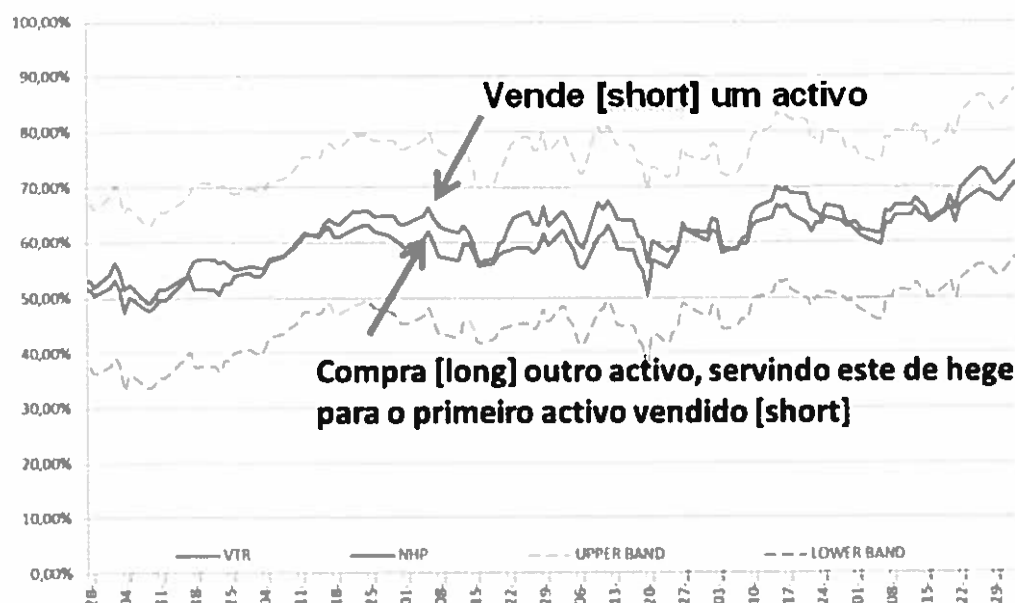
O *pairs trading*, também conhecido como *market neutral* (mercado neutral) ou arbitragem estatística é uma estratégia negocial não direcional que permite ao investidor lucrar da relação entre dois ativos financeiros, comprando um e simultaneamente vendendo outro.

Os dois ativos, com uma forte correlação de preço são negociados em simultâneo quando se encontram a negociar fora do seu rácio de preço, divergência que é normalmente registada pelo desvio padrão calculado sobre o histórico desse rácio, permitindo ao investidor aproveitá-la.

**Ilustração 1 Ilustração da estratégia de *pairs trading* quando o preço dos ativos que constituem o par divergem**



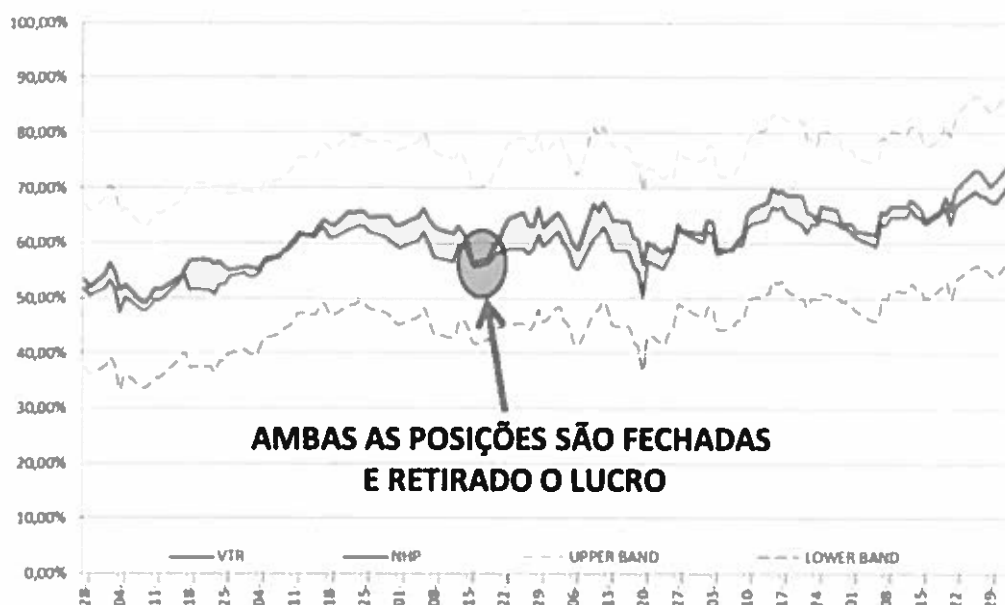
**Ilustração 2 Ilustração da atuação dos arbitragistas numa estratégia de *pairs trading* quando o preço dos ativos que constituem o par divergem**



**Ilustração 3 Ilustração da estratégia de *pairs trading* quando o preço dos ativos que constituem o par convergem**



**Ilustração 4 Ilustração da atuação dos arbitragistas numa estratégia de *pairs trading* quando o preço dos ativos que constituem o par convergem**



Essencialmente, trata-se de uma estratégia de arbitragem entre dois ativos que historicamente se movem em conjunto, mas que em determinado momento, o *spread/ratio* de preço entre os dois afasta-se do seu registo histórico, causando uma divergência pontual de preço (cfr. ilustração 1). Tal divergência tende a ser aproveitada pelos arbitragistas, mediante a compra do ativo cujo preço baixou face ao seu par, e a venda do ativo cujo preço subiu face ao seu par (cfr. ilustração 2). Assim que o preço converge (cfr. ilustração 3), ambas as posições são fechadas e é realizado o lucro (cfr. ilustração 4).

Do, Faff & Hamza (2006), quando se referem a uma estratégia *long/short*, separam-na em duas categorias ao dizerem que existem no espectro de um investimento *long/short* estratégias neutrais de mercado e estratégias de *pairs trading*. Em termos gerais, olhando para várias fontes académicas tais como Nicholas (2000), Beliossi (2002), Jacobs & Levy (2005), Edirisinghe1 & Zhang (2011) entre outros, uma estratégia neutra de mercado é normalmente classificada como uma estratégia cujos retornos não dependem dos do mercado, i.e. não estão correlacionados com os retornos do mercado, existindo vários testes que permitem estimar a neutralidade vista

por este prisma (para uma maior compreensão deste tema, pode ser lido Patton (2009): “Are ‘Market Neutral’ Hedge Funds Really Market Neutral?”).

Uma estratégia neutral de mercado procura não estar exposta ao risco sistemático, mediante a tentativa de igualar o *beta* de mercado, presente no seu portfólio, a zero (Vidyamurthy, 2011; Ehrman, 2006). Por outro lado, para alguns autores (Nath, 2003; Jacobs & Levy, 1993), o simples facto de haver uma posição *short* e outra *long* abertas em simultâneo, em que ambas se anulam em termos de movimento face ao preço do mercado, tornando a variação do retorno do portfólio indiferente à variação do retorno do mercado (Fund & Hsieh, 1999), constitui uma forma de mitigar o risco sistemático. Todavia, como demonstraram Brooks & Kat, (2001), a tomada de uma posição *short* e *long* em simultâneo não significa necessariamente que sejam estratégias neutras de mercado, exceto se estiverem concebidas para ter um *beta* de zero, visto terem encontrado correlações fortes entre a performance de *hedge funds* que usam estratégias *short/long* com alguns dos principais índices americanos. Não se despista aqui um eventual enviesamento por *style drift*<sup>4</sup> que pode justificar essas correlações (pois não é o propósito deste estudo analisar o tema das estratégias neutras de mercado).

Determinados autores, tais como Alexander & Dimitru (2002) e *practitioners* consideram desnecessário em estratégias de *pairs trading* levar o *beta* a zero para eliminar completamente o risco sistemático, visto ser suposto os preços convergirem no futuro (derivado de interdependências comprovadas entre as ações escolhidas. Tais interdependências, que podem assumir a forma de convergência, garantem num determinado horizonte temporal a convergência do preço das ações para a relação de equilíbrio. Por outro lado, a alocação de capital que considere o *beta* de mercado pode ser usada como *risk-management* para minimizar

---

<sup>4</sup> O *style drift* (desvio de estilo) verifica-se sempre que o estilo da estratégia efetivamente empregue diverge do estilo declarado ou das eventuais exceções nele previstas e declaradas. Fung & Hsieh (1997), Meier (2009) e Cumming, Fleming & Schwinbacher (2009) entre outros, observaram que a maioria do *style drift* ocorre essencialmente quando a estratégia declarada deixa de se mostrar bem-sucedida levando a que o gestor tenha tendência a adotar novas estratégias no sentido de melhorar a performance. A mudança sistemática entre estratégias de investimento torna a gestão inconsistente e, geralmente, conduz a que os gestores acabem por aceitar tomar um risco superior ao previamente declarado de forma a compensar uma pior performance em termos de retorno. Observam ainda casos onde o desvio de estilo ocorre quando a performance supera em muito aquela que seria esperada face à estratégia declarada, em que o gestor simplesmente altera a estratégia para outra mais conservadora de forma a não correr mais riscos tentando assim preservar os retornos já alcançados.

os efeitos do risco sistemático, nomeadamente em pares de ações com *beta* das *legs* muito diferentes. Alguns autores, como Herlemont (2010), tentam resolver o problema filtrando pares de ações com *beta* semelhantes, *i.e.* excluindo pares onde o *spread* entre os *beta* seja maior que 0.2. Isso acarreta desde logo o problema de diminuir o número de pares elegíveis e, eventualmente, de eliminar pares capazes de gerar maior retorno devido à diferença de volatilidade de cada um face ao mercado. Note-se que tal diferença de volatilidade torna possível o arranque maior de um dos pares gerando logo aí uma divergência aproveitável. Este é um tema que será devidamente tratado mais à frente.

### 1.2.1. Antecedentes do *pairs trading*

Alguns autores, através de estudos empíricos, demonstraram que a informação sobre os preços históricos pode ajudar, em determinado contexto e grau, a prever os retornos das ações. Isso pode ser feito de diversas formas, geralmente classificadas como anomalias (Osborne, 1962; Cross, 1973; French, 1980; Lakonishok & Levi, 1982; Hawawini & Keim, 1995; Dubois & Louvet, 1996), ou aproveitando a correlação entre o retorno de determinados ativos e outras variáveis (Fama & French, 1992).

Várias técnicas têm sido desenvolvidas e testadas com o fim de tentar tirar vantagem da informação histórica de preços, sendo a análise técnica (Murphy, 1999) talvez a mais popular (Sewell, 2008). No entanto, apesar da maioria dos testes empíricos mostrarem que a análise técnica é lucrativa, vários enviesamentos têm sido apontados aos estudos conhecidos para justificar os retornos reportados, nomeadamente problemas de *data-snooping* (Merton, 1987; Sullivan, Timmermann & White, 1997), *slippage*, *upward*, *bid ask bounce*, *market response*, etc. Ou seja, ainda não existe um consenso claro de que os preços históricos possam ser uma boa referência dos preços futuros. Assim, a popularidade da análise técnica é antes justificada por questões psicológicas, nomeadamente devido a (Sewell, 2008):

- *Communal reinforcement* – é a construção de uma crença coletiva baseada em bons resultados reclamados por membros da comunidade, que passam a ser tidos como certos apesar de não haver nenhuma evidência empírica a validar tais resultados.

- *Selective thinking* – é o enfoque apenas na evidência favorável a um processo no sentido de justificar determinada crença ou resultado, ignorando evidências desfavoráveis.

- *Confirmation bias* – é um gênero de *selective thinking* em que existe a tendência para olhar e anotar apenas a informação a favor de determinada crença, ignorando qualquer informação contra.

- *Self deception* – é o processo de auto engano ao aceitar como verdadeiro ou válido algo tido como falso ou inválido, ignorando qualquer evidência que confirme a falsidade ou invalide a observação.

Este trabalho, ainda que assente em preços históricos, não deve ser comparado com a análise técnica, pois a tentativa não é prever a direção do mercado/ativo. Muito pelo contrário, a direção do mercado é uma variável completamente fora da equação desta estratégia (daí ser considerada não direcional). O propósito é sim identificar ações que se movam juntas, com base no seu histórico, e aproveitar desvios temporários, embora se espere que o passado se repita tal como na análise técnica.

Ainda assim, um trabalho desta natureza e que, em particular, trata séries temporais e amostras com observações independentes, está sujeito ao mesmo tipo de enviesamentos psicológicos dos *backtests* a sistemas de análise técnica, pelo que importa aproveitar os imensos trabalhos e informação sobre o assunto para evitar esse tipo de erros e enviesamentos.

O aumento da capacidade de computação verificado nos últimos 20 anos e a facilidade de utilizar sistemas informáticos cada vez mais acessíveis em termos de preço permitiu criar, manter e analisar grandes volumes de dados, como é um bom exemplo a astronomia (Djorgovski & Brunner, 2001).

No mercado de capitais, essa evolução tornou possível analisar, praticamente em tempo real, o histórico de preços dos ativos em conjunto com os preços atuais, bem como a execução rapidíssima (em milésimas de segundo) das ordens de compra e venda desses ativos (*program*

*trading*) e ainda o uso de métodos matemáticos mais sofisticados. Uma das estratégias mais populares que emergiu e fez reputação em meados dos anos 80 foi exatamente o *pairs trading* (Vidyamurthy, 2004). Reunindo peritos de diversas áreas (matemática, informática, física, etc.) em Wall Street, o físico quântico Nunzio Tartaglia montou nos anos 80 um grupo (Perlin, 2007) que usou sofisticados métodos estatísticos para desenvolver programas de negociação bastante sofisticados (*high-tech trading programs*). Estes programas eram executados por intermédio de sistemas automáticos de *trading* e incluíam um sistema para identificar pares de ações com tendência a moverem-se em concordância. O sucesso desta estratégia foi enorme tendo o grupo reportado 50 milhões de dólares de lucro em 1987 para a Morgan Stanley (Gatev *et al.*, 2006).

Apesar do grupo de Tartaglia se ter desfeito após alguns anos de maus resultados, o *pairs trading* tornou-se cada vez mais popular como estratégia neutral de mercado usada por indivíduos, institucionais ou *hedge funds* (Gatev *et al.*, 2006). Isso acabou aparentemente por afetar os resultados, pois passou a haver mais competição, embora outros fatores, como o risco de arbitragem, sejam maioritariamente os responsáveis pela queda dos retornos nesta estratégia (Do & Faff, 2010).

A popularidade da estratégia e o crescente peso na indústria, nomeadamente nos *hedge funds*, suscitou a atenção dos académicos. Apesar de ainda existirem poucos trabalhos sobre o assunto, alguns, como os já citados nesta Tese, são de extrema relevância e representam um importante contributo para a compreensão desta estratégia, quer por académicos, quer por *practitioners*.

### 1.2.2. Resumo da principal literatura

A literatura sobre *pairs trading* é pouco vasta, embora nos últimos anos se tenha verificado um maior interesse dos académicos pelo tema, eventualmente devido à crescente popularidade e à maior facilidade de computação dos dados em resultado da evolução tecnológica. Entre as várias publicações destacam-se as de Nath (2003), Elliot *et al.* (2005), Lin *et al.* (2006), Rampertshammer (2007), Engelberg *et al.* (2008), Perlin (2009), Ching (2009), Bowen *et al.* (2010), Huck (2010), Bolgün *et al.* (2010), Broussard & Vaihekoski (2012), Hanson & Hall (2012) entre outros. Os principais focos de interesse tendem a ser a confirmação dos retornos anormais

da estratégia observada por outros autores, em alguns casos a extensão outros mercados e/ou ativos ou a exploração de diferentes técnicas e otimizações da estratégia de *pairs trading*.

Esta tese é inspirada nos seguintes trabalhos académicos:

– Gatev *et al.* (2006), adiante designado GGR, que apresenta um estudo pioneiro e muito completo sobre *pairs trading*, prodigamente citado e estudado na literatura existente;

– Andrade *et al.* (2005), que estende o trabalho de GGR ao mercado acionista de Taiwan;

– Do & Faff (2010), que trata o método de *stochastic residual spread*;

– Vidyamurthy (2004), a mais popular publicação sobre o tema e que aborda vários aspetos desta estratégia de uma forma bastante abrangente.

Estes trabalhos, pela sua relevância académica e por se complementarem entre si, constituem um excelente contributo e um bom pano de fundo para desenvolver estudos subsequentes respondendo a questões que aí não foram completamente respondidas ou tratadas, nomeadamente a questão de fundo deste trabalho.

### 1.2.3. Metodologia

Neste estudo vamos:

1. Comparar taxas de retorno, taxas máximas de *drawdown*, rácio de Sharpe e outras métricas que se mostrem relevantes entre pares de ações selecionadas dentro de determinadas indústrias, respeitando determinadas características de preço, capitalização bolsista, etc. Os pares de ações são construídos de acordo com uma notação baseada nos resultados obtidos em testes não paramétricos de correlação e testes de cointegração (amostra que doravante designaremos apenas como ações). Uma segunda amostra de pares de ações é construída emparelhando as ações aleatoriamente (que funcionarão como placebos doravante designada como tal) a fim de verificar se os métodos geralmente usados pelos *practitioners* para

emparelhar os pares a usar numa estratégia de *pairs trading* permitem de facto uma escolha superior traduzida por diferenças estatisticamente significativas entre as ações e os placebos.

2. Realizar o mesmo procedimento referido no número anterior (1), mas agora para uma suposta escolha superior dos pares a partir do quartil superior dos retornos observados em cada par negociado de acordo com a estratégia de *pairs trading*.

3. Comparar taxas de retorno, taxas máximas de *drawdown*, rácio de Sharpe e outras métricas que se mostrem relevantes entre pares de ETF sobre índices e pares de ações para verificar se existem diferenças estatisticamente significativas entre estes dois tipos de ativos e perceber se os retornos obtidos advêm do *uninformed trading* e/ou risco de falência nas posições *short* devido a (*rolling*) *short squeeze*, fatores fundamentais, *cornering* ou outras manipulações, fricções e ineficiências.

4. Realizar o mesmo procedimento referido no número anterior (3), mas agora para uma suposta escolha superior dos pares a partir do quartil superior dos retornos observados em cada par negociado de acordo com a estratégia de *pairs trading*.

5. Comparar e avaliar os resultados dos grupos referidos nos pontos de 1 a 4, a fim de aferir se o retorno é único e exclusivamente do *uninformed trading*, do risco de falência das posições *short*, dos dois ou de nenhum.

A metodologia deste estudo será explicada em detalhe no capítulo seguinte, mas em resumo consiste em:

- Escolher os melhores setores com uma certa homogeneidade para que seja mais fácil encontrar ações que se movam juntas.

- Escolher as melhores ações para formar os pares, procurando um mercado com histórico de dados robustos e fáceis de obter, nomeadamente o preço, volume de negociação, capitalização bolsista, ações emitidas e em circulação, liquidez e disponibilidade para *short selling* dentro de determinados critérios que evitem enviesamentos no estudo realizado.

–Emparelhar os pares a negociar, procurando uma escolha superior de pares que se movam em concordância.

–Definir os melhores sinais de entrada (vendendo uma *leg* a descoberto – *short* – e comprando outra – *long*) e saida (fechando as operações anteriores).

–Escolher a melhor forma de avaliar a performance de cada par nos diversos cenários propostos, nomeadamente ao nível de taxas de retorno (corrigidas de eventuais enviesamentos), riscos e excesso de taxas de retorno em função do risco assumido.

–Realizar os testes estatísticos mais adequados, robustos e que sejam uma potente fonte de informação sobre as diferenças entre as taxas de retorno, máximo *drawdown* e rácio de Sharpe das ações, dos placebos e dos ETF sobre índices.

–Utilizar modelos estatísticos (regressões lineares e análise de *clusters*) para explicar o comportamento das taxas de retorno e taxas máximas de *drawdown* das ações (e placebos) e dos ETF sobre índices a partir de variáveis supostamente relevantes para a formação dessas taxas (i.e. *short interest*, volatilidade, correlação, etc.) no âmbito de uma estratégia de *pairs trading*.

–Perceber quais as variáveis mais importantes que discriminam os grupos (ações, placebos e ETF) permitindo uma melhor identificação da presença de *informed* e *uninformed traders*.

## Capítulo 2 – Metodologia

### 2.1 Escolher as melhores ações para formar os pares

#### 2.1.1. Correção dos dados

Antes mesmo do processamento dos dados para escolher os melhores pares (que se movam juntos) é necessário corrigir os dados de eventuais ruídos resultantes de “efeitos de factos conhecidos que não se pretendem modelar” (Almeida, 2003).

Como refere Almeida (2003), esta “correção de dados” é necessária quando se trate de dados de negociação bolsista, principalmente quando são dados históricos referentes a vários anos, onde podem existir alterações radicais dos valores dos dados sem relevância para o problema em análise, como é o caso de *stock splits*, *reverse stock splits*, pagamento de dividendos, etc.

Assim, e como é prática no processamento de dados bolsistas, este tipo de dados é normalmente tratado de forma a eliminar estas eventuais “descontinuidades súbitas e intensas”, como apelida Almeida (2003), procedendo ao ajustamento do seu preço. Para este estudo é utilizado o preço de fecho ajustado a (*reverse*) *stock splits* e dividendos.

#### 2.1.2. Escala logarítmica de preços

No processo de análise dos dados, quer no momento da seleção dos melhores pares (que se movam juntos), quer na posterior negociação desses pares, é necessário normalizar os valores utilizando diferenças logarítmicas, a fim de estabilizar a distribuição de valores ao longo do tempo.

A análise vai recair na comparação entre o preço de duas ações que se movem juntas, comparação essa que pode ser feita de várias formas, seja pelo rácio de preço  $\frac{pt_A}{pt_B}$ , seja pela diferença de preços (*spread*)  $pt_A - pt_B$ , onde  $p$  é o preço no instante  $t$ .

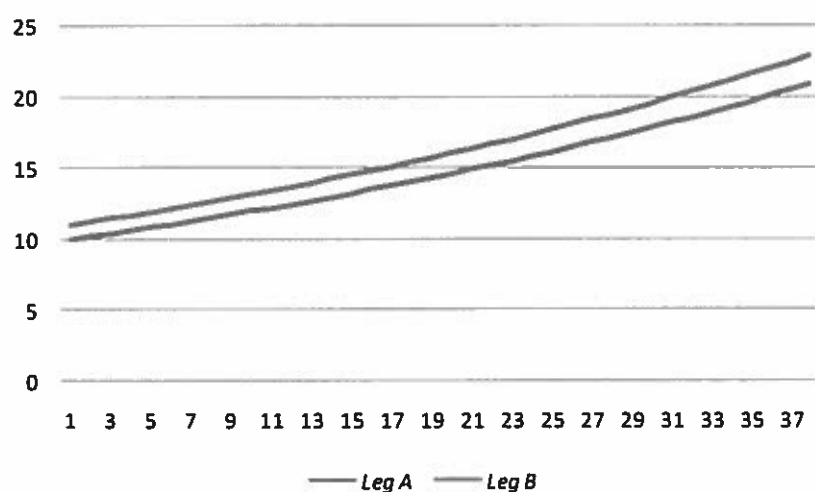
No entanto, a menos que o preço das ações se mova de maneira idêntica, a diferença entre ambos, seja a calculada pelo rácio, seja a calculada pelo *spread* tenderá a alargar quando o preço aumenta e a diminuir quando o preço diminui.

Se utilizarmos preços logarítmicos,  $\log(pt_A)$  e  $\log(pt_B)$ , como aliás sugerem Do *et al.* (2006) esse problema já não se coloca.

Existem no entanto algumas críticas ao processo, nomeadamente quando os preços logarítmicos são utilizados para selecionar pares arbitrariamente, pois essa transformação pode forçar a diferença entre a série de preços a parecer que converge, visto grandes desvios parecem menos pronunciados (Schmit, 2008). Para os efeitos deste estudo, esse problema será minorado, pois os pares não serão escolhidos aleatoriamente e existirão mais alguns filtros a assegurar que os mesmos se movem juntos, como será explicado mais à frente.

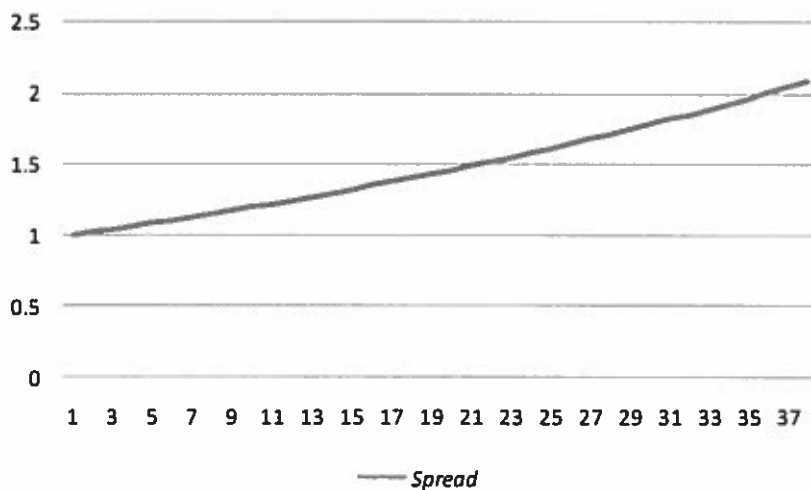
A longo prazo, se o preço das ações não for igual, a diferença entre eles tende a alargar à medida que os preços aumentam (cfr. Gráfico 1) e o rácio ou *spread* obtido dessa diferença aumenta (cfr. Gráfico 2).

**Gráfico 1 Movimento do preço de duas ações com preços diferentes e retornos percentuais diários iguais – sentido positivo**



Nota: Foi usado uma taxa de incremento diário no preço de 2% em cada *leg.* O eixo dos xx representa o número de sessões e o eixo dos yy o preço.

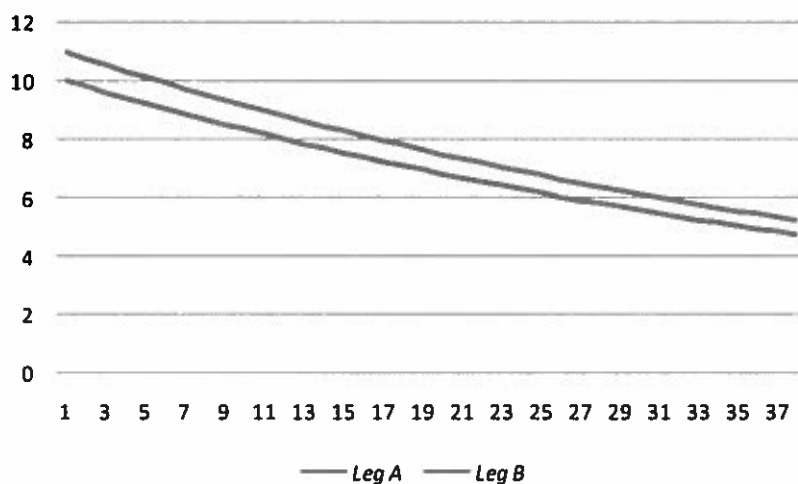
**Gráfico 2 *Spread* entre o preço de duas ações com preços diferentes e retornos percentuais diários iguais - sentido positivo**



Nota: Foi usado uma taxa de incremento diário no preço de 2% em cada *leg.* . O eixo dos xx representa o número de sessões e o eixo dos yy o preço.

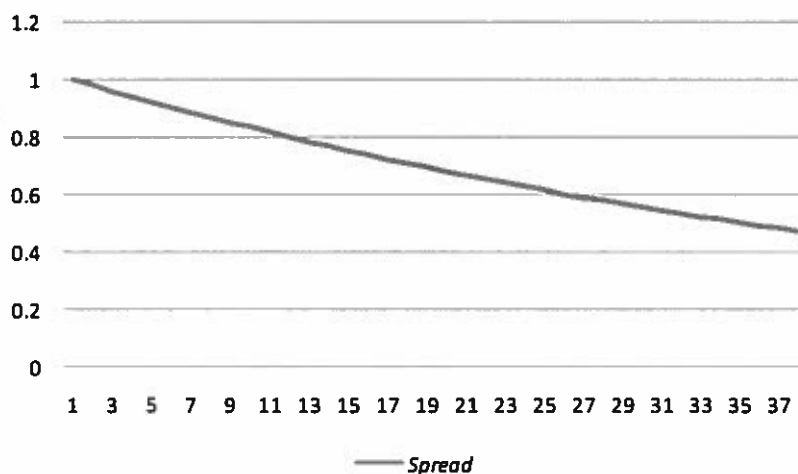
Na mesma situação de longo prazo e de preço das ações diferente, a diferença entre eles tende a estreitar à medida que os preços diminuem (cfr. Gráfico 3) e o rácio ou *spread* obtido dessa diferença também diminui (cfr. Gráfico 4).

**Gráfico 3 Movimento do preço de duas ações com preços diferentes e retornos percentuais diários iguais – sentido negativo**



Nota: O preço diário foi diminuído à taxa de 2% em cada leg. O eixo dos xx representa o número de sessões e o eixo dos yy o preço.

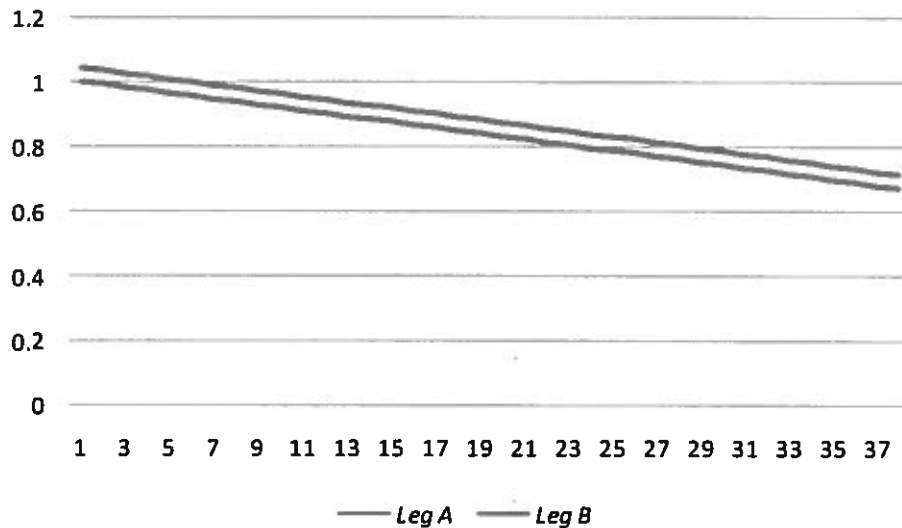
**Gráfico 4 Spread entre o preço de duas ações com preços diferentes e retornos percentuais diários iguais - sentido positivo – sentido negativo**



Nota: O preço diário foi diminuído à taxa de 2% em cada leg. O eixo dos xx representa o número de sessões e o eixo dos yy o preço.

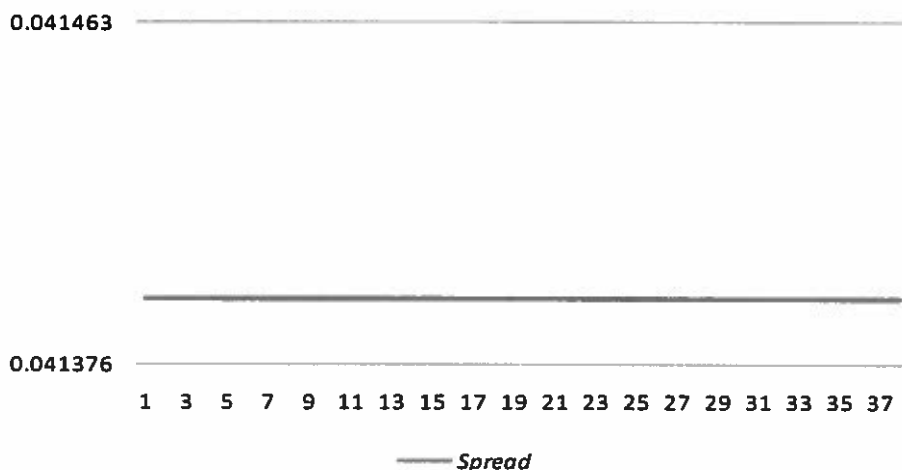
Se a diferença dos preços for captada em termos de logaritmos, esse problema já não se coloca, pois apesar do preço das ações ser diferente, a diferença dos logaritmos dos preços mantém-se igual (cfr. Gráfico 5) e o rácio ou *spread* obtido dessa diferença também se mantém (cfr. Gráfico 5).

**Gráfico 5 Movimento do preço logaritmo de duas ações com preços diferentes e retornos percentuais diários iguais – sentido negativo**



Nota: O preço diário foi diminuído à taxa de 2% em cada leg.

**Gráfico 6 Spread entre o preço logaritmo de duas ações com preços diferentes e retornos percentuais diários iguais - sentido positivo – sentido negativo**



Nota: O preço diário foi diminuído à taxa de 2% em cada leg.

### 2.1.3. Eleger os melhores pares para negociar

O método utilizado nos testes feitos neste estudo divide-se essencialmente em duas partes:

–A primeira referente ao processo de seleção de pares;

–A segunda respeitante ao “gatilho” para a execução das compras e vendas desses pares.

#### 2.1.3.1. Seleção dos pares

O mercado americano foi desde logo o escolhido para realizar este estudo. As razões óbvias foram a facilidade de encontrar disponíveis grandes quantidades de dados fidedignos e a dimensão do mercado: a capitalização das ações cotadas nos US NYSE e no Nasdaq é quase o dobro de todos os mercados europeus juntos conforme dados do “The World Bank”<sup>5</sup> e tabela 1). Adicionalmente o mercado americano é tido como um dos mais concorridos e desenvolvidos em virtude do elevado volume de *trading* e da elevada liquidez. Graças a todos estes fatores, o mercado americano é tendencialmente um dos mais eficientes do mundo (Deutsche Bank Research, *US financial market more efficient*).

O *bid-ask spread* do DJIA (EUA) está dentro da média dos principais índices de ações dos EUA e da Europa, em contrapartida o Nasdaq 100 (EUA) está abaixo. Esta diferença permitirá por, razões tratadas mais à frente, compreender a influência da presença de *informed traders vs. uninformed traders* na rendibilidade da estratégia de *pairs trading*.

---

<sup>5</sup> The World Bank [online]. Market capitalization of listed companies (current US\$). Consultado em 28 de Junho de 2013, em <http://data.worldbank.org/indicator/CM.MKT.LCAP.CD>

**Tabela 1 Bid/Ask spread e média de transação dos principais índices de ações dos EUA e Europa.**

*(Jan. - Fev. 2002)*

<b>Mercado</b>	<b>Bid/Ask spread (1)</b>	<b>Média de transacção</b>
DJIA (EUA)	0,27	104.594
Nasdaq 100 (EUA)	0,11	19.831
FTSE 100 (Reino Unido)	0,62	95.409
CAC-40 (França)	0,14	22.231
Dax (Alemanha)	0,17	42.452
MIB 30 (Itália)	0,27	13.836
IBEX 35 (Espanha)	0,24	10.000

*(1) Como percentagem do bid*

Fonte: *Deutsche Bank Equities Research* adaptado pelo autor

Para além de a escolha recair sobre ações do mercado americano, houve a necessidade de restringir os grupos de ações analisadas, de acordo com determinados critérios (retirados para cada ano em análise):

- Dados históricos com mais de 10 anos;
- Cotação acima de \$5;
- Grupo de indústria;
- Capitalização bolsista;
- Volume médio de negociação;
- Shares outstanding*;
- Turnover ratio*;
- Disponibilidade para *short-selling*;

–Que historicamente se movam juntas.

#### Dados históricos com mais de 10 anos

A necessidade de escolher ações com mais de 10 anos de histórico de preços advém da natureza dos testes.

#### Preço acima de \$5 por ação

O preço acima dos 5 dólares (\$5) é uma condição que deriva:

–Do custo de transações, pois a comissão aplicada é sobre o número de ações e não sobre a quantidade em dinheiro, ou seja transacionar ações com o preço mais alto acaba por sair mais barato;

–De acordo com Klein, Rosenfeld & Tucker (2006), ações com preço abaixo de \$5 por ação têm um *short interest* menor (isso poderia enviesar um dos propósitos deste estudo), logo potencialmente mais difíceis de vender a descoberto (o que condiz com as conclusões de D'Avolio (2002)) e têm um *Buy and Hold Abnormal Returns* (BHAR) negativo no longo prazo (*long run*);

–Ações com preços baixos, i.e. ações de empresas com menor preço de mercado, estão mais sujeitas ao *upward bias* (Blume & Stambaugh, 1983) e, por conseguinte, também ao *downward bias*.

#### Grupo de indústria

Os testes de Gatev *et al.* (2006) à estratégia de *pairs trading* recaíram sobre os quatro maiores setores – *utilities*, financeiras, transportes e industriais – que, como já referido, tiveram retornos significativos especialmente nas *utilities* e nas financeiras. Estes lucros são perfeitamente esperados, de acordo com Do & Faff (2010), pois as empresas de *utilities* têm uma procura bastante estável, os seus produtos são pouco diferenciados e, por exemplo, os

provedores de eletricidade são geralmente objeto de regulação em termos de taxas. De tudo isto resulta uma certa homogeneidade na indústria das *utilities*. Por sua vez, as financeiras são sensíveis a fatores macroeconômicos comuns, tais como as taxas de juro e choques de desemprego, daí serem suscetíveis a moverem-se juntas.

Por estas razões o estudo verte essencialmente sobre estas indústrias.

### Capitalização bolsista

Ações com baixa capitalização bolsista e pouco líquidas são geralmente mais difíceis de “*shortar*” pelos investidores individuais. Chega mesmo a haver casos, em ações difíceis de obter para operações de *short-selling*, onde o investidor tem de efetuar um pagamento diário pelo empréstimo das ações (em vez de receber o juro da receita da venda *short*) (Lamont & Thaler, 2003).

Este tipo de implicações e custos têm tendência a repercutir-se na formação do equilíbrio do preço das ações, logo podem representar uma fonte de enviesamento para a estratégia analisada. Deste modo, escolher ações com uma determinada capitalização bolsista pode ajudar a mitigar este problema, apesar de se poder estar a excluir muitas outras boas ações. Porém é uma forma de evitar gastar tempo e recursos a pesquisar uma a uma quais as ações mais fáceis e mais difíceis de usar em operações de *short-selling*.

Além disso, ações com baixa capitalização bolsista têm tendência a ter um *spread* maior entre a compra e a venda (Clark, 2009), aumentando significativamente os custos de *slippage*.

Pelo atrás exposto, optou-se por eliminar as empresas designadas como SMID *Caps* (*small and mid market capitalizations*) a fim de minorar os riscos descritos. De um ponto de vista *practitioner*, o valor de corte usado para filtrar as ações pela sua capitalização bolsista foi de \$3.32B, achado pela média em termos de capitalização bolsista do Russell Midcap® (tabela 2) como representante das *Mid Caps*.

## Tabela 2 Russell Midcap®

### Russell Midcap®

Como em 31 de Agosto de 2010

<i>Bloomberg ticker symbol</i>	RMC
<i>Reuters ticker symbol</i>	RMC
Média ponderada da capitalização bolsista (\$B)	6,346
<b>Média da capitalização bolsista (\$B)</b>	<b>3,321</b>
Maior empresa em termos de capitalização bolsista (\$B)	14,925

Fonte: Russel adaptado pelo autor

### Volume médio de negociação

As alterações no volume médio de negociação são uma fonte rica de informação sobre o que se passa no mercado. Vários estudos, muito bem compilados por Benos & Rockinger (2000), consideram que o aumento de volume perante factos relevantes para a empresa significa que a informação é menos precisa ou de mais difícil entendimento (pois como não existe um consenso preciso do preço de equilíbrio que incorpora aquela nova informação, a extensão dos limites dos preços é maior, criando oportunidade para vários *traders* entrarem aos preços que considerem corretos). Por outro lado, Barron & Karpoff (1997) corroboram esse entendimento quando afirmam que um anúncio público preciso deixa muito pouca margem sobre as diferenças de avaliações entre os vários participantes, pois estes podem ter virtualmente a certeza de estarem corretos na sua avaliação. Essa certeza, num mercado sem custos, iria dar confiança aos *traders* para tomarem posições especulativas maiores e aumentar o volume. No entanto, se a informação tornada pública é de tal forma precisa que as avaliações dos participantes sejam idênticas, o preço solidifica, então perante os custos de transação o volume seca.

O volume médio de negociação, face ao volume diário, pode por isso ser uma variável usada para otimizar o "gatilho" e o *risk management* do sistema de negociação de *pairs trading*, mas neste caso o objetivo de utilizar este filtro prende-se essencialmente com a tentativa de procurar mitigar eventuais enviesamentos existentes em *backtest* face ao *trading* real e diminuir eventuais custos de *bid-ask spread* e *slippage*.

Uma das boas *rule of thumb* relativamente ao volume médio de negociação é não comprar mais de 1% do volume médio de negociação dos últimos três meses. Como já temos um filtro que elimina as ações abaixo de \$5, podemos estimar para uma carteira onde cada par tem \$20 000, o que em termos médios (desconsiderando ajustamento ao *beta* das ações) dá \$10 000 por *leg*, temos que o mínimo volume médio de negociação para poder passar no filtro é de 200000 ações ( $\frac{10000}{5} 100 = 200000$ ).

Temos assim a regra: Volume médio de negociação (3 meses) > 200 000.

### Shares outstanding

O volume médio de negociação é utilizado, em conjunto com as *outstanding shares*, como filtro na seleção de pares, procurando mitigar enviesamentos que poderiam existir em ações menos líquidas, tais como *upward/downward bias* e custos com *bid-ask spread* (incluindo *bid-ask bounce*).

Neste estudo, optou-se por normalizar o volume de negociação pelo número de *outstanding shares* (*volume de negociação/outstanding shares*) de forma a evitar eventuais enviesamentos criados por um elevado número de *outstanding shares* (Ying, 1996). É sobre o indicador assim encontrado, normalmente apelidado como *turnover ratio* (TRO), que será aplicado o filtro.

### Turnover ratio

Parte-se do princípio que:

Se o *turnover ratio* é muito baixo, significa normalmente a existência de várias ações disponíveis para venda, logo os compradores não criam grande pressão compradora e o preço não se move muito profundamente, evitando assim os enviesamentos e custos atrás descritos; tal não significa necessariamente mais volatilidade.

Por sua vez, o *turnover ratio* muito alto significa, geralmente, que as ações disponíveis para venda são poucas relativamente ao volume transacionado, ou seja, há uma maior concorrência pelas ações (muita gente a querer das poucas ações disponíveis). Isso pode originar movimentos bruscos de preço e eventuais enviesamentos e custos acrescidos.

Um *turnover ratio* razoável permite também um considerável *swing* no preço capaz de gerar eventuais divergências temporárias passíveis de serem aproveitadas por estas estratégias.

Na literatura não existe um consenso claro que um maior *turnover ratio* signifique maior ou menor liquidez e maiores ou menores ganhos. No entanto, Brennan, Chordia & Subrahmanya (1998) encontraram evidências que as medidas de liquidez, incluindo um elevado *turnover ratio*, estão associados retornos inferiores, geralmente associados a custos.

Normalmente, o *turnover ratio* é também um indicador de liquidez, comparado aos indicadores *bid-ask spread* (Amihud & Mendelson, 1986) e *price impact* (Baker & Stein, 2002).

De acordo com a amplamente aceite teoria do mercado eficiente (Fama, 1970), já explicada no início do capítulo 1, num mercado líquido o preço do ativo reflete precisamente o seu justo valor (Gilson & Kraakman, 1986, 2003). Nesse pressuposto, os indicadores de liquidez ajudam a encontrar ativos com menor risco de se afastarem do seu justo valor, logo também mais eficientes numa estratégia de *pairs trading*, não obstante a eventual presença de *uninformed traders* originarem divergências de preço que nem sempre são rapidamente corrigidas.

Diferentes *turnover ratios* (em valores extremos) para cada *leg* poderão refletir-se e ser ajustados pelo *beta* da ação, apesar de um maior *turnover ratio* não significar maior volatilidade. O *beta* será considerado mais à frente, quando for tratada a alocação de capital a cada uma das *legs* do par.

Para encontrar o *turnover ratio* adequado, filtraram-se 4378 empresas do Nasdaq (NDQ), American Stock Exchange (AMX) e da New York Stock Exchange (NYSE) de acordo com a capitalização bolsista mínima de \$6.4B e um volume médio de negociação (3 meses) não inferior

a 200000 ações, obtendo-se 466 empresas que passaram as restrições impostas (não se aplicou nenhum filtro por indústria).

O *turnover ratio* médio foi de 1.00% e o máximo de 8.77% (cfr. tabela 3).

**Tabela 3 *Turnover Ratio* de 466 empresas depois de aplicado um filtro a 4378 empresas por capitalização bolsista e volume médio de negociação**

***Turnover Ratio***

**24 de Setembro de 2010**

<b>N.º de empresas</b>	<b>466</b>
<b>Média</b>	<b>1.00%</b>
<b>Mediana</b>	<b>0.88%</b>
<b>Máximo</b>	<b>8.77%</b>
<b>Mínimo</b>	<b>0.01%</b>

Fonte dos dados: Yahoo! Finance

De um modo *practitioner*, pois não se encontraram na literatura valores indicativos para os limites deste rácio e não é objetivo deste estudo discutir mais do que a sua mera utilização como filtro, dir-se-ia que um *turnover ratio* de 20% poderia ser usado como o limite máximo.

Não é de estranhar, depois da filtragem efetuada pela capitalização bolsista, não se terem encontrado valores dessa grandeza, pois não há nenhuma razão mecânica para achar que empresas com grande capitalização bolsista devam ter elevados *turnover ratios*, caso não tenham sido alvo de um qualquer evento.

Um dos filtros utilizados por alguns reguladores de mercado para identificar eventual *trading* fora do normal é o *turnover ratio*, mas em alguns casos calculado utilizando a média da capitalização bolsista durante a semana e o *freet float* com a seguinte fórmula:

### Fórmula 1 *Turnover ratio*

$$\begin{aligned} & \textit{Turnover} \\ & = \left[ \frac{\textit{média diária do valor negociado durante a semana} \times 5}{\% \textit{ free float} \times \textit{média diária da capitalização bolsista durante a semana}} \right] \\ & \times 100 \end{aligned}$$

Onde o risco pode existir sempre que o *Turnover* > 30%.

Com algumas restrições, tais como as enunciadas, é possível escolher um grupo de ações com um *bid-ask spread* médio menor do que todo o grupo sem essas restrições e diminuir o enviesamento de *upward/downward bias*.

Bilo *et al.* (2005), usando alguns destes critérios, nomeadamente a capitalização bolsista, embora com valores diferentes aos que escolhemos, e o volume de negociação, ainda que relativamente ao valor de mercado (*market value*) do veículo, conseguiram eliminar grande parte dos veículos com um *bid-ask spread* maior, reduzindo para metade os veículos com um *bid-ask spread* superior a 20% (cfr. Tabela 4).

**Tabela 4 Resultados da aplicação de critérios tais como capitalização bolsista e volume de negociação para reduzirem os veículos com *bid-ask spread* maior.**

Média <i>bid-ask spread</i>	amostra global	depois de constrangimentos de liquidez c/s média <i>bid-ask spread</i>	diferença
menor que 5%	82	66	16 (20%)
5%-10%	36	25	11 (31%)
10%-15%	25	18	7 (28%)
15%-20%	20	13	7 (35%)
20%-25%	15	4	11 (73%)
25%-50%	23	4	19 (83%)
maior que 50%	86	54	32 (37%)
<b>total</b>	<b>287</b>	<b>184</b>	

Fonte: Bilo *et al.* (2005) adaptado pelo autor.

Por outro lado, é bem sabido que o *ask* (*bid*) é maior (menor) quando existe uma maior presença de *informed traders* (Chan & Weinstein, 1993), pelo que em mercados onde existe *market maker* e especialistas a tirarem vantagem do *bid-ask spread* a tendência é estes aumentarem-no para se protegerem da forte probabilidade de perderem dinheiro para os *informed traders* (assumindo que o *market maker* e especialistas esperam perder dinheiro para os *informed traders*).

Ora, ao eliminar-se, de alguma forma, as empresas com um *bid-ask spread* maior, estamos, provavelmente, a diminuir o número de *informed traders* para dar lugar a *uninformed traders*, o que vai contrastar com os ETF sobre índices, pois o valor justo destes produtos é de fácil descoberta e estão, normalmente, sob forte arbitragem (o *market maker* também consegue cobrir o risco face à possibilidade de perder para os *informed traders* negociando direta ou indiretamente o ativo subjacente), logo os preços dos ETF estão sujeitos a um menor *mispricing* que pudesse resultar dos *uninformed traders*, o que torna mais pertinente a comparação dos retornos entre estes dois ativos (ações vs. ETF de índices).

Em todo o caso, não é feito nenhum estudo para garantir que com o uso destes filtros o *bid-ask spread* de facto diminui, pelo que acaba por ser uma variável cinzenta passível de ser apurada em futuros estudos.

Sublinha-se que empresas com grande capitalização bolsista e elevado volume de negociação são geralmente mais analisadas e existe mais informação disponível sobre elas, do que empresas pequenas com baixa capitalização. Tal não significa que, em termos percentuais, exista nestas empresas a presença de mais *informed traders*, pelo contrário, a própria liquidez e movimento de preços é um fator de atração de *uninformed traders*.

#### Ações disponíveis para *short-selling*

Todas as ações selecionadas têm de estar disponíveis facilmente para *short-selling*. Este é um ponto sem discussão, pois é uma condição necessária para a execução da estratégia.

Para verificar se há disponibilidade de obter as ações previamente selecionadas para *short selling*, é utilizada a informação de um *discount broker* sobre essa disponibilidade.

No entanto, como a informação sobre a disponibilidade das ações para *short-selling* é obtida agora e não em termos históricos, vai existir uma imprecisão relativamente ao passado no que concerne a saber se essas ações sempre estiveram ou não disponíveis para *short-selling*. Isso pode originar algum enviesamento nos *backtest* com ações ou mesmo ETF que tenham estado, mesmo que temporariamente, indisponíveis para *short-selling*, podendo isso justificar eventuais afastamentos de preços das suas substitutas.

Um exemplo de tais enviesamentos, provocados pelo impacto da falta de ações para *short-selling* ou eventuais restrições regulatórias para a estratégia de *pairs trading* (e para a própria eficiência do mercado), é o que aconteceu com as ações da France Telecom (NYSE:FTE) e os *American Depositary Shares* (ADS) em meados de 2006.

Os ADS, ao contrário dos *American Depositary Receipts* (ADR), são realmente ações e não títulos que representam um subjacente, pelo que a arbitragem entre as ações da FTE no mercado de Paris e os ADS da FTE no mercado americano era completamente segura, pois podia-se vender a ação mais cara e comprar a mais barata e, de seguida, transferir as ações de um mercado para o outro, fechando desse modo a posição sem necessidade de aguardar pela convergência de preço no mercado. Ambas as ações têm os mesmos direitos.

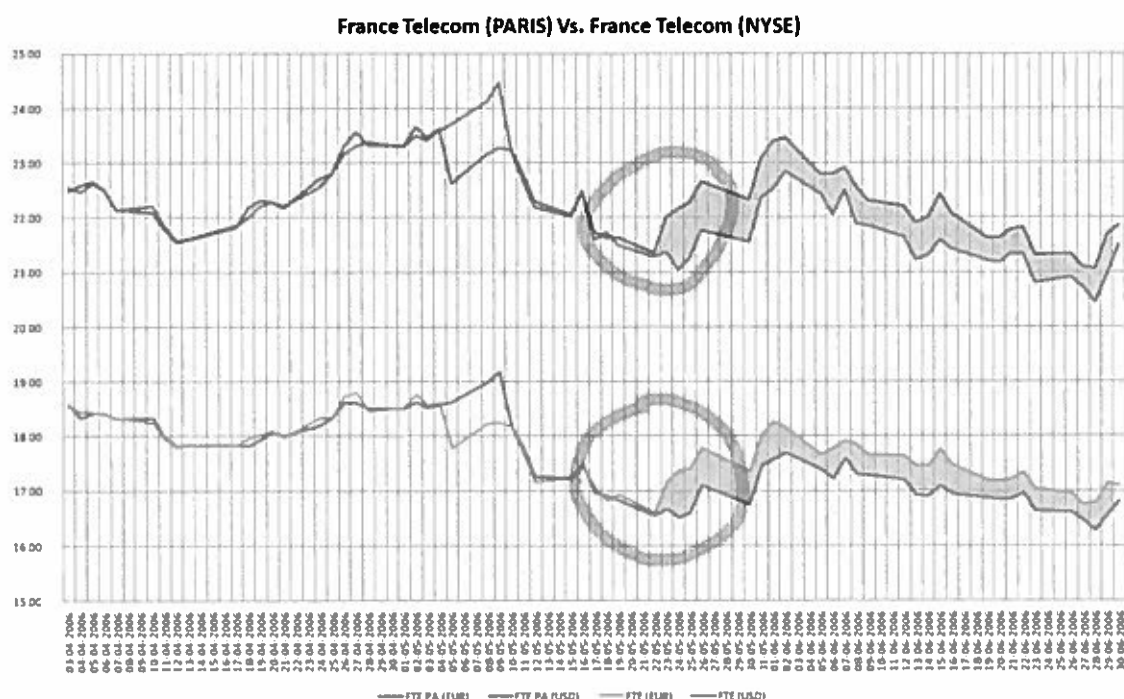
No entanto, alegadamente devido à falta de ADS da FTE para *short-selling*, estas deixaram de acompanhar o preço das ações da FTE quando estas caíam (a tendência naquele momento era de baixa); não obstante os detentores de ADS da FTE poderem vendê-los e substituí-los por ações da FTE no mercado de Paris, o *trade-off* não foi suficiente para assegurar a eficiência do mercado neste caso, possivelmente devido ao facto dos ADS da FTE funcionarem quase como um mercado periférico, onde, sem a possibilidade de arbitragem por profissionais – que não fossem acionistas via ADS da FTE – o preço não tinha forma de ser forçado a convergir.

Os gráficos representam o preço de fecho das ações – por falta de outros dados – cotadas no mercado americano e no mercado francês. No entanto, estes mercados encerram em horas diferentes, o que pode originar um enviesamento. Como a ineficiência não foi registada num só dia, o exemplo, mesmo assim, consegue ser bem elucidativo da diferença de preços verificada entre a France Telecom negociada no mercado parisiense e da mesma France Telecom negociada no mercado americano.

No gráfico 7, a linha que em 05-05-2006 regista um preço abaixo dos 18 representa o preço (convertido para euros) da France Telecom negociada no mercado americano e a linha que em 09-05-2006 regista um preço acima dos 19 representa o preço (em euros) da France Telecom negociada no mercado parisiense, onde se observa uma diferença que não devia existir entre os dois preços.

No mesmo gráfico, é também representado o preço da France Telecom negociada no mercado americano (linha que em 05-05-2006 regista um preço entre 22 e 23) e a France Telecom negociada no mercado parisiense (linha que em 09-05-2006 regista um preço acima de 24), ambos os preços em USD onde, obviamente, se pode observar a mesma diferença de preços que não deveria existir num mercado eficiente.

**Gráfico 7 Preços de mercado da France Telecom (Paris) Vs. France Telecom (NYSE) entre Abril e Junho de 2006 em EUR e USD.**



Fonte de dados: *Yahoo! Finance*

Restrições ao *short selling* contribuem para que o mercado seja menos eficiente e menos justo ao criar, como defendem Duffie, Garleany & Pedersen (2002), fricções que tornam impossível aos *short sellers* conduzir o preço das ações de volta aos fundamentais, uma vez que este tipo de restrições, como avançam Miller (1977) e Harrison & Kreps (1978), retira os pessimistas do mercado e os otimistas deixam de poder levar em conta o efeito do pessimismo na formação de preços.

Por exemplo, a *up-tick rule*, que só permitia um investidor vender *short* depois da ação subir 80 *pennies* (em 2001 apenas 1 *penny*), implementada em 1930 nos EUA (e também no Japão em 2002) acabou por ser abolida em 2007 (nos EUA) por considerarem (no teste piloto do programa realizado em 2005) que ia contra a qualidade e eficiência do mercado (i.e. impedir que se cubra uma posição em obrigações convertíveis através do *short* do ativo subjacente), como aliás concluíram Boehmer, Jones & Zhang (2009) e Diether, Werner & Lee (2009).

Eventuais restrições ao *short selling* podem fazer com que o mercado recupere momentaneamente, com os *short sellers* a terem de recomprar as suas posições e a forçarem a subida, para além do aumento de volatilidade e mais instabilidade como é o caso da China onde o *short selling* é proibido.

As restrições de *short selling* podem precipitar quedas nos preços das ações no futuro, com os investidores a venderem as suas ações, uma vez que deixa de haver forma de travar uma distorção do mercado como seria possível através da criação de uma posição sintética que envolvesse o *short selling* de ações.

Em setembro de 2008, a U.S. Securities and Exchange Commission (SEC) também surpreendeu o mercado ao banir temporariamente o *short selling* para mais de 1.000 ações do setor financeiro – setor que é aqui analisado também para esse período e que portanto teremos de ter em atenção no momento em causa. Até porque de acordo com Boehmer, Jones & Zhang (2009), as ações sujeitas a esta restrição sofreram uma severa degradação em termos de qualidade de mercado, medida pelo *spread*, impactos do preço e a volatilidade intra-diária, concluindo ainda que não houve efeitos positivos no preço destas ações; estas fricções (nomeadamente volatilidade e *spread*) podem ter fortes impactos na estratégia de *pairs trading* relativamente aos sinais de entrada e saída nos negócios (devido à volatilidade) como em termos de custos (devido ao *spread*).

O *short selling* foi também banido em Singapura, entre 1985 e 1986, durante a crise da Pan Electric Industries, e de acordo com Ho (1996) a volatilidade aumentou significativamente, o que coloca desde logo a hipótese que estas restrições podem afetar o retorno e risco da estratégia.

Importa também sublinhar que os *short sellers* geralmente são *informed traders*, uma evidência bem suportada na literatura existente com Dechow *et al.* (2001), Choen, Diether & Malloy (2007) e Boehmer, Jones, & Zhang (2008) a demonstrarem que no agregado os *short sellers* aparentam negociar baseados numa correta informação dos fundamentais, detendo por isso um juízo mais informado e fundamentado do valor justo do valor mobiliário que pretendem negociar. Ora, sendo um dos objetivos deste estudo procurar se os eventuais retornos anormais

são resultado da presença de *uninformed traders*, a questão de eventuais restrições ao *short selling* ganha ainda mais relevância na medida que nos mercados onde existam restrições à prática, é de esperar uma menor presença de *informed traders* do que em mercados onde essas restrições não se coloquem – o que desde logo abre caminho para futuros estudos.

Também Boulton & Braga-Alves (2010), completando Angel, Christophe & Ferri (2003) e Diether, Karl, Lee & Werner (2008), concluíram que os *short sellers* tendem a negociar seguindo retornos positivos. Isso é consistente com a noção geral dos *short sellers* promoverem mercados mais eficientes, ao incrementarem a liquidez em mercados altistas, assumindo o risco e vendendo ações que considerem *overpriced*, logo qualquer regulação que restrinja o *short selling* pode ser geradora de *mispricing*.

Ora, não se tendo encontrado dados históricos sobre as ações disponíveis para *short-selling* a todo o tempo, este enviesamento não pode ser de todo descartado, não obstante os filtros de capitalização bolsista e volume de negociação ajudarem a eliminar essa possibilidade.

Procurou-se, em todo caso, estar atento às questões regulatórias, nomeadamente às impostas pela SEC às empresas financeiras, um dos grupos de indústria objeto deste estudo. Nesse sentido, considerou-se a necessidade de comparar os retornos da estratégia de *pairs trading* nesta indústria, antes e depois da entrada em vigor de regulação (através de análises seccionadas) que restrinja o *naked short selling*, corrigido de eventuais enviesamentos e *momentum* de mercado; embora se reconheça, por se tratar de regulação imposta recentemente e com pouco histórico, que a mesma possa não ter relevância estatística e incorpore enviesamentos de *momentum*.

#### Ações que historicamente se movam juntas

Considerando que a estratégia de *pairs trading* assenta na premissa de negociar pares de ações que tendencialmente se movam juntas, a nossa amostra será formada por todas as ações que historicamente se movam juntas.

Para determinar quais as ações que reúnem essas condições e formarmos os respectivos pares, iremos utilizar algumas técnicas que serão explicadas detalhadamente no capítulo 3 e num breve sumário já de seguida.

### 2.1.3.2. Correlação *versus* Cointegração

É sabido que muitos *practitioners* utilizam medidas de correlação linear (i.e. Correlação de Pearson) para selecionar os pares de ações que se movem juntos.

No entanto, segundo Alexander & Dimitriu (2002), citados por Caldeira & Portugal (2009), a cointegração não implica correlação e vice-versa. Alta correlação dos retornos não implica que exista uma alta cointegração nos preços, na medida em que a primeira é suscetível de grande instabilidade ao longo do tempo (tratando-se de uma medida de curto prazo) e a segunda é uma medida de longo prazo onde se pode observar co-movimentos de preços mesmo quando a correlação estática pode parecer baixa.

Segundo Alexander (1999), citado por Caldeira & Portugal (2009), a técnica de cointegração para modelagem de séries temporais pode ser aplicada nos mercados financeiros, pois quando os *spreads* são revertidos à média os preços são cointegrados.

Portanto, um modelo multivariado produzirá importantes informações do preço de equilíbrio dos ativos financeiros e da causalidade dos retornos dentro do sistema.

A construção de estratégias de *pairs trading*, são algumas das aplicações de cointegração a dados financeiros (Caldeira & Portugal, 2009).

Na tabela 5 observamos que, no período entre Janeiro de 2005 a Julho de 2010, os pares cointegrados (i.e. AEP-ETR e AEP-SRE) apresentam uma correlação a 6 meses e 3 anos inferior à correlação de pares que não estão cointegrados (i.e. AEP-EIX e AEP-D).

Pode observar-se no gráfico 8, por exemplo, que o par AEP-EIX apresenta elevadas divergências de preços entre as *legs*, em que a *leg* que geralmente negocia a preço mais baixo,

chega a inverter essa tendência e ultrapassa, ainda que temporariamente, o preço a que a outra *leg* negocia, não obstante uma correlação de 86.53% e 92.98% a 6 meses e 3 anos respectivamente.

**Tabela 5 Valores de correlação e cointegração dos pares AEP-ETR, AEP-SRE, AEP-EIX e APE-D.**

24 de Setembro de 2010

	Estatística do teste	Valor <i>p</i>	Ordem da <i>lag</i>	Significância	Estacionaridade	Correlação (6M)	Correlação (3A)	Cointegrado
AEP-ETR	-379.936	0.018952	10	0.1	0.000002	67.07%	86.83%	Verdadeiro
AEP-SRE	-322.899	0.000003	10	0.1	0.000003	67.09%	85.46%	Verdadeiro
AEP-EIX	-187.579	0.630993	10	0.1	0	86.53%	92.98%	Falso
AEP-D	-24.628	0.382311	10	0.1	0	81.64%	83.84%	Falso

**Gráfico 8 Preços de mercado para as ações AEP, ETR, SRE, EIX e D de janeiro de 2005 a julho de 2010.**



Posto isto, torna-se extremamente importante dedicar atenção à técnica de emparelhamento dos pares a negociar, já que os retornos (e risco) da estratégia de *pairs trading* deverão depender de uma escolha superior dos (emparelhamento) pares, o que justifica o desenvolvimento do tema de forma autônoma no capítulo seguinte.

## 2.2. Síntese do capítulo 2

Neste capítulo definimos a metodologia a adotar na seleção das ações que vão fazer parte da nossa amostra para efeitos de formação dos pares a negociar. Começamos por

apresentar as razões pelas quais fazemos essa seleção e logo de seguida a técnica e valores de corte mais relevantes tendo em vista a construção conceptual da estratégia suportada pelo *pairs trading* (negociar pares de ações que se movam juntas).

Utilizamos uma escala logaritmica de forma a mitigar o problema da tendência do rácio ou *spread* entre o preço das duas ações que compõe o par ter tendência a estreitar à medida que diminuem e a alargar à medida que aumentam, quando deveriam manter-se constantes.

Escolhemos o mercado americano devido à facilidade de se encontrarem disponíveis grandes quantidades de dados fidedignos sobre esse mercado e por ser tido como um dos mercados mais concorridos, desenvolvidos, com um grande volume de *trading* e elevada liquidez, logo tendencialmente é um dos mercados mais eficientes do mundo.

Restringimos ainda o grupo de ações analisadas a ações com histórico com mais de 10 anos devido à natureza dos testes se estender por longos períodos, preço acima de \$5 por ação devido a custos de transação e de forma a evitar enviesamentos derivado de menor *short interest* e de *upward/downward*.

Procurando uma certa homogeneidade nas ações, que permitisse formar melhor os pares, procuramos indústrias onde tal homogeneidade exista, como acontece nas *utilities* e nas financeiras.

Utilizou-se um valor de corte de \$3.32B de capitalização bolsista para filtrar as ações tendo em vista evitar enviesamentos por dificuldades em realizar operações de *short-selling* (obrigatórias na estratégia de *pairs trading*) e maior *spread*.

O volume médio de negociação foi também um critério utilizado para evitar eventuais enviesamentos existentes em *backtest* face ao *trading* real e diminuir eventuais custos de *bid-ask spread* e *slippage*, tendo-se definido um valor de corte de um volume médio diário nos últimos 3 meses superior a 200 mil ações negociadas.

Procurou-se também eliminar as empresas com um *bid-ask spread* maior, o que permite, teoricamente, diminuir o número de *informed traders* para dar lugar a *uninformed traders*, o que vai contrastar com os ETF sobre índices, tornando mais pertinente a comparação dos retornos entre estes dois ativos (ações vs. ETF de índices) que será feita no capítulo 5.

Procurou-se estar atento às questões regulatórias que possam representar constrangimentos ao *short-selling*, pelo que os retornos da estratégia de *pairs trading* irão ser comparados antes e depois da entrada em vigor de regulação através de análises seccionadas por anos.

Os pares serão formados por ações que se movam juntas (porque é disso que depende a estratégia), emparelhadas de acordo com as técnicas explicadas no capítulo seguinte.

### Capítulo 3 – Emparelhamento de pares para negociar

Conforme referido no capítulo 2 *in fine*, é necessário prestar especial atenção à técnica de emparelhamento dos pares a negociar, pois os retornos (e risco) da estratégia de *pairs trading* deverão depender, supostamente, de uma escolha superior dos pares. É o que vamos fazer neste capítulo.

#### 3.1. Escolha das ações a emparelhar de acordo com GGR

No trabalho original de Gatev *et al.* (1999), designado doravante apenas como GGR, a escolha das ações foi efetuada considerando o conceito de distância no movimento de preços das ações (método não paramétrico), tido pela soma dos quadrados das diferenças (*Sum of Squared Differences*, SDD) entre a série de preços normalizados das duas *legs*.

A estratégia GGR usa primeiramente um filtro na seleção de grupos de ações por indústria, tal como é apresentado neste estudo, onde as ações a serem emparelhadas pertencem à mesma indústria do S&P. Depois, considerando os retornos totais acumulados para cada ação dentro do período estipulado, é escolhido o par, formado pelas duas *legs*, através da minimização da soma dos quadrados dos desvios entre a série de preços normalizados das duas ações.

#### 3.2. Escolha das ações a emparelhar de acordo com os *practionners*

Os *practionners* geralmente optam por analisar a correlação dos retornos das ações ou mesmo do preço.

A correlação é geralmente interpretada como uma medida do grau da relação linear entre duas variáveis aleatórias ou o declive da linha de regressão de séries de dados padronizados (McNemar, 1962; Glass & Hopkins, 1984) e diz-se positiva e que existe uma relação linear e estreitamente relacionada entre as duas variáveis, quando a correlação é próxima de 1 (i.e. 100%).

No caso das séries de preços de duas ações estarem alta e positivamente correlacionadas, existe uma alta probabilidade do preço de ambas se mover em concordância.

Os *practionners*, nesta ótica, tanto usam o teste paramétrico do coeficiente da correlação de Pearson entre as sequências de preço ou retornos, logaritmos ou não, como o teste não paramétrico – o coeficiente de correlação dos postos de Spearman nessas mesmas condições.

Estes são alguns dos métodos mais básicos de estimar as correlações entre o preço ou retornos das séries temporais de ativos financeiros, como o preço das ações. Apesar da sua facilidade e uso generalizado, estes métodos básicos de medida de correlação têm certas dificuldades em quantificar eventuais desvios nas expectativas dos investidores, que, supostamente, devem estar vertidas no equilíbrio da oferta e da procura que marca o equilíbrio do preço dos ativos, em particular de modelar essas expectativas por via da volatilidade dos preços.

#### Fórmula 2 Coeficiente de correlação de Pearson

$$r_{xy} = \frac{\sum x_i y_i - \frac{(\sum x_i)(\sum y_i)}{n}}{\sqrt{(\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n})(\sum y_i^2 - \frac{(\sum y_i)^2}{n})}}$$

Onde  $x_i$  é o  $i$ -ésimo termo da sequência  $x$ ,  $y_i$  é o  $i$ -ésimo termo da sequência  $y$  e  $n$  o número de casos.

Conforme se observa na fórmula 2, o coeficiente da correlação de Pearson é sensível aos *outliers* (anormais – observações inconsistentes ou com grande afastamento), o que torna a análise menos robusta.

#### Fórmula 3 Coeficiente de correlação dos postos de Spearman

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

Onde  $d_i$  é a diferença entre os *ranks* emparelhados e  $n$  o número de casos.

As formas mais comuns de identificar ações que se movem juntas pelos *practionners* são geralmente estas duas. No entanto, nos últimos 10 anos, a cointegração passou a ser um conceito cada vez mais utilizado nas finanças e econometria no tratamento de séries temporais, pois, de acordo com Alexander (1999), o método da correlação é mais apropriado para a análise de séries de curto prazo, visto que a correlação reflete os co-movimentos dos retornos, que são suscetíveis de grande instabilidade ao longo do tempo, e isso obriga a um frequente rebalanceamento em estratégias de cobertura (*hedging*).

Já a cointegração, também referida por Alexander (1999), é usada, alegadamente, pela primeira vez por Vidyamurthy (2004), no sentido de verificar a possibilidade de usar a cointegração na estratégia de *pairs trading*.

### 3.3. Algumas noções de cointegração, sobre séries estacionárias e não estacionárias

Importa, antes de avançarmos, ver algumas das noções sobre cointegração, séries estacionárias e não estacionárias, para melhor compreendermos a técnica de emparelhamento geralmente usada pelos *practionners*.

O método de análise da cointegração foi desenvolvido e definido por Granger (1981), Engle & Granger (1987) e distingue-se do método da análise de correlação em vários aspetos, apesar do conceito dos dois métodos estar relacionado. Pode-se ter um par altamente cointegrado em termos de preço e não necessariamente altamente correlacionado em termos de retorno e/ou preço e vice-versa (cfr. vimos no capítulo 2, tabela 5).

A grande vantagem em usar a análise da cointegração, quando comparada com os modos clássicos de correlação, é que permite verificar o comportamento no longo prazo (*long run*) em séries cointegradas, pois a correlação, como medida de co-dependência, normalmente não é consistente a longo prazo, sendo sim útil para análises de mais curto prazo (i.e. como medida para o *risk management* no algoritmo de negociação).

Considera-se que as séries temporais são cointegradas quando apresentam uma relação de combinação linear estacionária em séries temporais não estacionárias, passando assim as séries temporais não estacionárias a serem estacionárias quando integradas de ordem  $n$ , tido como  $I(0)$ , ou seja, após um mínimo de  $n$  diferenças.

“A série temporal é estacionária, se a média, variância e auto correlações são bem aproximadas por médias de períodos suficientemente longos, com base num único conjunto de realizações” (Schmidt, 2008). Dito de outra forma, a série temporal é estacionária (com co-variância estacionária), se a média, variância e auto correlações não se alterarem ao longo de bastante tempo (forem constantes e finitas) e o valor da co-variância (auto correlação) depender apenas do desfasamento (*lag*) sem ser afetado por alterações no período de origem (independente do tempo).

De acordo com Schmidt (2008), um processo estocástico de uma variável ( $\gamma_t$ ) é estacionário nas seguintes condições:

$$E(\gamma_t) = E(\gamma_{t-k}) = \mu \text{ é a média constante ao longo do tempo;}$$

$$E(\gamma_t - \mu)^2 = E(\gamma_{t-s} - \mu)^2 = \sigma_\gamma^2 \text{ é a variância constante ao longo do tempo;}$$

$E(\gamma_t - \mu)(\gamma_{t-k} - \mu) = E(\gamma_{t-j} - \mu)(\gamma_{t-j-k} - \mu) = \delta_k$  é a co-variância (auto correlação) constante ao longo do tempo.

As séries temporais dos preços das ações geralmente apresentam uma tendência com movimentos crescentes e uma tendência com movimentos decrescentes. Tal tendência diz-se estocástica.

De acordo com Alexander (1999), uma forma de representar uma tendência estocástica, com séries cronológicas integradas de ordem 1, é o processo conhecido como passeio aleatório (*random walk*) com tendência (*drift*), dado por:

#### Fórmula 4 Passeio aleatório com tendência

$$Y_t = \alpha + Y_{t-1} + e_t$$

onde  $\alpha$  denota o desvio ou tendência (*drift*),  $Y_t$  a série temporal com um valor de previsão constante dependente de  $t$  (aumenta ao longo do tempo) e  $e_t$  é um processo estacionário independente e identicamente distribuído, funcionando como distúrbio aleatório (processo de erro ou ruído branco).

Se os mercados financeiros são realmente eficientes, então o logaritmo dos preços segue um processo "random walk":  $Y_t = \log(P_t)$  e  $e_t$  denota o retorno ao tempo  $t$  (Alexander, 1999).

##### 3.3.1. Testes de estacionaridade

Existem diversos testes para avaliar a estacionaridade de uma série temporal, seja da forma simples através do método do correlograma, testes de raízes unitárias como o teste  $t$ , teste Phillips-Peron (PP), teste Dickey-Fuller (DF) ou o teste Augmented [aumentado] Dickey-Fuller (ADF), entre outros.

O teste ADF é geralmente o mais usado em processos de seleções de pares para uso em estratégias de *pairs trading*, nomeadamente por Chan (2008), Herlemont (2004), Puspaningrum (2012) e referido por vários *quantitative traders* em vários *blogs* e *websites* da internet<sup>6</sup>.

##### 3.3.2. Teste de Dickey-Fuller aumentado

O teste ADF pode ser usado para avaliar a estacionaridade de uma série temporal, ao testar a presença de raiz unitária através da hipótese nula ( $H_0$ ), permitindo assim identificar a ordem de integração de uma determinada série.

---

<sup>6</sup> Autor desconhecido, *Pairs Trading – Cointegration Testing*, disponível em: <http://tradingwithmatlab.blogspot.pt/2009/12/pairs-trading-cointegration-testing.html>. Acesso em 09 de dezembro de 2012 e Autor desconhecido, *Pair-Trading with S&P500*, disponível em: <http://blog.quantitrader.org/taq/pair-trading-2/>. Acesso em 09 de dezembro de 2012

Alexander (1994) sugere o uso do teste ADF em séries temporais financeiras, primeiro tirando as diferenças de  $Y$  ( $Y_t - Y_{t-1}$ ), normalmente de  $\log(Y)$ , a que é chamado de  $\Delta Y$ , depois efetuando uma regressão pelo método dos mínimos quadrados ordinários (OLS) a  $\Delta Y$ , as seguintes variáveis: a constante, um desfasamento de  $\Delta Y$  e um desfasamento de  $Y$ ; procurando por auto correlação nos resíduos e efetuar os desfasamentos necessários de  $\Delta Y$  até remover a auto correlação.

Para os efeitos deste estudo, de forma a encontrar pares cointegrados, efetuamos o teste ADF de acordo com a seguinte fórmula:

#### **Fórmula 5 Teste de Dickey-Fuller aumentado**

$$\Delta Y = \alpha + \beta_t + \gamma Y_{t-1} + \sum_{l=1}^n (\delta_l \Delta Y_{t-l}) + e_t$$

Neste teste é incluído o nível de significância dada pelo intercepto  $\alpha$ . A constante/tendência, dada por  $t$ , representa a evolução da série no tempo, de forma a diferenciar séries com tendência determinística de séries com tendência estocástica (passeio aleatório). A presença ou ausência de raiz unitária é dada por  $\delta$ . O propósito do desfasamento de  $\Delta Y_t$  (variável dependente), dada por  $\Delta Y_{t-1}$ , é garantir que não existe a presença de auto correlação do ruído branco após efetuar todas os desfasamentos capazes de eliminar a auto correlação. Neste estudo usou-se um mínimo de 9 e máximo de 10 desfasamentos – poucos desfasamentos podem não conseguir eliminar completamente a auto correlação nos erros e muitos desfasamentos podem reduzir a eficácia do resultado – o número de desfasamentos ideal foi encontrado de acordo os termos do processo de ARMA, não obstante alguns autores (Pesaran & Shin, 1997) recomendarem o uso do critério Schwarz Bayseian.  $e_t$  é o termo de erro em regressão (distúrbio aleatório) que se espera com média zero, variância constante e sem auto covariância.

Com base no teste ADF, pode assim testar-se a hipótese nula ( $H_0: \delta = 0$ ), série não estacionária (ou de raiz unitária) versus a hipótese alternativa ( $H_A: \delta < 0$ ), série estacionária.

Se a hipótese nula for rejeitada (rejeita a presença de raiz unitária), a série é estacionária, mas apenas após um mínimo de diferenças, indicando assim a possibilidade das séries serem cointegradas. Dito de outra forma, começa-se por testar a não estacionaridade da série original contra a alternativa de estacionaridade. Se a hipótese nula ( $H_0: \delta = 0$ ) não for rejeitada, então a série contém uma raiz unitária (não estacionária), calculando-se assim a primeira diferença ao testar novamente a sua estacionaridade. Se a hipótese nula ( $H_0: \delta = 0$ ) é rejeitada, a série é I(1) é estacionária em primeiras diferenças, caso contrário determinar-se-á as segundas diferenças e voltar-se-á a repetir o teste.

Se a hipótese alternativa for rejeitada (rejeita que a série é estacionária), diz-se que há a presença de raiz unitária e por isso não há cointegração.

O valor dado por  $t$  permite ainda diferenciar séries com raiz unitária (não estacionárias) com tendência determinística. A série é estacionária quando o  $t$  estatístico  $<$  ADF  $t$ -crítico, de acordo com os valores (Dickey & Fuller 1979, 1981).

#### 3.4. Escolha dos pares conduzindo um algoritmo proprietário

Usando o teste ADF em conjunto com o teste não paramétrico do coeficiente de correlação de postos de Spearman, dentro de uma utilização de um *practitioner*, foi criado um algoritmo que permite medir o nível de cointegração e de correlação, esta última em vários *time frames*, em concreto para *time frames* de 6 meses, 1, 2, 3 e 5 anos (sempre que as séries de dados o permitam), atribuindo uma notação de 1 a 5 a cada par, de acordo com as suas qualidades estatísticas em termos de cointegração e correlação, em que, sumariamente, os pares cointegrados com maior correlação nos vários *times frames*, têm a notação mais elevada.

Ou seja, com este algoritmo captamos ambas as práticas normalmente usadas neste tipo de estratégia para emparelhar os pares.

#### 3.5. Enviesamentos na escolha de pares

Há alguns enviesamentos possíveis de acontecer na escolha de pares, que depois podem afetar a sua performance, quando conduzido um *backtest* da estratégia de negociação, pelo que importa observá-los e explicar como foram eliminados.

### 3.5.1. *Overfitting*

Poder-se-ia dar um problema de *overfitting*, ao “treinar” o algoritmo para maximizar a performance com base nos dados conhecidos e modelos no sentido de obter esse melhor resultado. Este problema é muito comum em *machine learning*, em especial no que toca a *data mining*.

Este enviesamento poderia acontecer se utilizássemos as mesmas séries de dados temporais relativamente ao preço das ações para selecionar os melhores pares, que depois iríamos usar também para realizar os *backtests* à negociação, assim como se usássemos as mesmas séries temporais para selecionar os pares que foram usadas para modelar os resultados (ensinar o algoritmo a escolher os melhores pares minimizando o erro).

Nestes casos, o *overfitting* acontecia porque estávamos a “ensinar” o sistema com dados que só deveriam ser conhecidos à posteriori, fazendo com que os *backtests* de negociação só fossem realizados a pares que já se sabia que, para o período em análise, eram bons por estarem cointegrados e bem correlacionados, pelo que os resultados esperados só poderiam ser bons, em virtude da eliminação dos pares que nesse período fossem piores. No *trading* real este conhecimento antecipado, infelizmente, não é possível acontecer, pois ninguém tem uma bola de cristal para conhecer os preços futuros das ações e aplicar o algoritmo de seleção de pares sobre eles, eliminando antecipadamente aqueles que assim se sabia que no futuro perderiam a correlação e deixariam de estar cointegrados, o que, na linguagem do algoritmo proprietário usado neste estudo, seria o mesmo que dizer que conheceríamos a notação futura do par, antes mesmo de termos os dados disponíveis para análise (o que é impossível).

Visto nesta ótica, seria o mesmo que dizer estarmos perante um *oversearching*, não no sentido clássico, mas na explicação alternativa de que usando regras de seleção dos pares sobre informação precisa das séries temporais que serão as mesmas usadas nos *backtests*

(preços futuros aos “olhos” do *backtest*), está a dar-se a possibilidade de avaliar a qualidade dos pares baseada em regras bastante fortes sobre a forma como se movem juntos, permitindo filtrar antecipadamente aqueles que supostamente serão os melhores para negociar, de entre um leque grande de pares possíveis, e depois aplicar o algoritmo de negociação para testar a performance, atribuindo os eventuais bons resultados a este algoritmo de negociação, quando na verdade os resultados existem porque os piores pares foram eliminados na altura da pesquisa e seleção dos mesmos.

A forma de lidar com este enviesamento foi relativamente simples no que concerne à seleção dos pares com dados “futuros” para o *backtest* da estratégia de negociação, bastando “cegar” o algoritmo de seleção aos dados que serão utilizados no *backtest* à negociação da estratégia. Ou seja, tal como acontece no *trading* real (onde não é possível ver o futuro), a seleção dos pares é feita sobre o período de uma série temporal, que termina quando começa o período em que será realizado o *backtest* à negociação (criando assim uma independência dos dados do *backtest* relativamente aos dados da seleção de pares), usando, por exemplo, os preços de 1 de janeiro de 2000 a 31 de dezembro de 2004 para selecionar os melhores pares e os preços de 1 de janeiro de 2005 a 31 de dezembro de 2010 para realizar o *backtest*.

Quanto a ensinar o algoritmo a escolher os melhores pares, minimizando o erro com base nos resultados que foram obtidos, como não se utilizou *data mining* ou qualquer sistema de redes neuronais o assunto é discutido à frente, ao tratar o *data-snooping*.

### 3.5.2. *Data-snooping*

Ao “ensinar” o algoritmo a escolher os melhores pares, ajustando os parâmetros da escolha em função dos resultados obtidos pela melhor combinação das variáveis envolvidas na análise de uma mesma série temporal, pode dar-se o caso de enviesamento por *data-snooping* (também conhecido como *data dredging*).

O *data-snooping* pode enviesar os resultados de um *backtest* quando comparado com a realidade futura, de tal forma que os retornos encontrados na análise de séries temporais por um algoritmo, usado em *backtest* e ajustado em função dessas mesmas séries temporais, pode não

evidenciar nenhuma correlação de resultados quando usado numa amostra de séries temporais mais ampla. Ou seja, desenvolver um algoritmo olhando para uma pequena amostra de preços de algumas ações e realizar um *backtest* sobre essa mesma amostra, nomeadamente aperfeiçoando os parâmetros em função dos resultados, não significa que resultados idênticos venham a ser encontrados, se usarmos uma amostra de preços mais ampla (em número de ações analisadas) ou em preços futuros, tendo em conta que a boa performance evidenciada pode ter sido resultado de um ajuste específico do algoritmo para aquela amostra de ações analisada, mesmo que em períodos diferentes.

No caso deste estudo e no que concerne a esta estratégia de *pairs trading*, há que sublinhar que as regras de seleção de pares são baseadas em processos de cointegração e correlação que já existem há muito tempo (antes mesmo de serem usadas nesta estratégia, especificamente) e sem que fossem aplicados grandes filtros ou alterações para servir aqui.

As parametrizações feitas, por pura chance, quer na seleção de pares, quer na negociação da estratégia foram feitas *in-sample*. Até mesmo sobre ativos que não são ações e não possuem óbvia correlação com as ações/ETF ou grupos de indústria das ações que foram depois usadas para testar a estratégia. Na verdade, o algoritmo já tinha sido construído muito antes da proposta deste estudo.

Com a divisão das séries temporais em duas amostras, uma, *in-sample*, que é aquela que foi usada para estabelecer as regras de seleção de pares e de negociação, e outra, *out-of-sample*, que foi a usada para testar as regras da estratégia sem qualquer parametrização por pura chance sobre esses novos dados. Este processo permite assim eliminar os efeitos de um eventual eviesamento por *data-snooping*.

Para além disso, foram introduzidas mais duas amostras na parametrização, uma resultante de um processo de *bootstrapping*, e outro resultado de *paper trading*, ainda que esta última não seja num período significativo para ter relevância estatística, pode muito bem ser a *proof-du-jour* de *due diligence*.

### 3.5.3. Efeito placebo

O efeito placebo está geralmente relacionado com a medicina e consiste em dar um medicamento de efeito neutro ou inativo, em termos farmacológicos, a um paciente em tratamento, com a finalidade de suscitar determinados efeitos que as suas propriedades não possuem, aumentando a sua predisposição para se sentir melhor e/ou reduzir determinados sintomas. O placebo tem assim um efeito falso, tendo em conta que é um tratamento fictício com substâncias farmacologicamente inertes, mas que é capaz de desencadear uma reação psicológica no paciente com uma resposta física de melhoria. Ou seja, o paciente reage fisicamente ao placebo, apenas porque acredita nos efeitos de um fármaco.

Neste estudo, o efeito placebo ponderar-se-ia colocar e ser suscetível de enviesar os resultados, caso os resultados obtidos estivessem assentes em condições e escolhas induzidas pelos *practitioners* ou até pela literatura existente, mas sem evidências empíricas fortes que de facto tais resultados dependem de determinadas condições. No caso, o maior risco de enviesamento provocado por este efeito seria nas condições da escolha das ações e na constituição dos pares. Dito de outra forma, estaríamos perante o efeito placebo, se os resultados obtidos pudessem ser igualmente alcançados por qualquer outra condição ou escolha aleatória dos pares de ações, o que significaria que a escolha e condições utilizadas teriam efeito neutro nos resultados e, por isso, as conclusões não podiam ser imputadas a essas condições e escolhas.

Para afastar, tanto quanto possível, o efeito placebo, utilizou-se um grupo de controlo de pares emparelhados aleatoriamente, sem estarem sujeitos a qualquer condição de cointegração ou correlação, considerando apenas as condições ao nível de dados históricos, preço acima dos \$5, capitalização bolsista, volume médio negociado, número de ações em circulação, disponibilidade para *short-selling* e ações do mesmo sector (no caso, mantendo o sector das financeiras e *utilities*).

### 3.6. Enviesamentos na performance do *backtest*

#### 3.6.1. *Overfitting*

O *overfitting* não se aplica no caso do *backtest* da negociação, pois não há qualquer aprendizagem do sistema e otimização das regras com base em dados previamente conhecidos.

#### 3.6.2. *Data-snooping*

O *data snooping* já foi discutido atrás, onde se explicou que as regras de seleção e negociação foram estabelecidas *in-sample* e são no estudo analisadas *out-of-sample*. Como referido anteriormente, ambos os algoritmos (seleção e negociação) foram desenvolvidos muito antes da proposta deste estudo.

A estratégia de negociação já tem alguns anos e as regras de negociação ("gatilho") têm vindo a ser definidas, há muitos anos, em estudos de outros autores aqui mencionados, não obstante algumas diferenças na parametrização das regras e uso de otimizações dessas regras e de *risk management*.

#### 3.6.3. Erro *postdictive*

O erro *postdictive* verifica-se quando é usada informação nos testes que só estará disponível depois de o facto acontecer (Tharp, 1998).

Este tipo de erro é afastado nos *back-test* realizados uma vez que os sinais de entrada e saída consideram o preço de fecho de final de dia, que geralmente é um preço não perturbado e que pode ser negociado como se apresenta nos *back-test*.

#### 3.6.4. *Later rule* ou *one day waiting*

Os custos de transação influenciam os retornos, pelo que têm de ser tidos em conta no teste de qualquer estratégia de *trading*, sendo que qualquer enviesamento na forma como os

mesmos são calculados pode endereçar conclusões a resultados sub ou sobre estimados por via dos custos de transação.

Gatev *et al.* (2006) tentaram contornar esta problemática introduzindo uma regra que atrasava as negociações por um dia ("*one day waiting*") de forma a fornecer uma avaliação conservadora dos retornos em excesso ao reduzir os mesmos por via de uma estimativa para a média do *bid-ask spread*.

Para o efeito, a regra assume que o valor de divergência é o preço de venda ("*ask*") na posição a entrar longa e o preço de compra ("*bid*") na posição a entrar curta e, num segundo momento, quando as posições convergem e o *trade* é fechado, a posição longa é vendida ao preço de compra ("*bid*") e a posição curta é (re)comprada ao preço de venda ("*ask*"). Desta forma, se os preços do dia seguinte tiverem a mesma probabilidade de fecharem ao preço da venda ou da compra, o atraso de um dia na negociação supostamente deverá reduzir os retornos em excesso em metade da soma dos *spreads* (tanto na entrada como na saída do *trade*).

Ou seja, esta regra implica que a execução do *trade* é feita a preços de fecho do dia seguinte para qualquer sinal de entrada ou saída no *trade*.

Para Gatev *et al.* (2006) a ideia é que se mesmo depois desta regra muito conservadora a estratégia continuar a apresentar bons retornos, então poderá dizer-se que a estratégia é rentável mesmo depois de custos de transação.

No entanto, entendemos que atrasar a negociação um dia, quando falamos numa estratégia que suposta e/ou eventualmente é lucrativa por capturar pequenas ineficiências e/ou simetrias momentâneas no mercado pode enviesar a análise da mesma, assim como também não permite afastar completamente os efeitos de *slippage*, que para além do *bid-ask spread*, incluem o custo de liquidez e o impacto no preço.

Ainda que a regra de Gatev *et al.* (2006) possa ser bastante útil para questões relacionadas com o impacto de *trading* não sincronizado (problemática que neste estudo é

ultrapassada ao utilizar o preço de fecho de ativos negociados no mesmo mercado – e não preços intradiários e/ou preços de ativos negociados em mercados diferentes), optamos por contabilizar os custos de transação de forma diferente da sugerida pelos referidos autores e conforme se descreve de seguida.

### 3.6.5. Slippage

O *Bid-Ask Spread* é, normalmente, um custo a considerar e que representa o *cliente effect* e que, de acordo com Dias & Ferreira (2006), pode ser calculado da seguinte forma:

#### Fórmula 6 Bid-ask spread

$$BidAskSpread_{aT} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{t=1}^N \frac{Ask_{at} - Bid_{at}}{Ask_{at} + \frac{Bid_{at}}{2}}$$

Em que o  $Ask_{at}$  e o  $Bid_{at}$  são, respetivamente, o preço de oferta e procura para a ação  $a$  no momento (dia)  $t$  e  $N$  é o número total de *trading days* em que a ação  $a$  negociou durante o período  $T$ .

De acordo com Bernstein & Damodaran (1998), que citam Tinic & West (1972), Stoll (1978) e Jegadeesh & Subrahmanyam (1993), assim como Choi & Subrahmanyam (1994), o *spread* entre o *bid* e o *ask* está correlacionado negativamente ao nível do preço, volume e presença de *market maker*, e correlacionado positivamente com a volatilidade.

Por outro lado, estudos de Kothare & Laux (1995), *apud* Bernstein & Damodaran (1998), encontram evidências de que ações onde a atividade dos institucionais aumentou significativamente registaram o maior aumento no *spread* entre o *bid* e o *ask*.

Esta conclusão é importante para o nosso estudo, porque, como Bernstein & Damodaran levantam a hipótese, tal pode dever-se ao facto dos *market makers* perceberem que os investidores institucionais tendem a ser investidores mais bem informados e com mais e melhor informação (*informed traders*).

Pelo que, considerar o custo deste efeito não só torna os resultados do *backtest* o mais próximo possível da realidade, como vai permitir verificar as várias hipóteses assentes em vários fatores contra os retornos com todos estes custos incorporados e os retornos antes de custos, o que poderá vir a evidenciar o nível de *uninformed* e *informed traders* em termos relativos, principalmente onde exista a presença de *market maker*.

O *cost of illiquidity* é, para os *practionners*, considerado o custo de arrependimento, ou seja, o custo que um investidor teria para reverter a sua posição imediatamente depois de a tomar (i.e. vender uma ação imediatamente depois de a comprar). O *cost of illiquidity* implica o *bid-ask spread* e o *price impact* (enquanto funções da liquidez do Mercado), que é o impacto no preço que o próprio investidor origina quando negocia determinado ativo, fazendo-o subir ou descer, consoante a ordem seja de compra ou de venda, respetivamente, sendo que em ativos menos líquidos (e sem *market maker*), onde o volume para negociar aos vários níveis de profundidade é mais pequeno, este impacto é maior devido à dificuldade do mercado absorver determinadas quantidades sem ter um forte efeito nos níveis de preço.

Para Kyle (1985), a liquidez do Mercado refere-se aos vários elementos dos custos de transação, incluindo a escassez, profundidade e resiliência, e uma das formas de medir este impacto no preço ou, se quisermos, a resposta do preço ao *order flow*, é usar a seguinte fórmula (Kyle's Lambda):

#### Fórmula 7 Kyle's Lambda

$$\lambda_{at} = \frac{1}{N} \cdot \frac{\sum_{t=1}^N |\Delta Price_{at}|}{Volume_{at}}$$

Onde  $Price_{at}$  é o preço no momento  $at$  e  $Volume_{at}$  é o volume no momento  $at$ .

No entanto, ambos os fatores referidos estão já contidos nos custos de *slippage*, que representam a diferença entre o preço expectável para um determinado negócio e o preço a que realmente é executado.

A *slippage* inclui o custo de liquidez e, por sua vez, o *bid-ask spread* e o *price impact*, assim como a própria eficiência do *broker* na execução da ordem, de forma a garantir que o preço “apanhado” é aquele que realmente se pretende, o que é relevante no caso de mercados e ativos em que o seu preço altera muito rapidamente.

Para os efeitos deste estudo, muitos dos custos aqui referidos têm um impacto minimizado, tendo em conta que os testes são feitos sobre o preço de fecho que é normalmente um bom preço de referência, achado em leilão e, geralmente, sem os problemas de *bid-ask spread*, *bid-ask bounce* ou *market impact*; ou seja, é considerado um preço não perturbado, uma vez que é observado por todos os participantes antes da execução da ordem e, portanto, independente da nossa ordem. A isto acresce o cuidado que tivemos de filtrar a escolha dos ativos, em particular das ações, de acordo com o volume de negociação, capitalização bolsista, nível de preço, etc., que só por si ajudam a mitigar ou, pelo menos, minimizar estes efeitos.

De acordo com Frino, Kruk & Lepone (2006), a fórmula usual de se calcular a *slippage* é:

**Fórmula 8 Cálculo do custo de *slippage* de acordo com Frino, Kruk & Lepone (2006)**

$$Slippage_{at} = VWAP_{at} - ClosePrice_{at}$$

Onde o  $ClosePrice_{at}$  é o preço de fecho registado no dia  $t$  (embora os autores referidos utilizem o preço de abertura por ser considerado também um preço não perturbado),  $VWAP_{at}$  é o volume médio ponderado do preço a que a ordem foi executada, e calculado como se segue:

**Fórmula 9 Cálculo do volume médio ponderado do preço**

$$VWAP = \frac{\sum_{a=1}^n S_a \cdot P_a}{\sum_{a=1}^n S_a}$$

Onde  $S_a$  é o tamanho da ordem  $a$ ,  $P_a$  é o preço a que cada negócio  $a$  foi executado e  $n$  é o número de transações que foram necessárias para satisfazer a totalidade da ordem.

No entanto, considerando que no *backtest* realizado e com os dados disponíveis não é possível aferir o valor de *VWAP*, tendo em conta que as ordens não foram realmente executadas, tivemos de derivar a fórmula acima para a seguinte:

**Fórmula 10 Cálculo do custo de *slippage* de acordo com o autor**

$$Viana's\ slippage_T = \frac{\left| \frac{H-L}{2} - C \right|}{\frac{\left| \frac{H-L}{2} + C \right|}{2}} \cdot \frac{O}{V} \cdot E$$

Onde  $P = P(t)$  é o preço de um ativo em função do tempo  $t \in \mathbb{R}$  e  $T = int(t)$  o dia,  $H = H(T)$  (resp.  $L = L(T)$ ) o máximo (resp. o mínimo) de  $P$  no dia  $T$ ,  $C = C(T)$  o fecho não ajustado do ativo,  $O = O(T)$  o volume da ordem dada,  $V = V(T)$  o volume total negociado pelo mercado e  $E = E(T)$  o preço de execução da ordem dada para o ativo no dia  $T$ .

No âmbito dos *backtest* propostos  $E = E(T)$  é igual ao fecho ajustado de  $P$  no dia  $T$ .

Esta alteração à fórmula de Frino, Kruk & Leponne (2006) permite ultrapassar a dificuldade descrita para o cálculo do *VWAP*, ao considerar os efeitos *do bid-ask spread (bounce)* captando parte da fórmula indicada por Dias & Ferreira (2006) e do *Cost of Illiquidity* através de parte da fórmula Kyle's Lambda.

O *benchmark* usado para calcular o valor de compra ou venda de cada *leg* foi o preço de fecho do dia em que é dado sinal de entrada pelo algoritmo. O uso do preço de fecho é, como já referido acima, tido como um preço imperturbável, independente da ordem e observado por todos os intervenientes antes da ordem ser executada. O uso de um preço de *benchmark* que seja possível verificar antes da ordem entrar é consistente com a literatura corrente.

### 3.6.6. Enviesamento da *plus-tick rule*

A *Securities and Exchange Commission* (SEC) implementou a *plus-tick rule*, que permitia *shortar* ações apenas quando estivessem em *plus tick* ou *zero-plus tick*. Esta regra foi apenas

revogada em 2007, pelo que os *backtests* efetuados sobre dados anteriores a 2007 podem estar sujeitos a um enviesamento originado por esta regra, devido às posições *short* que, nessa altura, perante a regra, podiam não ser aceites por não preencher a regra *lack of plus ticks* ou então estarem sujeitas a um maior custo de *slippage*.

No entanto, este eventual efeito, em conjunto com outras eventuais restrições na negociação da ação, vai ser discutido mais à frente, utilizando-se o fator *skew* como indicador de eventuais restrições a este nível, no sentido de perceber se responde de alguma forma pelo retorno e na estratégia de *pairs trading*.

Para além de eventuais restrições ao *short selling*, como as implementadas em setembro de 2008, onde simplesmente foi proibido o *short selling* para mais de 1.000 ações do setor financeiro, setor que analisamos também para esse período e que portanto teremos de ter em atenção no momento em causa, até porque essas restrições afetam os custos de transação ao aumentar o *spread* entre *bid* e *ask* com os efeitos anteriormente descritos. Por estas razões, os testes estatísticos que se realizaram aos resultados obtidos foram seccionados por anos.

Acresce ainda que este possível constrangimento é um dos efeitos que também mais à frente estudaremos, para perceber se de alguma forma respondem pelos retornos obtidos.

### 3.6.7. Custos de transação contabilizados no final

É uma prática comum nos *practitioners* deduzir aos resultados finais os custos de transação de todos os *trades*, mas isso enviesa completamente os resultados, principalmente quando se usa o efeito composto dos retornos obtidos em cada *trade*. O facto é que em cada *trade*, seja ganhador ou perdedor, há sempre um efeito de erosão dos custos, pelo que não contabilizar esse valor no momento certo, o que significa deduzi-lo, imediatamente quando ocorre, ao saldo de conta, é o mesmo que estar a financiar a conta no valor desses custos, significando um enviesamento que é tanto maior quanto mais transações e quanto mais custos existirem.

Nos *backtests* os custos de transação (incluindo *slippage*) foram contabilizados no momento certo, ou seja, no momento da transação.

### 3.6.8. *Window dressing*

O *window dressing* (enfeitar a montra) consiste em esconder as posições detidas em ações das quais os preços caíram drasticamente dos reportes anuais (Lakonishok *et al.*, 1991), mensais ou trimestrais, de forma a evitar mostrar ações com pior performance no *portfolio*.

Movimentos de *window dressing* nos fins de período de reporte das carteiras podem afetar estratégias de *pairs trading* na medida em que os gestores podem estar a vender posições em ações com piores performances e comprar ações com melhores performances, não pelo seu valor, mas pela sua performance em bolsa, criando um eventual *mispricing* temporário.

No entanto, considerando o número de negócios gerados durante um ano nos vários períodos, um eventual enviesamento provocado pelo *window dressing* pode ser desprezado.

### 3.6.9. *Herding behaviour*

*Herding behaviour* é resumido por Banerjee (2008) como "todos fazem o que todos os outros estão a fazer, mesmo quando a informação que dispõe sugere que se faça algo completamente diferente".

De acordo com Bikhchandani & Sharma (2001), existem várias potenciais razões para este tipo de comportamento nos mercados financeiros, sendo algumas das mais importantes a imperfeição da informação, a preocupação com a reputação e as estruturas de compensação.

Com a popularidade da estratégia de *pairs trading* nos últimos anos, principalmente com o aparecimento de alguns programas que procuram os pares mais correlacionados e sítios da Internet que disponibilizam essa informação, é possível que muitos que acompanham e competem por esta estratégia copiem os pares que consideram correlacionados e quanto mais

copiam e negociam com base na estratégia, mais correlacionados os pares ficam e, supostamente, menos rentáveis serão na referida estratégia.

Por outro lado, determinados movimentos de preços das ações poderão ser ampliados (exemplo de bolhas no mercado) devido ao *herding behaviour*, afastando o preço do seu valor justo, originando *mispricing*, muitas vezes apenas numa das ações que compõe o par afastando dessa forma e significativamente uma da outra.

No entanto, esse efeito foi desconsiderado, pois o universo das ações analisadas é suficientemente grande para afastar o dito enviesamento e o emparelhamento foi feito sem seguir as informações disponibilizadas pelos referidos sítios da Internet ou programas.

### 3.7. Síntese do capítulo 3

Neste capítulo vimos que no trabalho original de GGR, a escolha das ações foi efetuada considerando a soma dos quadrados das diferenças entre a série de preços normalizados das duas *legs* e que os *practionners* geralmente optam por analisar a correlação dos retornos das ações ou mesmo do preço.

No entanto, em face da popularidade da cointegração nos últimos 10 anos, face ao método da correlação que reflete os co-movimentos dos retornos, que são suscetíveis de grande instabilidade ao longo do tempo, obrigando a um frequente rebalanceamento em estratégias de cobertura (*hedging*), e para melhor compreendermos a técnica de emparelhamento geralmente usada pelos *practionners*, apresentaram-se, também neste capítulo, algumas noções de cointegração sobre séries estacionários e não estacionárias.

Vimos também que usar a análise da cointegração permite verificar o comportamento no longo prazo (*long run*) em séries cointegradas, sendo isso uma vantagem quando comparada com os modos clássicos de correlação, que normalmente não é consistente a longo prazo.

Verificamos que existem diversos testes para avaliar a estacionaridade de uma série temporal, seja da forma simples através do método do correlograma, testes de raízes unitárias

como o teste  $t$ , teste Phillips-Peron (PP), teste Dickey-Fuller (DF) ou o teste Augmented [aumentado] Dickey-Fuller (ADF), entre outros, tendo-nos debruçado sobre o teste ADF aumentado por ser o geralmente mais usado em processos de seleções de pares para uso em estratégias de *pairs trading* e que nos permite testar a hipótese nula ( $H_0: \delta = 0$ ), série não estacionária (ou de raiz unitária) versus a hipótese alternativa ( $H_A: \delta < 0$ ), série estacionária, sendo que se esta hipótese (alternativa) for rejeitada (rejeita que a série é estacionária), diz-se que há a presença de raiz unitária e por isso não há cointegração.

Explicou-se que usando o teste ADF em conjunto com o teste não paramétrico do coeficiente de correlação de postos de Spearman, foi criado um algoritmo que permite medir o nível de cointegração e de correlação, esta última em *time frames* de 6 meses, 1, 2, 3 e 5 anos (sempre que as séries de dados o permitam), atribuindo uma notação de 1 a 5 a cada par, de acordo com as suas qualidades estatísticas em termos de cointegração e correlação, em que, sumariamente, os pares cointegrados com maior correlação nos vários *times frames*, têm a notação mais elevada.

Neste capítulo, demos também atenção aos enviesamentos possíveis de acontecer na escolha dos pares, que depois podem afetar a sua performance, quando conduzido um *backtest* da estratégia de negociação, e foi explicado como tais enviesamentos foram eliminados.

Os enviesamentos identificados na escolha dos pares foram: *Overfitting*, *data-snooping* e efeito placebo.

Por fim, ainda neste capítulo, vimos os enviesamentos possíveis de afetar a performance do *backtest* de negociação e como os mesmos foram tratados por forma a serem eliminados.

Os enviesamentos identificados na performance do *backtest* de negociação foram: *Overfitting*, *data-snooping*, erro *postdictive*, impacto do *trading* não sincronizado, *plus-tick rule*, cálculos de custos de transação (*slippage*), custos de transação contabilizados no final, *window dressing* e *herding behaviour*,

## Capítulo 4 – Ações vs. placebos

### 4.1. Introdução

Conforme explicado no capítulo 3, as ações são um grupo cujos pares são emparelhados de acordo com o algoritmo proprietário explicado no aludido capítulo e sujeitas às condições ao nível de dados históricos, preço acima dos \$5, capitalização bolsista, volume médio negociado, número de ações em circulação, disponibilidade para *short-selling* e ações do mesmo sector (no caso, mantendo o setor das financeiras e *utilities*).

Os placebos, como também explicado no mesmo capítulo 3, são um grupo de controlo de pares emparelhados aleatoriamente, sem estarem sujeitos a qualquer condição do referido algoritmo proprietário ou outra, considerando apenas, tal como nas ações, as condições ao nível de dados históricos, preço acima dos \$5, capitalização bolsista, volume médio negociado, número de ações em circulação, disponibilidade para *short-selling* e ações do mesmo sector (no caso, mantendo o sector das financeiras e *utilities*).

Este capítulo tem como objetivo avaliar a possível existência de diferenças estatisticamente significativas entre os grupos ações e placebos no que respeita à taxa de retorno anualizada, à taxa máxima de *drawdown*, ao rácio de *Sharpe*, ao *holding period* médio e à diferença entre as perdas consecutivas esperadas e registadas.

A informação recolhida visa perceber se os resultados obtidos pelos pares (ações) emparelhados de acordo com o algoritmo de "emparelhamento", derivam de uma escolha superior assente em determinadas condições ou se podemos alcançar os mesmos resultados por qualquer outra condição ou escolha aleatória no emparelhamento dos pares (*Placebos*).

Utilizou-se, conforme já referido, um grupo de controlo constituído por pares emparelhados aleatoriamente (*Placebos*), isto é, sem estarem sujeitos a qualquer condição de cointegração ou correlação (algoritmo de seleção), considerando apenas as condições ao nível de dados históricos para a escolha da população referidos na metodologia.

Na presença de uma escolha superior proporcionada pelo algoritmo de emparelhamento dos pares, os pares de ações deverão apresentar um menor *holding period*, um menor máximo *drawdown* e um maior rácio de *Sharpe*. O retorno anualizado não tem necessariamente de ser superior na escolha superior (podendo até ser inferior) tendo em conta que se existir uma maior eficiência (mais *informed traders*) as oportunidades de aproveitar o *mispricing* (que logicamente diminui) são menores com conseqüente menor retorno.

A diferença entre número de perdas consecutivas esperadas e verificada para cada uma das amostras é a variável menos importante para endereçar a uma escolha superior, mas pelo seu efeito psicológico acima descrito deverá também ser considerada ainda que com peso relativo.

## 4.2. Descrição das variáveis em análise

### 4.2.1. Taxa de retorno anualizada

A taxa de retorno anualizada é o ganho percentual obtido durante o período em teste (número de dias) trazida a uma base anual. Assim:

#### Fórmula 11 Cálculo da taxa de retorno anualizada

$$TA = (1 + r)^{\left(\frac{1}{N}\right)} - 1,$$

Onde:

$$N = \frac{\text{número de dias}}{365};$$

$r$  = taxa de retorno para o período.

A taxa de retorno inclui os custos de transação e de *slippage*.

A comparação entre as taxas de retorno calculadas conforme descrito (numa base anual) permite comparar a performance dos pares de ações e placebos. Esta comparação é necessária

para aferir se existe alguma escolha superior ao nível dos retornos dos pares emparelhados usando o algoritmo de cointegração e correlação face aos pares emparelhados aleatoriamente.

#### 4.2.2. Taxa máxima de *drawdown*

A taxa de *maximum drawdown* é uma medida de risco que resulta da máxima perda percentual (*drawdown*) registada no valor de um investimento.

A perda percentual (*drawdown*) é calculada entre o valor mais alto registado no investimento (pico) até ao valor mais baixo registado posteriormente (chão) definida por:

##### **Fórmula 12 Cálculo do *drawdown***

$$D(T) = \text{Max}[0, \text{Max}_{t \in (0, T)} X(t) - (X(\tau))]$$

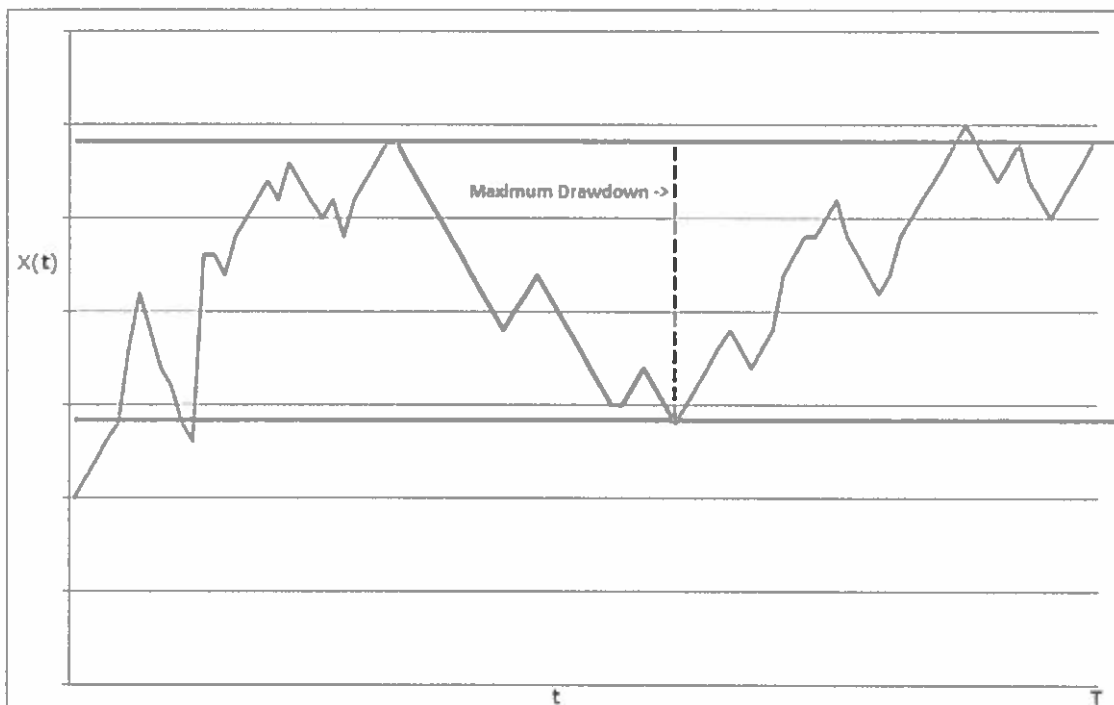
Sendo a mais elevada das perdas percentuais (*drawdown*) observadas a taxa de *maximum drawdown*, definida por:

##### **Fórmula 13 Cálculo do máximo *drawdown***

$$MD(T) = \text{Max}_{\tau \in (0, T)} [\text{Max}_{t \in (0, \tau)} X(t) - (X(\tau))]$$

As taxas de máximo *drawdown* são independentes observadas anualmente entre 2005 a 2010 (5 anos) para cada par formado em cada ano. No total foram observadas 197 taxas de *drawdown* para os pares de ações e o mesmo número para os pares de placebos.

**Ilustração 5 Gráfico ilustrativo da observação da taxa de máximo *drawdown***



A comparação entre as médias das taxas máximas de *drawdown* para o período em teste, permite comparar a performance dos pares de ações e placebos em termos de risco máximo assumido (máximo declínio registado) durante o período em análise. Esta comparação é necessária para aferir se existe alguma escolha superior ao nível do risco dos pares emparelhados usando o algoritmo de cointegração e correlação face aos pares emparelhados aleatoriamente.

#### 4.2.3. Rácio de Sharpe

Realizamos uma análise ao rácio entre a diferença da taxa de retorno de cada par da carteira e a taxa livre de risco de referência e o desvio padrão de cada par da carteira, rácio esse conhecido como rácio de Sharpe.

O rácio de Sharpe é uma medida de retorno/risco, que considera o excesso de retorno, dado pela diferença entre a taxa de retorno da carteira e uma taxa livre de risco, por unidade de

desvio que é dada pelo desvio padrão dos retornos da carteira. Desde a última revisão de Sharpe (1994), o rácio de Sharpe é dado pela seguinte fórmula:

#### Fórmula 14 Rácio de Sharpe

$$S = \frac{\bar{d}}{\sigma_d}$$

Onde:

$\bar{d}$  é a diferença (excesso) de retorno dada por  $d = r_p - r_f$ , onde:

$r_p$  = taxa de retorno esperada do par;

$r_f$  = taxa livre de risco (para o efeito considerou-se uma taxa de 3% que é a taxa usualmente requerida pelos investidores para compensar o valor temporal do dinheiro e que está geralmente ligada às obrigações do tesouro americano a 10 anos<sup>7</sup> que historicamente se situa dentro desses valores<sup>8</sup>).

O rácio de Sharpe permite perceber se o retorno de uma carteira (um ativo) deriva de uma escolha superior ou da tomada de maior risco. Para o estudo em causa, o rácio de Sharpe interessa para saber se a taxa de retorno anual de determinado par foi conseguida porque foi tomado mais risco, ou se resultou de um emparelhamento superior do par, permitindo assim um

---

<sup>7</sup> Há um consenso claro na vária literatura existente que um ativo livre de risco é aquele que apresenta um retorno esperado conhecido aquando da realização do investimento, sendo também aceite sem oposição as duas condições básicas a respeitar na definição de investimento livre de risco e consequente escolha de uma taxa livre de risco apresentadas por Damodaran (2008). Estas são: "[n]ão pode ter risco de incumprimento (...) logo os únicos títulos que têm hipótese de serem livres de risco são os títulos emitidos pelo governo, não porque os governos sejam melhores a gerir empresas, mas porque têm o controlo da impressão da moeda. Assim, pelo menos em termos nominais, eles serão capazes de cumprir as suas promessas" e "para que um investimento tenha um retorno atual igual ao retorno esperado, não pode haver risco de reinvestimento. Para ilustrar este ponto, suponha-se que se tenta estimar o retorno esperado ao longo de um período de cinco anos e que se requer uma taxa livre de risco. Uma obrigação do tesouro a seis meses, ainda que livre de incumprimento, não será livre de risco, pois existe o risco de reinvestimento, i.e. de não se saber qual será a taxa dessa obrigação do tesouro daqui a seis meses. Mesmo uma obrigação do tesouro a cinco anos não é livre de risco, pois os cupões da obrigação poderão ser reinvestidos a taxas que não se podem prever hoje. A taxa livre de risco para um horizonte temporal de cinco anos tem de ter um retorno esperado de uma obrigação a cinco anos de cupão zero (de um governo) livre de incumprimento".

<sup>8</sup> Em todo o caso, o rácio de Sharpe é aqui utilizado para ações negociadas nos mesmos períodos e apenas para se aferir se existem diferenças entre os próprios rácios de Sharpe, pelo que o valor da taxa livre de risco utilizada pode ser negligenciado.

resultado (em termos de taxa de retorno) superior sem aumentar o risco em comparação com os outros pares.

Obtendo a diferença entre as médias do rácio de Sharpe anual de cada par considerando a totalidade das observações anuais para cada carteira, podemos verificar se a estrutura de retorno/risco da carteira de ações é idêntica (ou não) à estrutura da carteira de placebos.

#### 4.2.4. *Holding period* médio

O *holding period* é o período de tempo em que posição é mantida (o tempo decorrido entre a entrada e a saída do par).

Neste caso, o *holding period* pode ser uma medida de eficiência e retorno. De eficiência porque um menor *holding period* significa que o preço entre os dois ativos que formam o par convergem de forma mais rápida (quando o negócio é fechado com retorno e não por *stop loss*), representando assim um mercado com maior presença de *informed traders* e menor *mispricing*, logo mais eficiente. Ao mesmo tempo é uma medida de retorno devido ao custo de oportunidade associado a manter uma determinada posição aberta.

De acordo com Hong & Susmel (2004) nos testes que realizaram em estratégias de *pairs trading* concluíram que quanto mais o *holding period* aumentava, mais os retornos da estratégia aumentavam.

Para Bo, Faff & Hamza (2006), o *holding period* esperado pode ser explicitamente calculado em face do tempo que se prevê que o *spread/ratio* entre as duas ações regressem à média depois de se terem afastado. O tempo que o preço de cada “*leg*” do par demora a convergir traduz o *holding period* esperado para cada negócio, pelo que também traduz o *mispricing* em termos de nível de preços e logicamente o nível de *informed traders* presentes.

Ora, para além de verificarmos as diferenças entre as taxas de retornos anualizados e as taxas máximas de *drawdowns* entre os placebos e as ações para saber se mostram diferenças estatisticamente significativas na maioria do tempo, importa também analisar o *holding period*

para despistar diferenças entre o custo de oportunidade e consequentemente diferenças de retorno, assim como diferenças em termos de eficiência na convergência dos pares.

Se não existirem diferenças de *holding period* entre os placebos e as Ações, é mais um dado que vem confirmar que o nível de *(un)informed traders* presentes em ambos os ativos pode ser idêntico e que a escolha dos pares pelo algoritmo pode não ser superior a uma escolha aleatória de ações do mesmo setor, o que deverá ser confirmado pela análise dos resultados das outras variáveis. Por outro lado, se observarmos diferenças estatisticamente significativas do *holding period* entre as ações e placebos, a amostra com menor *holding period*, se acompanhada por um maior número de *trades*, poderá indicar uma maior eficiência – menos *mispicing* conforme Hong & Susmel (2004) defendem –, na medida em que qualquer desvio é imediatamente corrigido (pela presença de *informed traders*) e vice-versa. Também nesse sentido, a um menor *holding period* deverá corresponder um menor retorno (mas também um menor risco) e vice-versa conforme referem os citados Bo, Faff & Hamza (2006).

Se o *holding period* mostrar diferenças estatisticamente significativas entre as ações e os placebos, importa considerar também as restantes variáveis, pois para retornos menores, acompanhados por *drawdowns* mais acentuados e maior número de negócios perdidos (e eventualmente maior número de perdas consecutivas face ao estimado) poderemos estar sobre uma maior presença de *uninformed traders* do que *informed traders* uma vez que tais resultados anunciam menor eficiência na negociação na medida em que o risco (*drawdown*, perdas e perdas consecutivas) é maior para um retorno menor.

#### 4.2.5. Diferença entre as perdas consecutivas esperadas e registadas

A teoria da utilidade esperada postula que um decisor escolhe entre o risco ou perspectivas incertas em função do valor da sua utilidade esperada (Mongin, 1997), dada pela seguinte fórmula:

#### Fórmula 15 Teoria da utilidade esperada

$$U = \text{Max} \sum P_i U_i$$

Onde:

$P_i$  é a probabilidade do i-ésimo resultado;

$U_i$  é a Utilidade no i-ésimo resultado.

Diversos autores como Bernoulli (1738) e Allais (1953), através da resolução do paradoxo de St. Petersburg e o paradoxo de Allais respetivamente, demonstraram que a maioria dos decisores viola a teoria da utilidade.

A finança comportamental tem demonstrado que a maioria dos decisores viola a teoria da utilidade esperada ao decidirem em função do risco de cada resultado alcançado; aparentemente. De acordo com Kahneman & Tversky (1979) os decisores perante o risco respondem de acordo com a teoria do prospeto que nos é dada pela fórmula:

#### **Fórmula 16 Teoria do prospeto**

$$P = \text{Max} \sum W_i V_i$$

Onde:

$W_i$  é o peso do i-ésimo resultado;

$V_i$  é o valor no i-ésimo resultado.

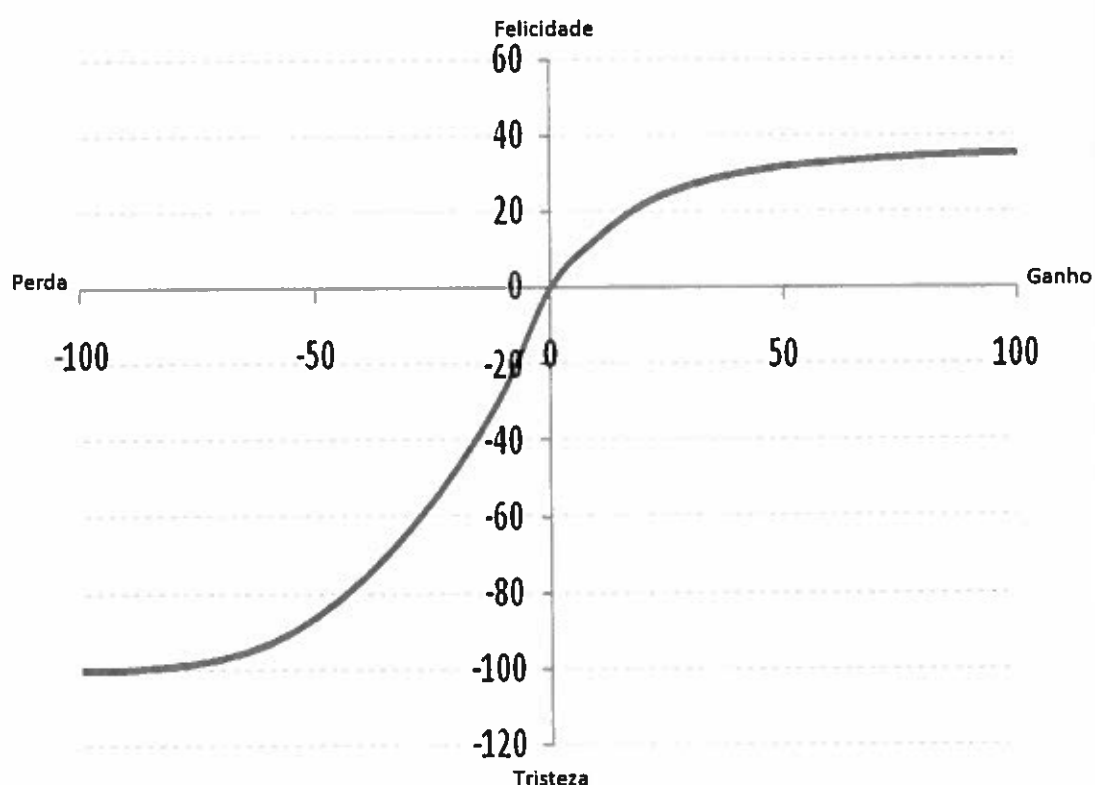
A teoria do prospeto tem uma função de valor assimétrica, em que a inclinação à esquerda (lado das perdas) é convexa e mais acentuada (do que a inclinação do lado direito) dos ganhos, demonstrando que as pessoas valorizam mais as perdas do que os ganhos e aceitam mais risco quando em perda, e côncava e com uma curvatura menos acentuada à direita (lado dos ganhos), evidenciando que as pessoas valorizam menos os ganhos do que as perdas e que têm aversão ao risco<sup>9</sup> quando em ganhos.

---

<sup>9</sup> Uma pessoa avessa ao risco é aquela que prefere um retorno certo ( $x$ ), a uma probabilidade de retorno incerto (com risco) com valor esperado ( $x$ ), (Kahneman & Tversky, 1992).

Aparentemente, à medida que se reduz a probabilidade de ganhar, as pessoas aceitam tomar um maior risco em função de conseguir um maior retorno; o que pode ainda ser traduzido da aparente evidência de que as pessoas, apesar de avessas ao risco, acabam por aceitar tomar maior risco à medida que sofrem maiores perdas.

**Ilustração 6** Gráfico ilustrativo do impacto dos ganhos e perdas no comportamento dos investidores (felicidade/perda) na ótica da teoria do prospecto



Fonte: Kahneman & Tversky (1979), adaptado pelo autor.

Ora, ainda que se tratando de um modelo completamente automático e portanto não sujeito facilmente à problemática em causa neste ponto, principalmente porque são usados *stop losses* e um algoritmo que baseado no número de perdas consecutivas interrompe a negociação de forma a prevenir "*black swans*", é importante medir qual o risco de um decisor abandonar ou continuar fiel ao sistema em função de outro sistema ou decisão pessoal. Dito de outra forma é

importante medir qual o risco do sistema não só nos resultados da sua negociação, mas também como esses resultados podem afetar o próprio investidor quanto ao uso do mesmo.

Sabemos qual é o rácio entre ganhos e perdas, que traduz o rácio de risco/recompensa, no entanto é um rácio pouco útil na medida em que podemos ter perdas consecutivas, mesmo que de montantes pequenos.

Na verdade, vários estudos, como os de Rachilin (1990), Frensch & Funke (1995) têm demonstrado que os decisores aceitam mais risco à medida que o risco já tomado aumenta em função de várias variáveis, nomeadamente das perdas consecutivas, pois acreditam que a qualquer momento terão uma inversão das saídas de perda (um enviesamento conhecido como a "falácia dos jogadores"). Este comportamento foi observado por Statman (1985), Odean (1998), conforme citado por Croson & Sundali (2005) nas ações quando uma ação subiu repetidamente está preparada para um *downturn* pelo que é altura de vender. Pelo contrário, ações que tenham perdido valor estão prontas para valorizar, pelo que é de comprar essas ações.

Por outro lado, para além da influência no comportamento dos decisores, um número grande de perdas consecutivas, mesmo que utilizando *stop losses*, pode resultar na falência da conta ou pelo menos numa mais difícil recuperação devido ao efeito da diminuição de capital alocado em cada novo *trade*.

Assim, para medirmos a superioridade ou não da escolha e do próprio sistema, é importante medirmos o número de perdas consecutivas entre as duas amostras. No entanto, como o número de perdas consecutivas depende do número de *trades* executados, temos de calcular a diferença entre o número de perdas consecutivas observadas e o número de perdas consecutivas estimadas em função do número de *trades* executados e para uma estimada probabilidade. Para isso utilizamos a fórmula (17) apelidada por Saliu (2010) como *Fundamental Fórmula of Gambling* (FFG) para nos dar as perdas consecutivas estimadas.

### Fórmula 17 Fundamental Fórmula of Gambling

$$PS = \frac{\ln s}{-\ln(1 - P(l))}$$

Onde:

$PS$  – Perdas consecutivas;

$s$  – Amostra de *trades* executados;

$P(l)$  – Probabilidade de perda.

A diferença entre o número de perdas consecutivas registadas e as estimadas pela fórmula 17, mostra a superioridade do sistema tendo em conta o supra exposto. Se utilizarmos uma probabilidade justa de 50% de perda (idêntica à de uma escolha aleatória produzida por atirar uma moeda não viciada ao ar) se o número de perdas estimado for superior ao registado significa que a probabilidade de perda do sistema é de facto menor. Se não existirem diferenças estatisticamente significativas destes valores entre os placebos e as ações, então não podemos dizer que as ações implicaram uma escolha superior face aos placebos.

#### 4.3. Descrição da Análise Estatística

A significância da diferença entre o grupo ações *versus* placebos no que respeita às variáveis taxa de retorno anualizada, taxa máxima de *drawdown*, rácio de *Sharpe*, *holding period* médio, diferença de perdas consecutivas, foi avaliada com o teste *t-Student* para amostras independentes sempre que os pressupostos do método eram verificados ou quando as amostras apresentavam dimensão elevada e pelo teste de Wilcoxon, nos restantes casos. Os pressupostos do teste *t-Student*, nomeadamente, as normalidades das distribuições e a homogeneidade de variâncias nos dois grupos foram avaliados, respetivamente, com o teste de Shapiro-Wilk e com o teste de Levene baseado na mediana.

Note-se que o teste *t-Student* foi aplicado para avaliar as diferenças entre os dois grupos em casos onde os pressupostos foram violados. No entanto, nestes casos, as amostras eram de grande dimensão ( $n \geq 30$ ). O teste *t-Student* é robusto à violação do pressuposto de

normalidade desde que as distribuições não sejam extremamente enviesadas ou achatadas e que as dimensões das amostras não sejam extremamente pequenas (consequência direta do teorema do limite central). Nos cenários onde o pressuposto de homogeneidade foi violado considerou-se a correção de Welch, visto tratar-se de uma das técnicas inferenciais mais potentes na presença de variâncias heterogêneas.

Recorreu-se ao *software* SPSS *Statistics* (v.20, IBM SPSS, Chicago, IL) para executar todos os testes estatísticos. Consideraram-se significativos os testes cujo correspondente valor *p* foi inferior ou igual a 5%, caso outro valor não seja declarado.

#### 4.4. Resultados

Na tabela 6<sup>10</sup>, verifica-se que em termos descritivos globais o retorno médio das ações é 2.04% inferior ao retorno médio dos placebos para o mesmo período, sendo que as ações apresentam um retorno (depois de todos os custos) de -1.44% (portanto negativo) e os placebos de 0.60% (ligeiramente positivo), o que desde logo pressupõe que em termos de resultados ao nível de retornos a escolha das ações não evidencia ser superior. O máximo *drawdown* médio global nas ações (12.26%) é ligeiramente inferior ao máximo *drawdown* médio global dos placebos (13.41%), representando uma diferença de -1.15%, o que não traduz uma escolha superior das ações também em termos do risco máximo da exposição naquele investimento, tendo em conta que o máximo *drawdown* traduz a dimensão percentual da queda de retorno desde o valor máximo atingido até ao valor mínimo registado de seguida, durante o tempo observado.

É de referir que em termos seccionados (para cada ano medido individualmente) as diferenças das taxas médias de retorno e de máximo *drawdown* entre as ações e placebos variam de positivas para negativas de acordo com os anos, hora favorecendo um grupo ora outro

---

<sup>10</sup> Os anos reportados nas tabelas e todas as referências aos mesmos, dizem respeito ao ano em que o teste terminou (em janeiro), pelo que deve sempre considerar-se que os testes foram realizados durante todo o ano anterior ao indicado.

de acordo com o período, o que não permite endereçar os resultados (quer em termos de retorno e/ou de risco) à superioridade da escolha.

**Tabela 6 Taxas médias anualizadas de retorno e máximo *drawdown* das ações e placebos**

	Ações		Placebos	Dif. Dif.	Observações
	Taxa Média de Retorno	Taxa Média de <i>Drawdown</i>	Taxa Média de Retorno		
	[1]		[2]	[3]=[1]-[2]	
2005	0.52%		-2.34%	2.86%	37
	9.11%		11.35%	-2.25%	
2006	-1.34%		1.41%	-2.75%	38
	9.08%		9.67%	-0.59%	
2007	-0.64%		-1.55%	0.92%	32
	8.23%		9.29%	-1.06%	
2008	-6.44%		-1.00%	-5.44%	23
	12.98%		10.81%	2.17%	
2009	-0.69%		8.23%	-8.92%	28
	25.85%		17.51%	8.34%	
2010	-1.64%		-0.16%	-1.48%	39
	11.48%		20.97%	-9.49%	
GLOBAL	-1.44%		0.60%	-2.04%	197
	12.26%		13.41%	-1.15%	

#### 4.4.1. Global

##### Verificação dos pressupostos

O teste *t*-Student para duas amostras independentes baseia-se numa estatística de teste que é função de duas médias amostrais. Pressupõe que cada uma das médias amostrais apresentem distribuição normal, o que é verificado sempre que populações subjacentes às amostras em estudo sejam normalmente distribuídas. Em cenários de não normalidade das populações, o teorema do limite central (TLC) assegura, para amostras independentes de grande dimensão, que cada uma das médias amostrais seguem uma distribuição assintoticamente normal. Em termo práticos o TLC é aplicável quando a dimensão da amostra é superior a 30 ( $n > 30$ ).

Considerando que, no global, as amostras compreendem todo o período em observação (de 2004 a 2009), cada uma com dimensão superior a 30 ( $n = 197$ ), dispensa-se testar a normalidade, mas importa avaliar a homogeneidade de variâncias.

**Tabela 7 Teste Levene para igualdade de variâncias – Global**

	Global	
	<i>F</i>	<i>p</i>
Taxa de retorno anualizada	5.164	.024
Taxa máxima de <i>drawdown</i>	.753	.386
Rácio de Sharpe	2.857	.092
<i> Holding period</i> médio	1.580	.210
Diferença perdas consecutivas	2.289	.131

Com exceção da taxa de retorno anualizada, onde o valor *p* obtido conduz à rejeição da hipótese de igualdade de variâncias, o pressuposto de homogeneidade de variâncias nas restantes não é rejeitado. No caso em que este pressuposto foi violado, considerou-se a correção de Welch na comparação dos grupos.

#### 4.4.1.1. Comparação entre os grupos

Apesar de se tratar de um mesmo grupo de ações previamente selecionadas de acordo com critérios idênticos, em que muitas das ações figuram tanto numa carteira como em outra, podendo inclusivamente haver pares iguais, o teste paramétrico *t* é adequado para comparar as médias das variáveis quantitativas acima descritas uma vez que se tratam de duas amostras independentes pois os pares foram emparelhados usando critérios diferentes (os pares de ações foram emparelhados recorrendo a determinados testes e os placebos aleatoriamente) o que faz com que as situações experimentais a testar tenham sido definidas independentemente, o que permite considerar que os dois grupos têm diferentes sujeitos.

**Tabela 8 teste t para amostras independentes – Global**

	Placebos (n=197)	Ações (n=197)	Diferença Médias	t	p
	[a]	[b]	[c]=[b]-[a]		
Taxa de retorno anualizada	.0057 ± .13490	-.0145 ± .11671	-0.0202	1.255	.114
Taxa máxima de <i>drawdown</i>	.1340 ± .12306	.1229 ± .10990	-0.0111	0.463	.347
Rácio de Sharpe	-1.0928 ± 5.47406	-1.9013 ± 4.67375	-0.8085	1.029	.116
<i>Holding period</i> médio	13.2975 ± 3.40256	14.2921 ± 3.44684	0.9951	-1.066	.004
Diferença perdas consecutivas	-2.4800 ± 1.36500	-2.5700 ± 1.13500	-0.0900	0.693	.495

Na tabela 8, para o conjunto de pares em análise e a totalidade do período em estudo (2004 a 2009):

a) A média das taxas de retorno anualizadas dos placebos é maior comparativamente com a das ações (0.0057 versus -0.0145), facto evidenciado pelo sinal positivo da estatística de teste. Observando o valor p ( $p_{bilateral} = 0.114$ ), relativo à hipótese nula da diferença das taxas médias de retorno anualizadas entre os placebos e as ações ser igual a 0 ( $H_0: \mu_P - \mu_A = 0$ ), conclui-se pela não rejeição da hipótese de igualdade das médias populacionais, não sendo possível afirmar que a carteira de placebos e ações têm taxas médias de retorno anualizadas significativamente diferentes.

b) A média das taxas máximas de *drawdown* dos placebos (0.134) é maior que a das ações (0.1229), facto evidenciado pelo sinal positivo da estatística de teste. Apesar das diferenças observadas, a análise estatística inferencial não permite concluir que a carteira de placebos e ações têm médias de taxas máximas de *drawdown* significativamente diferentes (valor  $p = 0.347$ ).

c) A média do rácio de Sharpe dos placebos (-1.0928) é maior que a das ações (-1.9013), facto evidenciado pelo sinal positivo da estatística de teste. Apesar das diferenças observadas, a análise estatística inferencial não permite concluir que a carteira de placebos e ações têm médias de rácio de Sharpe significativamente diferentes (valor  $p = 0.116$ ).

d) A média do *holding period* médio dos placebos (13.2975) é menor que a das ações (14.2921), facto evidenciado pelo sinal negativo da estatística de teste. Tal como se

concluiu das diferenças observadas, a análise estatística inferencial permite concluir que a carteira de placebos e ações têm médias de *holding period* significativamente diferentes (valor  $p = 0.004$ ).

e) A média da diferença das perdas consecutivas estimadas e registadas dos placebos (-2.48) é maior que a das ações (-2.57), facto evidenciado pelo sinal positivo da estatística de teste. Apesar das diferenças observadas, a análise estatística inferencial não permite concluir que a carteira de placebos e ações têm médias de taxas máximas de *drawdown* significativamente diferentes (valor  $p = 0.495$ ).

Para o Global (2004 a 2009) verificamos que as variáveis descritas apresentam médias aproximadamente semelhantes não permitindo que se conclua que o emparelhamento das ações usando o método descrito garanta uma escolha superior dos pares (quando comparado com um emparelhamento aleatório - placebos).

A única exceção a esta conclusão é a variável de *holding period* médio que apresenta diferenças estatisticamente significativas. A amostra com menor *holding period* médio, se acompanhada por um maior número de *trades*, poderá indicar uma maior eficiência (Hong & Susmel, 2004), mas também a um menor *holding period* deverá corresponder um menor retorno (e menor risco) (Bo, Faff & Hamza, 2006).

**Tabela 9 Teste Levene para igualdade das variâncias – Total Trades – Global**

	Global	
	<i>F</i>	<i>p</i>
Total <i>trades</i>	3.059	.081

Sendo o valor  $p$  igual a 0.081 não se rejeita a hipótese de homogeneidade de variâncias na variável *total trades* para o Global (2004 a 2009).

**Tabela 10 Teste *t* para amostras independentes – Total Trades – Global**

	Grupos		Diferença Médias	<i>t</i>	<i>p</i>
	Placebos ( <i>n</i> =197)	Ações ( <i>n</i> =197)			
	[a]	[b]	[c]=[b]-[a]		
Total Trades	30.53 ± 11.886	29.32 ± 11.121	-1.2100	1.042	.298

Ora, os placebos têm menor *holding period* médio e maior número de *trades* médio comparativamente às Ações (conforme se observa pelo sinal positivo da estatística de teste), pelo que poderá ser indicador de uma maior eficiência apesar das diferenças observadas no maior número de *trades* médio (*total trades*) não terem significância estatística ( $p_{bilateral} = 0.298$ ).

No entanto, o que se procurava aqui demonstrar era a possibilidade das ações emparelhadas de acordo com os critérios já explicados permitirem uma escolha superior, nomeadamente em termos de eficiência, retorno e risco.

Ainda que não sejam diferenças estaticamente significativas, os placebos, emparelhados aleatoriamente, apresentam nas amostras observadas um maior retorno, um melhor rácio de Sharpe, e uma maior diferença de perdas consecutivas estimadas e registadas, pelo que e em conjunto com um menor *holding period*, um maior número de *trades*, não podemos de forma alguma aceitar dizer que as ações tenham gozado de uma escolha de emparelhamento superior à escolha aleatória do emparelhamento dos placebos.

Ainda assim, porque quer o *holding period* médio e o número total de *trades* apresentam diferenças, e no primeiro caso estatisticamente significativas, o cálculo do excesso de retorno da carteira (*excess return of the portfolio*) deverá ser considerado como sugerem Gatev, Goetzman & Rouwenhorst (2006), uma vez que o investimento não é mantido ao longo de todo o período, mas existem sim entradas e saídas de dinheiro, o que origina diferentes fluxos de caixa em determinados períodos e, por isso, no dinheiro disponível e não investido daria para ir buscar um retorno a uma taxa livre de risco para aplicação a curto prazo, retorno esse que, por sua vez, capitalizaria permitindo um investimento maior no *trade* seguinte.

Uma forma simples de calcular o excesso de retorno da carteira, contornando a problemática dos diferentes fluxos de caixa, é achar o *holding period* médio para cada ano e o número médio de *trades* realizados durante um ano e estimar qual o período em que não está investido, sobre o qual será aplicada uma taxa de juro anual livre de risco de 2%<sup>11</sup>, traduzida na fórmula 18.

#### Fórmula 18 Cálculo do excesso de retorno da carteira

$$\frac{rf*(365 - HoldingPeriod*NrTrades)}{365}$$

Onde:

*rf* é a taxa de juro anual livre de risco;

*HoldingPeriod* é o *holding period* médio para cada ano;

*NrTrades* é o número médio de *trades* feitos durante um ano.

Há, no entanto, um efeito que será sempre difícil de reproduzir e que poderá constituir um enviesamento já identificado por vários autores tais como Conrada & Kaul (1993) e Barber & Lyon (1997) que se dá devido à falta de rebalanceamento das posições (*rebalancing bias*). Durante o período a observar confrontamo-nos com retornos que podem subir ou descer durante esses períodos, alterando o fluxo de dinheiro e consequentemente o dinheiro disponível, resultando numa sub ou sobre estimação respetivamente, derivado pelo custo de oportunidade diferente e perante a possibilidade de capitalizar os retornos desse fluxo de caixa em cada momento que surge uma nova oportunidade de *trade*.

---

<sup>11</sup> No cálculo do rácio de Sharpe utilizou-se uma taxa livre de risco de 3% pelas razões na altura explicadas. No entanto considerando que os períodos de liquidez dos momentos em que não se está investido na estratégia são curtos, não seria adequado usar uma taxa livre de risco idêntica à taxa das obrigações do tesouro americano (que em rigor para o período em análise – 2004 a 2009 – foi em termos médios de 4.15% de acordo com dados fornecidos pelo U.S. Department of the Treasury), pelo que neste caso optou-se pela remuneração que seria esperada obter junto da banca e próxima da taxa de rendimento das obrigações do tesouro americanas a um mês (2.47% para o período em análise – 2004 a 2009). Há que sublinhar que para a observação pretendida, em que se comparam retornos no cômputo com as mesmas taxas livre de risco, é negligenciável procurar com exatidão a taxa de rendimento que no momento fosse realmente possível obter.

Ainda que não sendo trivial para o cálculo do retorno efetivo da estratégia, optou-se por não considerar o efeito dos diferentes fluxos de caixa, uma vez que para o efeito final que se pretende demonstrar tal não se mostrava significativo.

Acresce ainda que a posição *short* recebe juros, uma vez que quando se vendem as ações *short*, adquire-se liquidez. Mas também aqui optou-se por ignorar esse efeito, tendo em conta que, por vezes, em determinadas ações é também exigida uma comissão pelo seu empréstimo e, com exceção de alguns institucionais, nem sempre é possível captar o retorno máximo de uma taxa livre de risco sobre a liquidez obtida com as posições curtas. Também aqui, tal enviesamento não se mostra significativa para o que se pretende demonstrar afinal.

4.4.1.2. Retorno em excesso considerando o cômputo do retorno da estratégia e do dinheiro

**Tabela 11  *Holding period* médio e número de  *Pair Trades* médio entre ações e placebos**

	Ações		Placebos	Dif. Dif. [3]=[1]-[2]	Observações [4]
	Média de <i>holding period</i> Média de n.º de negócios [1]	Taxa média de Retorno Retorno do dinheiro [2]			
2005	13.07	12.82	0.25	37	
	16.38	15.59	0.78		
2006	13.28	12.62	0.65	38	
	16.74	16.11	0.63		
2007	13.33	13.93	-0.60	32	
	13.03	13.44	-0.41		
2008	12.78	12.17	0.61	23	
	15.65	16.52	-0.87		
2009	16.02	13.15	2.87	28	
	12.25	14.93	-2.68		
2010	16.88	14.66	2.23	39	
	13.49	15.13	-1.64		
<b>GLOBAL</b>	<b>14.29</b>	<b>13.30</b>	<b>0.99</b>	<b>197</b>	
	<b>14.66</b>	<b>15.26</b>	<b>-0.60</b>		

**Tabela 12 Retorno anualizado médio, retorno anualizado do disponível e retorno anualizado em excesso entre ações e placebos**

	Ações		Placebos		
[a]	Taxa média de Retorno	Taxa média de Retorno	Dif.	Observações	
[b]	Retorno do dinheiro	Retorno do dinheiro	Dif.		
[c]=[a]+[b]	Retorno total	Retorno total	Dif.		
	(1)	(2)	(3)=(1)-(2)	(4)	
2005	0.52%	-2.34%	2.86%	37	
	0.83%	0.90%	-0.08%		
	1.34%	-1.43%	2.78%		
2006	-1.34%	1.41%	-2.75%	38	
	0.78%	0.89%	-0.10%		
	-0.56%	2.29%	-2.85%		
2007	-0.64%	-1.55%	0.92%	32	
	1.05%	0.97%	0.07%		
	0.41%	-0.58%	0.99%		
2008	-6.44%	-1.00%	-5.44%	23	
	0.90%	0.90%	0.01%		
	-5.54%	-0.11%	-5.43%		
2009	-0.69%	8.23%	-8.92%	28	
	0.92%	0.92%	0.00%		
	0.24%	9.15%	-8.92%		
2010	-1.64%	-0.16%	-1.48%	39	
	0.75%	0.79%	-0.03%		
	-0.89%	0.63%	-1.51%		
<b>GLOBAL</b>	-1.44%	0.60%	-2.04%	197	
	0.85%	0.89%	-0.04%		
	-0.59%	1.49%	-2.08%		

Observa-se que a diferença do retorno do dinheiro disponível em caixa (*Cash Return*) é 0.04% superior nos placebos, um valor a desprezar e que nos leva por conseguinte a desprezar o efeito das diferenças significativas encontrados ao nível do *holding period* médio.

#### 4.4.2. Estudo seccionado

Para além da análise de todas as variáveis descritas de forma global (para todo o período – 2004 a 2009), analisam-se também as mesmas seccionando a amostra considerando cada ano em que os pares foram formados.

O estudo de cada variável de forma seccionada por cada ano (em que há alteração tanto das ações escolhidas para formar os pares, como dos pares formados), permite perceber se em determinado ano se verificam diferenças significativas entre uns e outros, podendo assim inferir-se a existência (ou não) de qualquer interferência ou anomalia nesses anos individualmente que tenha impacto na estratégia de negociação ou na formação dos pares; o que não seria possível observar e aferir a nível global.

Ou seja, procurou-se por eventuais diferenças significativas ou padrões distintos através de amostras anuais seccionadas dentro da amostra global, analisando todas as variáveis descritas individualmente em cada ano. As sub-amostras foram assim seccionadas pelas razões já acima descritas e pelo facto de se considerar que, a existirem interferências pontuais no mercado suscetíveis de influenciar a estratégia de negociação ou a formação dos pares (exemplo das restrições à negociação – como bem explicado no capítulo 3 -, crises, ou até o efeito da própria tendência do mercado), tais interferências acabariam por se manifestar nas eventuais diferenças entre as sub-amostras.

#### 4.4.2.1. Avaliação de pressupostos

De acordo com considerações práticas, o teorema do limite central (TLC) é aplicável quando a dimensão das amostras é superior ou igual a 30 (ditas amostras de dimensão elevada). Assim, e com vista à comparação de duas populações com base em métodos paramétricos, o TLC dispensa o estudo da distribuição das populações de onde foram retiradas as amostras quando estas amostras são de dimensão elevada. Numa análise com amostras de dimensão inferior a 30 ( $n \leq 30$ ), como acontece em 2008 e 2009, com  $n = 23$  e  $n = 28$  respetivamente, não é aplicável o TLC sendo necessário analisar a distribuição das populações em estudo<sup>12</sup>.

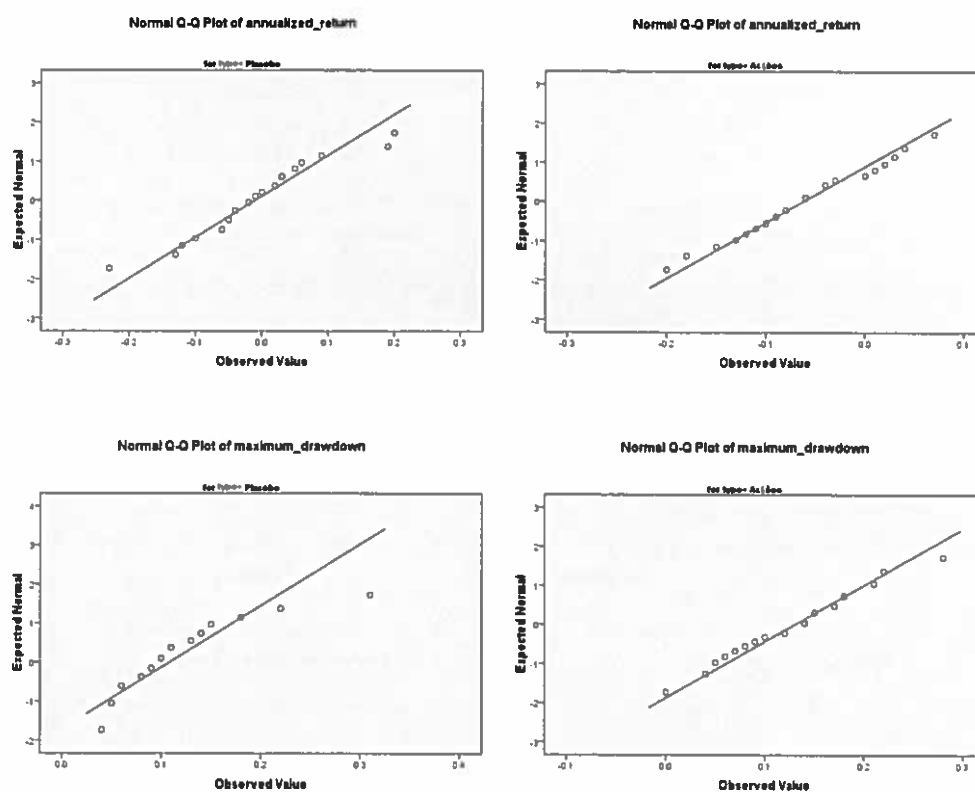
---

<sup>12</sup> Testar a normalidade e avaliar a igualdade de variâncias para as amostras inferior a 30.

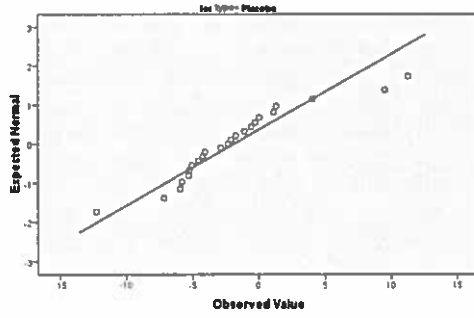
#### 4.4.2.2 Testar a normalidade graficamente – gráficos *normal Q-Q plot*

O estudo gráfico da normalidade pode basear-se na análise do gráfico *Q-Q plot*. Se a distribuição for normalmente distribuída, os pontos vão distribuir-se aleatoriamente nas proximidades da linha reta diagonal, o que, em 2008, não acontece nos casos da taxa máxima de *drawdown* (placebos), diferenças nas perdas consecutivas (placebos e ações) e *total trades* (placebos) e em 2009 em todos os casos, nomeadamente na taxa de retorno anualizada (ações), taxa máxima de *drawdown* (ações e placebos), rácio de Sharpe (placebos), *holding period* médio (ações e placebos), perdas consecutivas (placebos e ações) e *total trades* (ações). Nos casos referidos os pontos estão distribuídos de uma forma obviamente não-linear, pelo que existem indícios de que estas populações não são normalmente distribuídas.

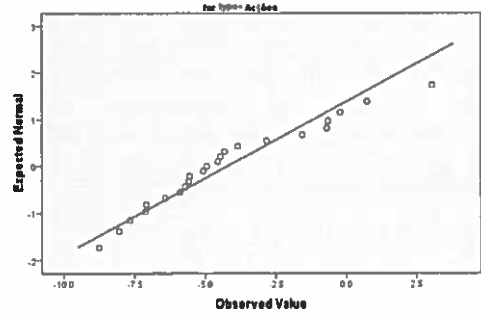
Gráfico 9 Normal Q-Q Plot ano 2008



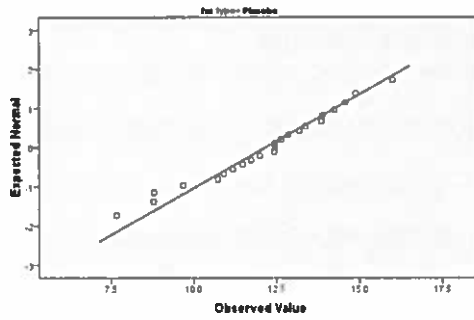
Normal Q-Q Plot of sharpa\_ratio



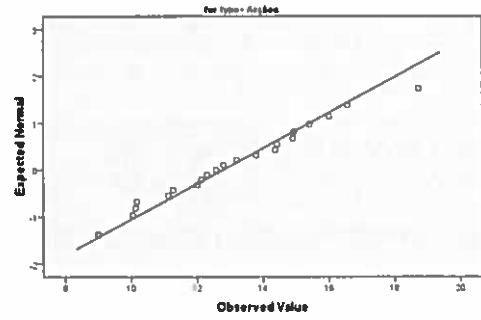
Normal Q-Q Plot of sharpa\_ratio



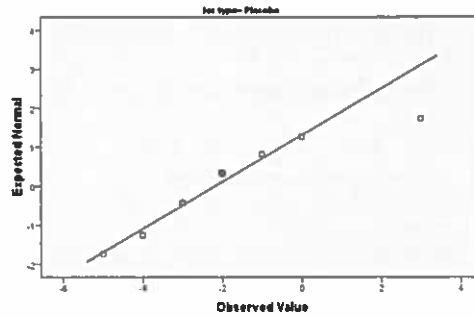
Normal Q-Q Plot of avg\_holding\_period



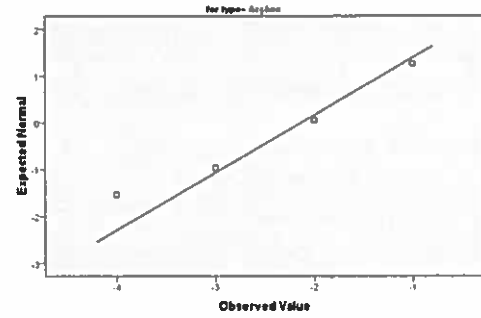
Normal Q-Q Plot of avg\_holding\_period



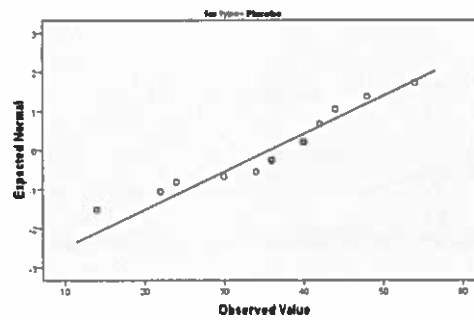
Normal Q-Q Plot of diff\_consecutive\_loss



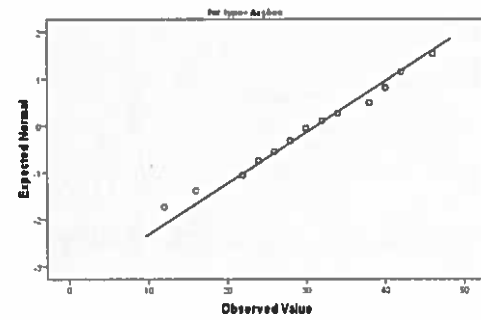
Normal Q-Q Plot of diff\_consecutive\_loss



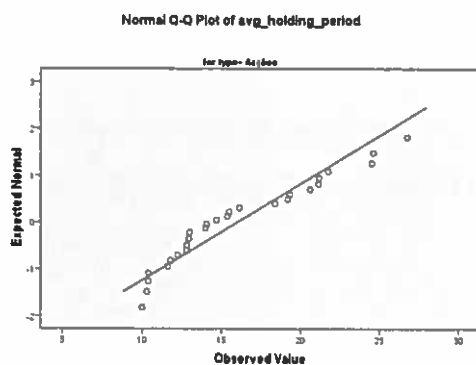
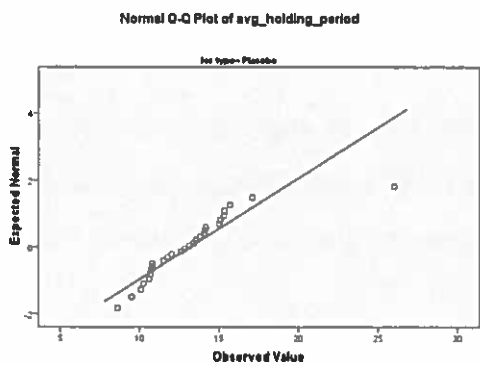
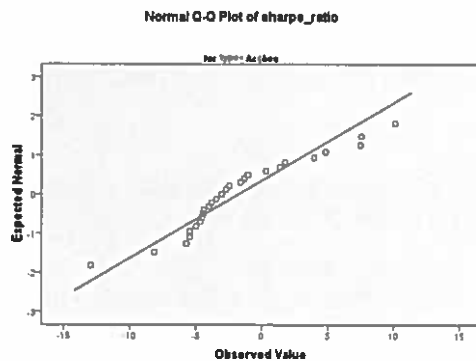
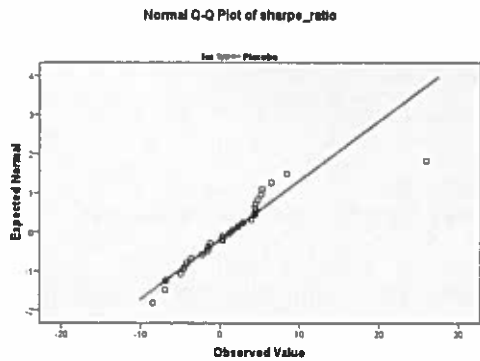
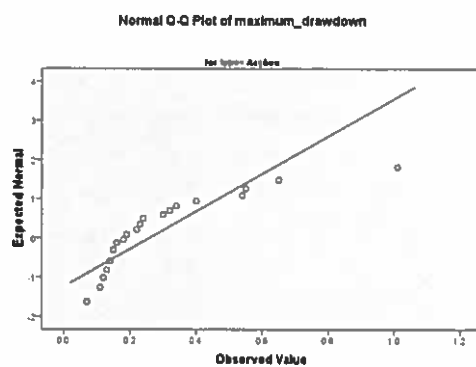
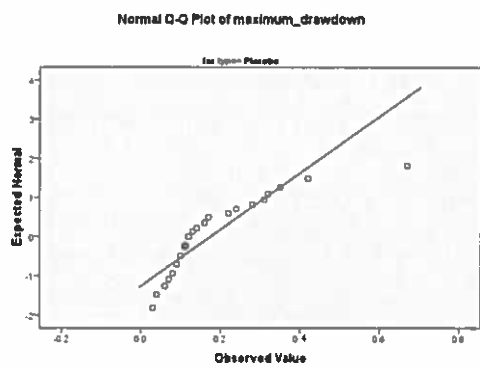
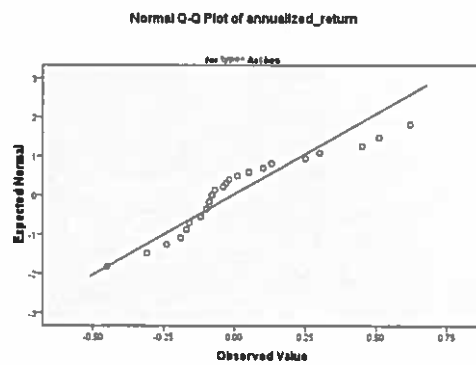
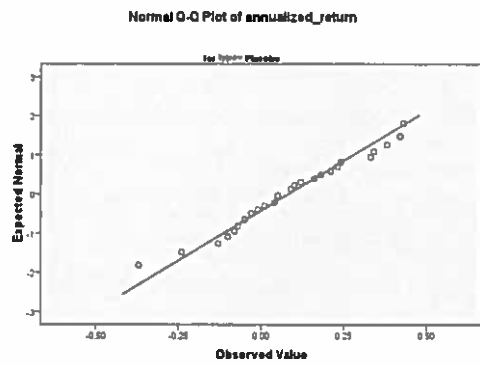
Normal Q-Q Plot of total\_trades

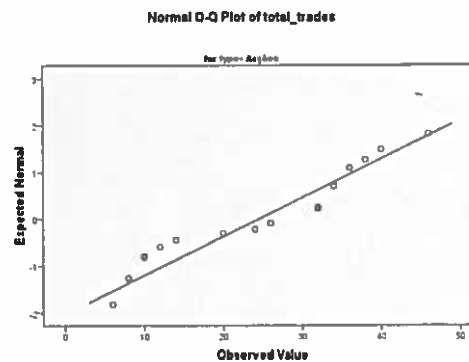
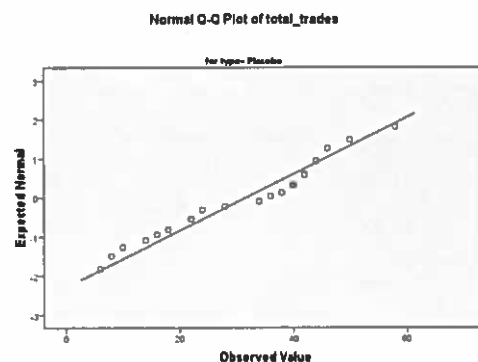
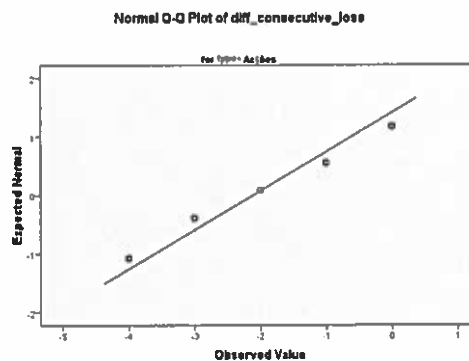


Normal Q-Q Plot of total\_trades



# Gráfico 10 Normal Q-Q Plot ano 2009





Nota: São apresentados apenas os gráficos onde os pontos vão distribuir-se aleatoriamente mais longe da linha reta diagonal para cada uma das variáveis em observação.

#### 4.4.2.3. Testar a normalidade – teste Shapiro Wilk

Com o objetivo de inferir sobre a normalidade das distribuições subjacentes às amostras em estudo foram executados testes de Shapiro Wilk (para amostras com dimensão inferior a 30) e cujos resultados se apresentam nas tabelas 13 e 14, referentes ao ano de 2008 e 2009 respetivamente.

**Tabela 13 Teste Shapiro Wilk – 2008**

	Shapiro-Wilk		
	Estatística	<i>df</i>	<i>p</i>
Taxa de retorno anualizada ( <i>b</i> )	.959	23	.444
Taxa máxima de <i>drawdown</i> ( <i>b</i> )	.844	23	.002
Rácio de Sharpe ( <i>b</i> )	.921	23	.070
<i> Holding period</i> médio ( <i>a</i> )	.965	23	.578
Diferença perdas consecutivas ( <i>a</i> )	.802	23	.000
Total <i>trades</i> ( <i>b</i> )	.912	23	.044

Nota: Para os valores .000 entenda-se como  $p < 0.001$ . É apenas reportado o valor mais baixo de *p*, sendo (*a*) ações e (*b*) placebos.

**Tabela 14 Teste Shapiro Wilk – 2009**

	Shapiro-Wilk		
	Estatística	<i>df</i>	<i>p</i>
Taxa de retorno anualizada ( <i>a</i> )	.897	28	.010
Taxa máxima de <i>drawdown</i> ( <i>a</i> )	.745	28	.000
Rácio de Sharpe ( <i>b</i> )	.852	28	.001
<i> Holding period</i> médio ( <i>b</i> )	.819	28	.000
Diferença perdas consecutivas ( <i>b</i> )	.872	28	.003
Total <i>trades</i> ( <i>a</i> )	.891	28	.007

Nota: Para os valores .000 entenda-se como  $p < 0.001$ . É apenas reportado o valor mais baixo de *p*, sendo (*a*) ações e (*b*) placebos

Da análise da Tabela 13, pode concluir-se que a hipótese de normalidade da distribuição é rejeitada para a taxa máxima de *drawdown* com valor  $p = 0.02$  (placebos), diferenças consecutivas com valor  $p < 0.001$  (ações) e total *trades* com valor  $p = 0.044$  (placebos). Estas conclusões vêm confirmar as observações retiradas dos gráficos (9) Normal Q-Q *plot* anteriormente apresentados.

Da análise da Tabela 14, pode concluir-se que a hipótese de normalidade da distribuição é rejeitada para todas as variáveis. Estas conclusões vêm confirmar as observações retiradas dos gráficos Normal Q-Q *plot* anteriormente apresentados.

Face à rejeição de uma distribuição normal para o ano 2008 nas variáveis assinaladas, teremos que utilizar um teste alternativo ao teste *t* para amostras independentes que será o teste Wilcoxon.

#### 4.4.2.4. Teste de Levene para a igualdade das variâncias

**Tabela 15 Teste Levene para igualdade das variâncias – 2005 a 2010**

	2005		2006		2007		2008		2009		2010	
	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.
Taxa de retorno anualizada	1.782	.186	11.529	.001	.774	.382	.890	.351	.381	.540	11.232	.001
Taxa máxima de <i>drawdown</i>	2.999	.880	1.100	.298	.884	.351	.886	.357	1.904	.173	5.448	.022
Rácio de Sharpe	1.769	.188	8.803	.004	.205	.652	2.393	.129	.562	.457	.477	.492
<i>Holdings period</i> médio	.132	.717	1.942	.168	1.120	.294	1.603	.212	8.079	.006	3.058	.084
Diferença perdas consecutivas	.026	.873	3.170	.079	3.434	.069	6.214	.017	4.187	.046	.789	.377
Total Trades	4.027	.049	2.050	.156	7.599	.008	.040	.843	.645	.425	7.869	.006

Nota: o *p* apresentado é bilateral.

Em 2005: Com exceção da variável *total trades*, com valor de  $p_{bilateral} = 0.049$  a hipótese nula ( $H_0$  : igualdade das variâncias) é rejeitada. Verifica-se que existe homogeneidade de variâncias nas restantes variáveis.

Em 2006: Nas variáveis da taxa de retorno anualizada e do rácio de Sharpe, com valor de  $p_{bilateral} = 0.001$  e  $0.004$  respetivamente, a hipótese nula ( $H_0$  : igualdade das variâncias) é rejeitada. Verifica-se que existe homogeneidade de variâncias nas restantes variáveis.

Em 2007: Na variável *total trades*, com valor de  $p_{bilateral} = 0.008$ , a hipótese nula ( $H_0$  : igualdade das variâncias) é rejeitada. Verifica-se que existe homogeneidade de variâncias nas restantes variáveis.

Em 2008: Na variável diferença perdas consecutivas, com valor de  $p_{bilateral} = 0.017$ , a hipótese nula ( $H_0$  : igualdade das variâncias) é rejeitada. Verifica-se que existe homogeneidade de variâncias nas restantes variáveis.

Em 2009: Nas variáveis *holding period* médio e diferença perdas consecutivas, com valor de  $p_{bilateral} = 0.06$  e  $0.046$  respetivamente, a hipótese nula ( $H_0$  : igualdade das variâncias) é rejeitada. Verifica-se que existe homogeneidade de variâncias nas restantes variáveis.

Em 2010: Nas variáveis taxa de retorno anualizada, taxa máxima de *drawdown* e total *trades*, com valor de  $p_{bilateral} = 0.01$ ,  $0.022$  e  $0.006$  respetivamente, a hipótese nula ( $H_0$  : igualdade das variâncias) é rejeitada. Verifica-se que existe homogeneidade de variâncias nas restantes variáveis.

#### 4.4.2.5. Avaliação das diferenças entre os dois grupos

**Tabela 16 Teste *t* para amostras independentes – 2005**

	Grupos		Diferença Médias [c]=[b]-[a]	<i>t</i>	<i>p</i>
	Placebos ( <i>n</i> =37)	Acções ( <i>n</i> =37)			
	[a]	[b]			
Taxa de retorno anualizada	-0.235 ± .08321	.0054 ± .09904	.2404	-1.36	.178
Taxa máxima de <i>drawdown</i>	.1141 ± .09581	.914 ± .04516	.7999	1.304	.196
Rácio de Sharpe	-2.4362 ± 5.74815	-.3868 ± 6.56977	2.0494	-1.428	.158
<i>Holding period</i> médio	12.8241 ± 2.78173	13.0700 ± 2.81648	.2459	-0.378	.707
Diferença perdas consecutivas	-2.54 ± 1.304	-2.68 ± 1.248	-.14	.455	.65
Total <i>Trades</i>	28.70 ± 13.049	32.76 ± 11.327	4.06	-1.427	.158

Nota: o *p* apresentado é bilateral.

Na tabela 16, para o conjunto de pares em análise e para o período de 2005:

a) A média das taxas de retorno anualizadas dos placebos é menor comparativamente com a das ações (-0.235 versus 0.0054), facto evidenciado pelo sinal negativo da estatística de teste. Observando o valor  $p(p_{bilateral} = 0.178)$ , relativo à hipótese nula da diferença das taxas médias de retorno anualizadas entre os placebos e as ações ser igual a 0 ( $H_0: H_0: \mu_P - \mu_A = 0$ ), conclui-se pela não rejeição da hipótese de igualdade das médias populacionais, não sendo possível afirmar que a carteira de placebos e a carteira de ações têm taxas médias de retorno anualizadas significativamente diferentes.

b) A média das taxas máximas de *drawdown* dos placebos (0.1141) é maior que a das ações (0.914), facto evidenciado pelo sinal positivo da estatística de teste. Apesar das diferenças observadas, a análise estatística inferencial não permite concluir que a carteira de placebos e a carteira de ações têm médias de taxas máximas de *drawdown* significativamente diferentes (valor  $p = 0.196$ ).

c) A média do rácio de Sharpe dos placebos (-2.4362) é menor que a das ações (-0.3868), facto evidenciado pelo sinal negativo da estatística de teste. Apesar das diferenças observadas, a análise estatística inferencial não permite concluir que a carteira de placebos e a carteira de ações têm médias de rácio de Sharpe significativamente diferentes (valor  $p = 0.158$ ).

d) A média do *holding period* médio dos placebos (12.8241) é menor que a das ações (13.070), facto evidenciado pelo sinal negativo da estatística de teste. Tal como se concluiu das diferenças observadas, a análise estatística inferencial não permite concluir que a carteira de placebos e a carteira de ações têm médias de *holding period* significativamente diferentes (valor  $p = 0.707$ ).

e) A média da diferença das perdas consecutivas estimadas e registadas dos placebos (-2.54) é maior que a das ações (-2.68), facto evidenciado pelo sinal positivo da estatística de teste. Apesar das diferenças observadas, a análise estatística inferencial não permite concluir que a carteira de placebos e de carteira de ações têm médias de taxas máximas de *drawdown* significativamente diferentes (valor  $p = 0.650$ ).

f) A média do total *trades* dos placebos (28.70) é menor que a das ações (32.76), facto evidenciado pelo sinal negativo da estatística de teste. Apesar das diferenças observadas, a análise estatística *inferencial* não permite concluir que a carteira de placebos e a carteira de ações têm médias de *total trades* significativamente diferentes (valor  $p = 0.158$ ).

Tabela 17 Teste *t* para amostras independentes – 2006

	Grupos		Diferença Médias	<i>t</i>	<i>p</i>
	Placebos ( <i>n</i> =38)	Acções ( <i>n</i> =38)			
	[a]	[b]			
Taxa de retorno anualizada	.139 ± .12835	-.147 ± .05811	-.286	1.255	.215
Taxa máxima de <i>drawdown</i>	.0963 ± .5455	.0913 ± .03821	-.005	.463	.645
Rácio de Sharpe	-.9721 ± 6.54149	-2.2121 ± 3.51601	-1.24	1.029	.308
<i> Holding period </i> médio	12.6237 ± 2.93943	13.2771 ± 2.37548	.6534	-1.066	.29
Diferença perdas consecutivas	-2.63 ± 1.567	-2.84 ± 1.027	-.21	.693	.491
Total <i> Trades </i>	26.37 ± 13.322	33.47 ± 11.538	7.1	-2.485	.015

Nota: o *p* apresentado é bilateral.

Na tabela 17, para o conjunto de pares em análise e para o período de 2005:

a) A média das taxas de retorno anualizadas dos placebos é maior comparativamente com a das ações (0.139 *versus* -0.147), facto evidenciado pelo sinal positivo da estatística de teste. Observando o valor *p* ( $p_{bilateral} = 0.215$ ), relativo à hipótese nula da diferença das taxas médias de retorno anualizadas entre os placebos e as ações ser igual a 0 ( $H_0: \mu_P - \mu_A = 0$ ), conclui-se pela não rejeição da hipótese de igualdade das médias populacionais, não sendo possível afirmar que a carteira de placebos e a carteira de ações têm taxas médias de retorno anualizadas significativamente diferentes.

b) A média das taxas máximas de *drawdown* dos placebos (0.0963) é maior que a das ações (0.0913), facto evidenciado pelo sinal positivo da estatística de teste. Apesar das diferenças observadas, a análise estatística inferencial não permite concluir que a carteira de placebos e a carteira de ações têm médias de taxas máximas de *drawdown* significativamente diferentes (valor  $p = 0.645$ ).

c) A média do rácio de Sharpe dos placebos (-0.9721) é maior que a das ações (-2.2121), facto evidenciado pelo sinal positivo da estatística de teste. Apesar das diferenças observadas, a análise estatística inferencial não permite concluir que a carteira de placebos e a carteira de ações têm médias de rácio de Sharpe significativamente diferentes (valor  $p = 0.308$ ).

d) A média do *holding period* médio dos placebos (12.6237) é menor que a das ações (13.2771), facto evidenciado pelo sinal negativo da estatística de teste. Tal como se concluiu das diferenças observadas, a análise estatística inferencial não permite concluir que a carteira de placebos e a carteira de ações têm médias de *holding period* significativamente diferentes (valor  $p = 0.290$ ).

e) A média da diferença das perdas consecutivas estimadas e registadas dos placebos (-2.63) é maior que a das ações (-2.84), facto evidenciado pelo sinal positivo da estatística de teste. Apesar das diferenças observadas, a análise estatística inferencial não permite concluir que a carteira de placebos e a carteira de ações têm médias de taxas máximas de *drawdown* significativamente diferentes (valor  $p = 0.491$ ).

f) A média do total de *trades* dos placebos (26.37) é menor que a das ações (33.47), facto evidenciado pelo sinal negativo da estatística de teste. Tal como se concluiu das diferenças observadas, a análise estatística inferencial permite concluir que a carteira de placebos e a carteira de ações têm médias de *total trades* significativamente diferentes (valor  $p = 0.015$ ).

**Tabela 18 Teste  $t$  para amostras independentes – 2007**

	Grupos		Diferença Médias [c]=[b]-[a]	t	p
	Placebos (n=32)	Acções (n=32)			
	[a]	[b]			
Taxa de retorno anualizada	-0.0163 ± 0.07474	-0.0066 ± 0.07474	.0097	-.541	.591
Taxa máxima de <i>drawdown</i>	.0928 ± 0.04801	.0825 ± 0.04801	-.0103	.929	.357
Rácio de Sharpe	-2.1994 ± 3.52121	-1.9625 ± 3.52121	.2369	-.239	.812
<i> Holding period</i> médio	13.9331 ± 5.1047	13.3334 ± 5.1047	-.5997	.562	.576
Diferença perdas consecutivas	-2.16 ± 1.505	-2.53 ± 1.505	-.37	1.125	.265
Total <i> Trades</i>	33.31 ± 8.54	26.06 ± 8.54	-7.2500	2.692	.009

Nota: o  $p$  apresentado é bilateral.

Na tabela 18, para o conjunto de pares em análise e para o período de 2006:

a) A média das taxas de retorno anualizadas dos placebos é menor comparativamente com a das ações (-0.0163 versus -0.0066), facto evidenciado pelo sinal negativo da estatística de teste. Observando o valor  $p$  ( $p_{bilateral} = 0.591$ ), relativo à hipótese nula da diferença das taxas médias de retorno anualizadas entre os placebos e as ações ser igual a 0 ( $H_0: \mu_P - \mu_A = 0$ ), conclui-se pela não rejeição da hipótese de igualdade das médias populacionais, não sendo possível afirmar que a carteira de placebos e a carteira de ações têm taxas médias de retorno anualizadas significativamente diferentes.

b) A média das taxas máximas de *drawdown* dos placebos (0.0928) é maior que a das ações (0.0825), facto evidenciado pelo sinal positivo da estatística de teste. Apesar das diferenças observadas, a análise estatística *inferencial* não permite concluir que a carteira de placebos e a carteira de ações têm médias de taxas máximas de *drawdown* significativamente diferentes (valor  $p = 0.357$ ).

c) A média do rácio de Sharpe dos placebos (-2.1994) é menor que a das ações (-1.9625), facto evidenciado pelo sinal negativo da estatística de teste. Apesar das diferenças observadas, a análise estatística *inferencial* não permite concluir que a carteira de placebos e a carteira de ações têm médias de rácio de Sharpe significativamente diferentes (valor  $p = 0.812$ ).

d) A média do *holding period* médio dos placebos (13.9331) é maior que a das ações (13.3334), facto evidenciado pelo sinal positivo da estatística de teste. Tal como se concluiu das diferenças observadas, a análise estatística *inferencial* não permite concluir que a carteira de placebos e a carteira de ações têm médias de *holding period* significativamente diferentes (valor  $p = 0.576$ ).

e) A média da diferença das perdas consecutivas estimadas e registadas dos placebos (-2.16) é maior que a das ações (-2.53), facto evidenciado pelo sinal positivo da estatística de teste. Apesar das diferenças observadas, a análise estatística *inferencial* não permite concluir que a carteira de placebos e a carteira de ações têm médias de taxas máximas de *drawdown* significativamente diferentes (valor  $p = 0.265$ ).

f) A média do total *trades* dos placebos (33.31) é maior que a das ações (26.06), facto evidenciado pelo sinal positivo da estatística de teste. Tal como se concluiu das diferenças observadas, a análise estatística inferencial permite concluir que a carteira de placebos e a carteira de ações têm médias de total *trades* significativamente diferentes (valor  $p = 0.009$ ).

**Tabela 19 Teste  $t$  para amostras independentes – 2008**

	Grupos		Diferenças Médias	$t$	$p$
	Placebos ( $n=23$ )	Ações ( $n=23$ )			
	[a]	[b]	[c]=[b]-[a]		
Taxa de retorno anualizada	-0.0104 ± 0.09556	-0.0630 ± 0.07003	-0.05261	-2.130	.039
Rácio de Sharpe	-1.8739 ± 5.15814	-4.2235 ± 3.06376	-2.34957	-1.878	.067
<i> Holding period </i> médio	12.1648 ± 2.08786	12.7787 ± 2.63851	.61391	.875	.386

Nota: o  $p$  apresentado é bilateral.

Nos casos onde a normalidade não foi verificada e as amostras tinham dimensão inferior a 30 usou-se o teste Wilcoxon em alternativa ao teste  $t$ .

**Tabela 20 Teste Wilcoxon – 2008**

	Grupos		$W$	$p$
	Placebo ( $n=23$ )	Ações ( $n=23$ )		
	Média das ordens	Médias das ordens		
Taxa máxima de <i>drawdown</i>	21.02	25.98	484	.209
Diferença perdas consecutivas	21.80	25.20	502	.369
Total <i>trades</i>	26.78	20.22	465	.096

Nota: o  $p$  apresentado é bilateral.

Nas tabelas 19 e 20, para o conjunto de pares em análise e para o período de 2008:

a) A média das taxas de retorno anualizadas dos placebos é maior comparativamente com a das ações (-0.0104 *versus* -0.063). Observando o valor  $p$  ( $p_{bilateral} = 0.039$ ), relativo à hipótese nula da diferença das taxas médias de retorno anualizadas entre os placebos e as ações ser igual a 0 ( $H_0: \mu_P - \mu_A = 0$ ), tal como se concluiu das diferenças observadas, a análise estatística inferencial permite concluir que a carteira de placebos e a carteira de ações têm taxas de retorno anualizadas significativamente diferentes e,

observando ao valor  $p$  ( $p_{unilateral} = 0.019^{13}$ ), existe evidência estatística de que a média das taxas de retorno anualizadas das ações é inferior comparativamente com os placebos.

As diferenças significativas das taxas de retorno anualizadas entre a carteira de placebos e a carteira de ações, em contraste com os anos anteriores em que tal não se verifica, pode significar alguma interferência, tal como restrições na negociação de ações (i.e. restrições de *short-selling*) associadas à crise financeira no referido período.

b) Os valores do rácio de Sharpe dos placebos é maior comparativamente com a das ações (-1.8739 *versus* -4.2235 respetivamente). Observando o valor  $p$  ( $p_{bilateral} = 0.067$ ), relativo à hipótese nula da diferença das taxas médias de retorno anualizadas entre os placebos e as ações ser igual a 0 ( $H_0: \mu_P - \mu_A = 0$ ), tal como se concluiu das diferenças observadas, a análise estatística inferencial permite concluir que a carteira de placebos e a carteira de ações têm taxas de retorno anualizadas significativamente diferentes e, observando ao valor  $p$  ( $p_{unilateral} = 0.033$ ), existe evidência estatística de que os valores do Rácio de Sharpe das ações é inferior comparativamente com os placebos.

c) A média do *holding period* médio dos placebos (12.1648) é menor que a das ações (12.7787), facto evidenciado pelo sinal negativo da estatística de teste. Tal como se concluiu das diferenças observadas, a análise estatística inferencial não permite concluir que a carteira de placebos e a carteira de ações têm médias de *holding period* significativamente diferentes (valor  $p_{unilateral} = 0.193$ ).

d) As ações apresentaram taxas máximas de *drawdown* mais elevadas do que os placebos (médias das ordens: 25.98 *versus* 21.02). Apesar das diferenças observadas entre os dois grupos, não foi possível afirmar que as diferenças observadas foram estatisticamente significativas ( $W= 484$ ;  $p_{bilateral} = 0.209$ ).

---

<sup>13</sup> O valor de  $p_{unilateral}$  é metade do valor de  $p_{bilateral}$  quando os dados estão a favor da hipótese alternativa ( $H_1$ ).

e) As ações apresentaram diferenças entre perdas consecutivas mais elevadas que os placebos (médias das ordens: 25.20 *versus* 21.80). Apesar das diferenças observadas entre os dois grupos, não foi possível afirmar que as diferenças observadas foram estatisticamente significativas ( $W = 502$ ;  $p_{bilateral} = 0.369$ ).

f) As ações apresentaram um menor número de total *trades* do que os placebos (médias das ordens: 20.22 *versus* 26.78). Tal como se concluiu das diferenças observadas entre os dois grupos, não é possível afirmar que as diferenças observadas foram estatisticamente significativas ( $W = 465$ ;  $p_{bilateral} = 0.096$ ).

**Tabela 21 Teste Wilcoxon – 2009**

	Grupos		W	p
	Placebos (n=28)	Ações (n=28)		
	Média das ordens	Médias das ordens		
Taxa de retorno anualizada	33.21	23.79	666	.030
Taxa máxima de <i>drawdown</i>	23.52	33.48	659	.022
Rácio de Sharpe	33.00	24.00	672	.039
<i> Holding period </i> médio	23.95	33.05	671	.037
Diferença perdas consecutivas	26.16	30.84	733	.270
Total <i>trades</i>	33.25	23.75	665	.029

Nota: o  $p$  apresentado é bilateral.

Os casos onde a normalidade não foi verificada e as amostras tinham dimensão inferior a 30 usou-se o teste Wilcoxon em alternativa ao teste  $t$ .

Na tabela 21 para o conjunto de pares em análise e para o período de 2009:

a) Os valores das taxas de retorno anualizadas são mais elevados no grupo dos placebos do que no grupo das ações (médias das ordens: 33.21 *versus* 23.79) e as diferenças observadas foram estatisticamente significativas ( $W = 666$ ;  $p_{bilateral} = 0.030$ )<sup>14</sup>.

<sup>14</sup> Caso fosse usado o teste  $t$  o valor  $p=0.134$ .

b) Os valores da taxa máxima de *drawdown* são mais elevados no grupo das ações do que no grupo dos placebos (médias das ordens: 33.48 versus 23.52) e as diferenças observadas foram estatisticamente significativas ( $W = 659$ ;  $p_{bilateral} = 0.022$ ).

c) Os valores do Rácio de Sharpe foram mais elevados no grupo dos placebos do que no grupo das ações (médias das ordens: 33.00 versus 24.00), sendo as diferenças observadas estatisticamente significativas ( $W = 672$ ;  $p_{bilateral} = 0.039$ ).

d) Os valores do *Holding period* médio foram mais elevados no grupo das ações comparativamente com o grupo dos placebos (médias das ordens: 33.05 versus 23.95), sendo as diferenças observadas estatisticamente significativas ( $W = 6701$ ;  $p_{bilateral} = 0.037$ ).

e) As ações apresentaram diferenças entre perdas consecutivas mais elevadas do que os placebos (médias das ordens: 30.84 versus 26.16). Apesar das diferenças observadas entre os dois grupos, não foi possível afirmar que as diferenças observadas foram estatisticamente significativas ( $W = 733$ ;  $p_{bilateral} = 0.270$ ).

f) Os valores do *Total de Trades* foram mais elevados no grupo dos placebos comparativamente com o grupo das ações (médias das ordens: 33.25 versus 23.75), sendo as diferenças observadas estatisticamente significativas ( $W = 665.00$ ;  $p_{bilateral} = 0.029$ ).

**Tabela 22 Teste *t* para amostras independentes – 2010**

	Grupos		Diferença Médias	<i>t</i>	<i>p</i>
	Placebos (n=39)	Ações (n=39)			
	[a]	[b]	[c]=[b]-[a]		
Taxa de retorno anualizada	-0.0021 ± .16846	-0.0159 ± .08546	-0.0138	.458	.649
Taxa máxima de drawdown	.2092 ± .19491	.1156 ± .8426	-.0936	2.752	.008
Rácio de Sharpe	-.3995 ± 4.11402	-1.6987 ± 3.89426	-1.2992	1.432	.156
Holding period médio	14.6549 ± 2.9551	16.881 ± 2.29767	2.2261	-3.714	.0
Diferença perdas consecutivas	-2.67 ± 1.034	-2.82 ± .823	-.15	.727	.47
Total Trades	30.21 ± 9.688	26.97 ± 6.503	-3.2400	1.729	.088

Nota: o *p* apresentado é bilateral.

Na tabela 22, para o conjunto de pares em análise e para o período de 2010:

a) A média das taxas de retorno anualizadas dos placebos é maior comparativamente com a das ações (-0.0021 versus -0.0159), facto evidenciado pelo sinal positivo da estatística de teste. Observando o valor  $p$  ( $p_{bilateral} = 0.649$ ), relativo à hipótese nula da diferença das taxas médias de retorno anualizadas entre os placebos e as ações ser igual a 0 ( $H_0: \mu_P - \mu_A = 0$ ), conclui-se pela não rejeição da hipótese de igualdade das médias populacionais, não sendo possível afirmar que a carteira de placebos e a carteira de ações têm taxas médias de retorno anualizadas significativamente diferentes .

b) A média das taxas máximas de *drawdown* dos placebos (0.2092) é maior que a das ações (0.1156), facto evidenciado pelo sinal positivo da estatística de teste. Tal como se concluiu das diferenças observadas, a análise estatística inferencial permite concluir que a carteira de placebos e ações têm médias de taxa máxima de *drawdown* significativamente diferentes (valor  $p = 0.008$ ).

c) A média do rácio de Sharpe dos placebos (-0.3995) é maior que a das ações (-1.6987), facto evidenciado pelo sinal positivo da estatística de teste. Apesar das diferenças observadas, a análise estatística inferencial não permite concluir que a carteira de placebos e ações têm médias de rácio de Sharpe significativamente diferentes (valor  $p = 0.156$ ).

d) A média do *holding period* médio dos placebos (14.6549) é menor que a das ações (16.881), facto evidenciado pelo sinal negativo da estatística de teste. Tal como se concluiu das diferenças observadas, a análise estatística inferencial permite concluir que a carteira de placebos e ações têm médias de *holding period* significativamente diferentes (valor  $p < 0.001$ ).

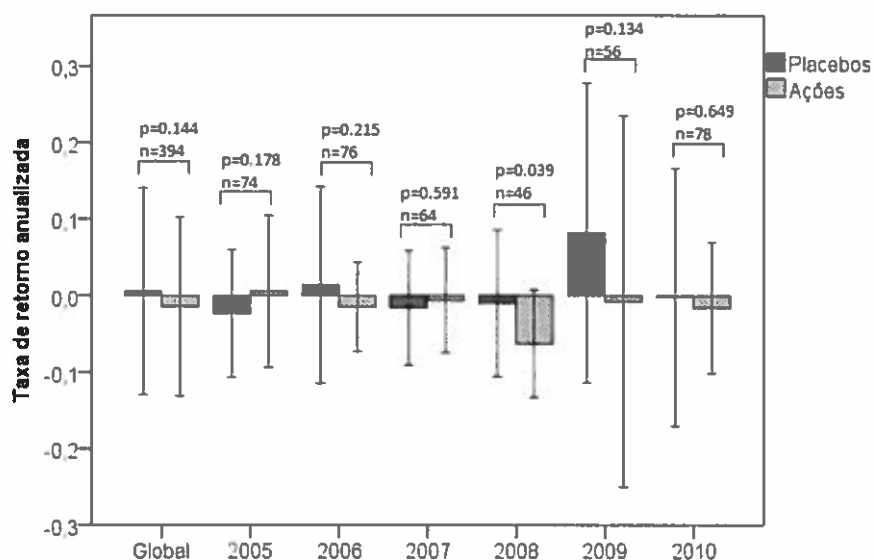
e) A média da diferença das perdas consecutivas estimadas e registadas dos placebos (-2.67) é maior que a das ações (-2.82), facto evidenciado pelo sinal positivo da estatística de teste. Apesar das diferenças observadas, a análise estatística inferencial não permite concluir que a carteira de placebos e ações têm médias de taxas máximas de *drawdown* significativamente diferentes (valor  $p = 0.470$ ).

f) A média do total *trades* dos placebos (30.21) é maior que a das ações (26.97), facto evidenciado pelo sinal positivo da estatística de teste. Apesar das diferenças observadas, a análise estatística inferencial não permite concluir que a carteira de placebos e ações têm médias de total *trades* significativamente diferentes (valor  $p = 0.088$ ).

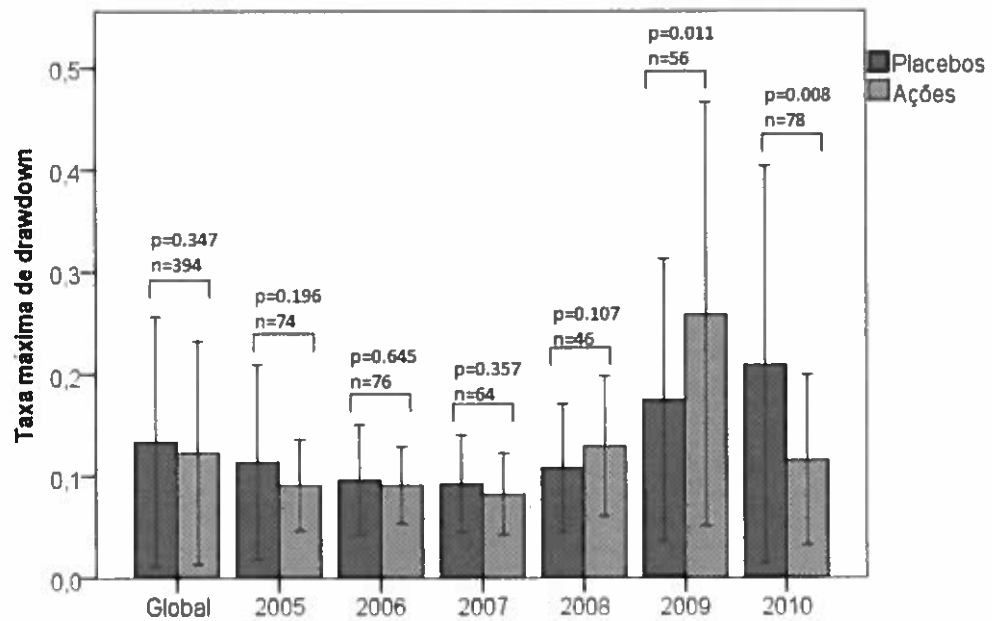
#### 4.5. Síntese do capítulo 4.

Os valores são apresentados como média  $\pm$  desvio padrão. As diferenças observadas entre grupos são estatisticamente significativas para valores de  $p$  inferiores ou iguais a 5%.

**Gráfico 11 Taxas de retorno anualizadas para os placebos versus ações para os diferentes anos estudados e em termos globais.**



**Gráfico 12 Taxa máxima de *drawdown* média para os placebos versus ações para os diferentes anos estudados e em termos globais.**



**Gráfico 13 Valores médios do rácio de Sharpe para os placebos versus ações para os diferentes anos estudados e em termos globais.**

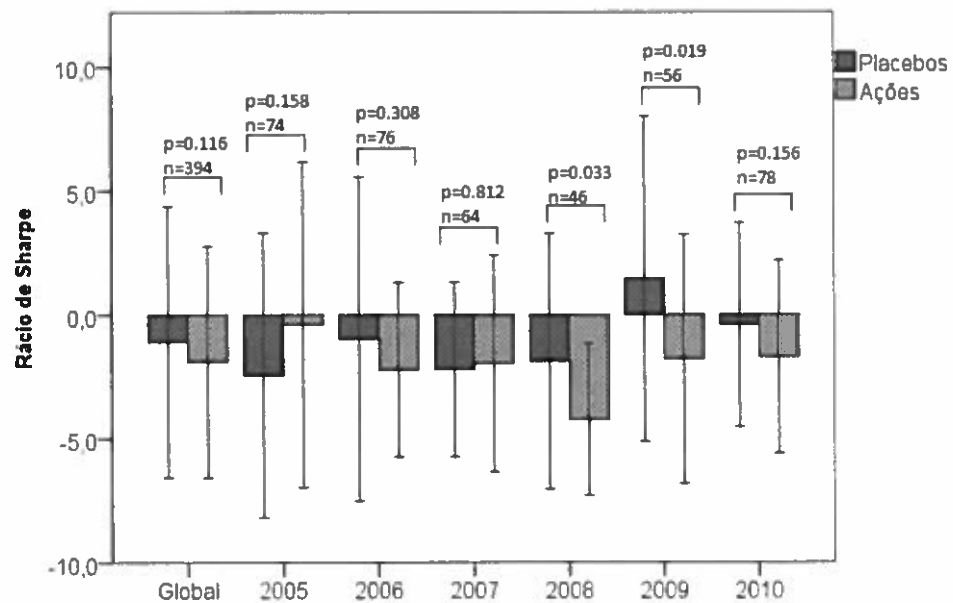


Gráfico 14 Valores do *holding period* médio para os placebos *versus* ações para os diferentes anos estudados e em termos globais.

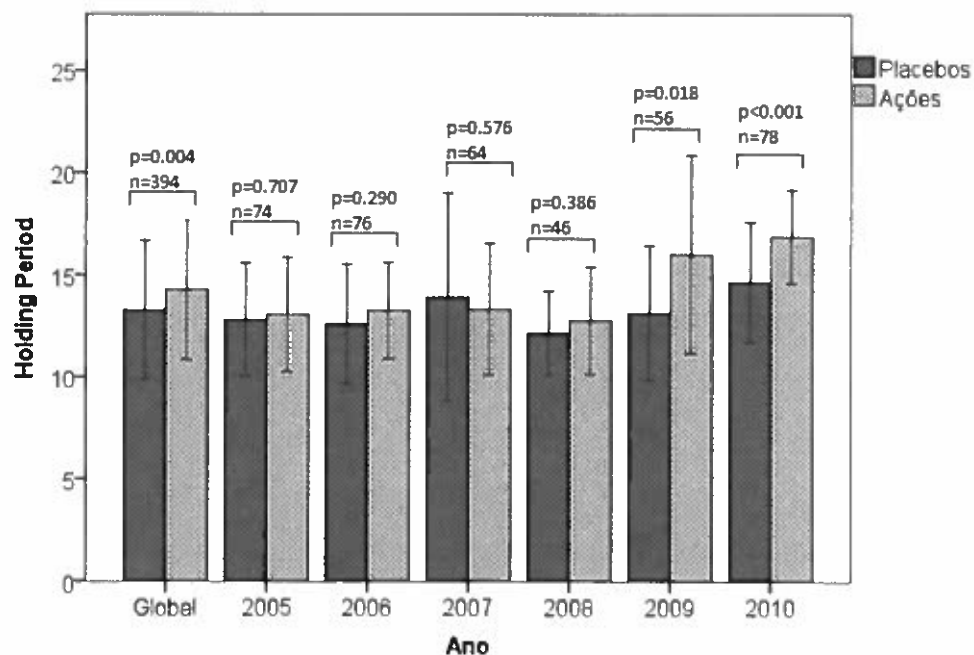
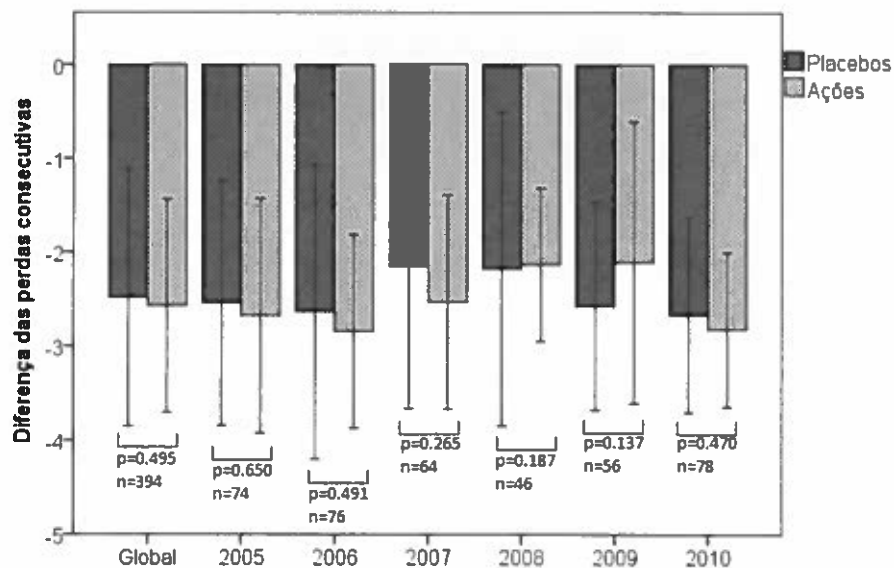


Gráfico 15 Valores médios das diferenças das perdas consecutivas para os placebos *versus* ações para os diferentes anos estudados e em termos globais.



Quando comparamos a taxa de retorno anualizada, a taxa máxima de *drawdown*, o rácio de Sharpe, o *holding period* médio, as diferenças de perdas consecutivas e o total de *trades* entre ações (em que os pares de ações foram emparelhados por um algoritmo proprietário que

combina o teste de Dickey-Fuller aumentado com o coeficiente de correlação de Pearson) e os placebos (em que os pares de ações foram emparelhados aleatoriamente, para o período entre 2005 e 2010, concluímos que as variáveis descritas apresentam médias aproximadamente semelhantes não permitindo que se conclua que o emparelhamento das ações usando o método descrito garantia uma escolha superior dos pares (quando comparado com um emparelhamento aleatório - placebos). A única exceção a esta conclusão foi a variável *holding period* médio que apresentou diferenças estatisticamente significativas. Os placebos registaram um menor *holding period* médio e maior número de total *trades* médio (embora este último sem significância estatística) comparativamente às ações o que pode indicar uma maior eficiência dos placebos nos testes feitos, o que vem confirmar que o algoritmo proprietário descrito não permite uma emparelhamento superior dos pares de ações. A confirmar isso e apesar das diferenças encontradas nas outras variáveis não terem sido estaticamente significativas, verificamos que os placebos apresentaram um maior retorno, um melhor rácio de Sharpe, e uma maior diferença de perdas consecutivas estimadas e registada.

Procedemos ainda ao cálculo do excesso de retorno da carteira uma vez que o *holding period* médio e o número total de *trades* apresentaram diferenças (neste último não significativas) e observamos que a diferença do retorno do dinheiro disponível em caixa é 0.04% superior nos placebos, um valor a desprezar e que nos levou a desprezar o efeito das diferenças significativas encontrados ao nível do *holding period* médio.

Procedemos ainda a um estudo seccionado para as variáveis referidas, considerando cada ano em que os pares foram formados, tendo-se concluído que em nenhum dos anos se observaram diferenças estatisticamente significativas nessas variáveis que permitam endereçar ao algoritmo proprietário uma escolha superior no emparelhamento dos pares. Sublinhe-se no entanto que o ano de 2010 (*holding period* e taxa máxima de *drawdown*), o ano de 2009 (taxa de retorno anualizada, taxa máxima de *drawdown*, rácio de Sharpe, *holding period* e total *trades*) o ano de 2008 (taxas de retorno anualizadas), o ano de 2007 (total *trades*) e o ano de 2006 (total *trades*) apresentaram diferenças estatisticamente significativas nas variáveis elencadas, podendo, no caso de 2008 e 2009, em que as várias mais ligadas ao retorno e risco apresentam diferenças estatisticamente significativas, estar relacionadas com eventual crise financeira na

banca e restrições ao *short selling* implementadas no fim de setembro de 2008 para mais de 1.000 ações no setor financeiro.

## Capítulo 5 – ações vs ETF

### 5.1. Introdução

#### 5.1.1. Escolha dos ETF

Os ETF (*Exchange-Traded Funds*) são instrumentos financeiros equivalentes a fundos de investimento abertos admitidos à negociação. Foram pela primeira vez disponibilizados em 1993 (Poterba & Shoven, 2002).

As suas unidades (títulos de participação) são consideradas valores mobiliários e têm como ativo subjacente (ou indicador de referência) um índice, fundos, matérias-primas, taxas de câmbio, taxas de juro, ou um conjunto de outros ativos, que visam replicar o desempenho.

O desempenho de um ETF está relacionado de forma proporcional (ou inversa – no caso de ETF invertidos<sup>15</sup>) com o indicador que lhe serve de referência, procurando obter a rentabilidade deste (ou inversa).

Originalmente, os ETF eram geridos passivamente, quer isto dizer que não era procurado obter um sobre desempenho face ao índice de referência, mas em 2008 a Bear Stearns introduziu o primeiro ETF gerido ativamente (Fevurly, 2013).

No entanto, aqui, houve o cuidado de escolher ETF que procurem replicar um indicador de referência eficiente e relevante e, se possível, que os ativos subjacentes que constituem esse indicador estejam também presentes em outros ETF analisados.

Garantido que o indicador de referência é relevante e eficiente, a presença no grupo de vários ETF cujo indicador de referência é igual ou algo semelhante (com ativos subjacentes comuns) e assumindo a presença de *market maker* e/ou eficiente arbitragem entre o ETF e os

---

<sup>15</sup> ETF invertidos têm o propósito de procurar obter ganhos com a queda do preço do seu ativo subjacente.

ativos subjacentes que compõe o indicador de referência, podemos assumir que a oportunidade de arbitragem entre ETF com o mesmo indicador de referência será a proporcionada pela volatilidade do *tracking error* de cada um e/ou ineficiências momentâneas na ausência pontual de *market maker* e que serão imediatamente aproveitadas por arbitragistas.

Considerando que os principais ganhos obtidos pela diversificação são atingidos com um cabaz de cerca de 20 ações não correlacionadas (Elton & Gruber, 1997; Stevenson & Jennings, 1984; Reilly, 1985 entre outros), onde a variação das taxas de retorno se assemelha bastante ao mercado, mediante a escolha de um ETF cujo indicador de referência tenha um cabaz alargado de ações de referência, podemos assumir que se elimina o risco específico, ficando apenas expostos ao risco de mercado.

No sentido de melhor captar as características referidas, a escolha dos ETF a emparelhar recaiu sobre ETF sobre índices de ações de referência, como o S&P500, S&P100, Nasdaq-100 ou outros índices ou indicadores que tenham como referências um conjunto diversificado de ativos subjacentes relevantes.

Assumimos ainda que a presença de *market maker* e que a facilidade de comparar ETF com o mesmo indicador de referência e com os ativos subjacentes do próprio indicador de referência faz com que a maioria das transações sejam feitas por *informed traders* (ou participantes incapazes de criar ruído ou desequilíbrios para além das diferenças de *slippage* e volatilidade do *tracking error*).

Para o emparelhamento dos ETF procedeu-se da mesma forma como foi feito com as ações, recorrendo ao algoritmo essencialmente assente no teste ADF.

## 5.2. Objetivo

Neste capítulo, como no anterior, o objetivo é avaliar a possível existência de diferenças estatisticamente significativas entre dois grupos, neste caso entre ações e ETF no respeito à taxa de retorno anualizada, à taxa máxima de *drawdown*, ao rácio de Sharpe, ao *holding period* médio e à diferença entre as perdas consecutivas esperadas e registadas.

A comparação entre estes dois grupos vai-nos permitir perceber se os resultados obtidos entre estes dois grupos de instrumentos financeiros podem ser atribuídos às características de cada um (caso se verifiquem diferenças estatisticamente significativas), nomeadamente considerando a diversificação de que cada ETF beneficia (exposto apenas ao risco de mercado) e a ausência de ruído provocada por *uninformed traders*.

Na presença de uma escolha superior proporcionada pelas características do Grupo, nomeadamente no caso dos ETF, estes deverão apresentar um *menor holding period*, um menor *maximum drawdown* e um maior rácio de Sharpe e o retorno anualizado deverá ser inferior em virtude de uma provável maior eficiência (menos *uninformed traders* e menos oportunidades de aproveitar o *mispricing*).

As variáveis são as mesmas tratadas no capítulo anterior.

Na análise estatística seguiu-se o mesmo método descrito no capítulo anterior.

### 5.3. Resultados

#### 5.3.1. Taxas de retorno e máxima de *drawdown*

**Tabela 23 Taxa de retorno anualizada s/ custos e c/custos e taxa média de drawdown – ações e ETF**

	Acções			ETF		
	Tx de retorno anualizada (s/ custos)	Tx de retorno anualizada (s/ custos)	Dif.	Acções	ETF	
	Tx de retorno anualizada (c/ custos)	Tx de retorno anualizada (c/ custos)	Dif.	Observações		
	Taxa média de drawdown	Taxa média de drawdown	Dif.			
	[1]	[2]	[3]=[1]-[2]			
2005	2.78%	2.91%	-0.13%	37	6	
	0.52%	1.55%	-1.03%			
	9.11%	2.05%	7.06%			
2006	0.44%	1.77%	-1.33%	38	17	
	-1.34%	-0.44%	-0.90%			
	9.08%	2.94%	6.14%			
2007	0.54%	2.66%	-2.12%	32	5	
	-0.64%	0.40%	-1.04%			
	8.23%	1.26%	6.97%			
2008	-5.25%	1.18%	-6.43%	23	5	
	-6.44%	-0.23%	-6.21%			
	12.98%	2.20%	10.78%			
2009	1.96%	3.06%	-1.10%	28	12	
	-0.69%	0.03%	-0.72%			
	25.85%	4.88%	20.97%			
2010	0.24%	0.98%	-0.74%	39	11	
	-1.64%	-0.77%	-0.87%			
	11.48%	3.57%	7.91%			
Global	0.41%	2.04%	-1.63%	197	56	
	-1.44%	0.10%	-1.54%			
	12.26%	3.17%	9.09%			

Nota: Os anos apresentados referem-se ao ano do último dia de transação (em janeiro), pelo que o ano da negociação é sempre inferior ao ano apresentado na tabela.

Na tabela 23 verifica-se que a taxa máxima de *drawdown* médio global nos ETF (3.17%) é aproximadamente 4 vezes inferior à taxa máxima de *drawdown* médio global das ações (12.26%), representando uma diferença substancial em termos do risco máximo da exposição naquele investimento, tendo em conta que a taxa máxima de *drawdown* traduz a dimensão percentual da queda de retorno desde o valor máximo atingido até ao valor mínimo registado, durante o tempo observado. É importante sublinhar que, nas ações, os valores da taxa máxima de *drawdown* médio para cada ano medido individualmente estão muitos distantes da taxa máxima de *drawdown* médio global, apresentando um desvio padrão de 6.64% sobre a média global de 12.26% (tendo um valor máximo da taxa máxima de *drawdown* médio, em 2008 (2009 na tabela), de 25.85%, quando nos ETF o desvio padrão é de 1.28% em 3.17% – com um valor máximo da taxa máxima de *drawdown* médio, em 2008 (2009 na tabela), de 4.88%).

Esta observação pode dever-se ao facto dos pares em questão serem mais equivalentes, e corrigirem muito mais rapidamente de eventuais divergências, nos ETF do que nas ações, indicando uma eventual presença de mais *informed traders* (do que *uniformed traders*) que reconhecem melhor o valor dos ativos e conseguem por isso arbitrar mais fácil e rapidamente as eventuais divergências. Também é provável que os ETF tenham uma maior liquidez relativa que os pares de ações, onde uma das *legs* tende a ser menos líquida como no caso da France Telecom.

O impacto dos custos de negociação no retorno dos ETF é aproximadamente 1.16 vezes superior ao das ações. Tal facto, que não é de todo atribuível ao número de total *trades* efetuados para cada par como se poderia pensar, mesmo sabendo que os ETF negociaram em média 1.25 vezes mais para cada par, cf. número total de *trades* reportados na tabela 26, pois quando analisamos individualmente os anos, verificamos que existem anos com maior número médio de *trades* totais por par nos ETF do que nas ações e ainda assim o custo não foi superior (por exemplo, em 2004 (2005 na tabela) o número médio de *trades* totais por par de ETF foi de 23 contra 16.38 nas ações, mas apesar disso os ETF tiveram uma erosão do retorno derivado do custo de transação na ordem dos 1.36% contra os 2.26% nas Ações).

O ano que representou um maior custo de transação tanto para os ETF como para as ações foi 2008 (2009 na tabela), onde se registou um maior *drawdown* médio e ainda assim não foi o ano em que registaram maior número de *trades* (pelo contrário, foi o segundo ano com menos *trades*), mas foi um ano onde se registaram as maiores volatilidades nos retornos das ações e dos ETF.

Neste caso, o custo de transação pode estar associado a um *bid-ask spread* maior e que é captado pela fórmula de cálculo que utilizamos para o custo de *slippage* que, em certa medida, capta a volatilidade, o que nos ETF pode significar que o *market maker* aumentou o *spread* entre o *bid* e o *ask*, eventualmente para se defender dos *informed traders*, como sugerem Bernstein & Damodaran (1998), em especial arbitragistas, que procurariam captar o *tracking error* dos ETF face ao subjacente. A ajudar a explicar essa possibilidade, está o facto de 2009 ter sido o ano

com maior retorno antes de custos nos ETF, mas não o melhor depois de custos, evidência, ainda que menor, também presente nas ações.

Ainda assim, os dados até agora apresentados não permitem chegar mais longe do que meras suposições relativamente à possibilidade dos retornos estarem relacionados com o número de *informed traders* presentes e/ou o custo de *bid-ask spread* derivado da presença de *market makers*.

#### 5.4. Global – ações e ETF

##### 5.4.1. Verificação dos pressupostos

Considerando que as amostras para o período em observação global (2005 a 2010) têm uma dimensão superior a 30, dispensa-se o teste da normalidade, avaliando-se apenas a homogeneidade de variâncias.

**Tabela 24** Teste Levene para igualdade de variâncias – Global – ações e ETF

	<i>F</i>	<i>p</i>
Taxa de retorno anualizada	22.217	.000
Taxa máxima de <i>drawdown</i>	17.230	.000
Rácio de Sharpe	18.316	.000
<i> Holding period</i> médio	3.195	.075
Diferença perdas consecutivas	.022	.882
Total de <i>Trades</i>	.087	.768

Nota: Para os valores .000 entenda-se como  $p < 0.01$

A taxa de retorno anualizada, a taxa máxima de *drawdown* e o rácio de Sharpe, apresentam um valor *p* que conduz à rejeição da hipótese de igualdade de variâncias, pelo que considerou-se a correção de Welch na comparação dos grupos. Nas restantes variáveis, a hipótese de igualdade de variâncias não foi rejeitada.

##### 5.7.2. Comparação entre os grupos

Como se trata de instrumentos financeiros diferentes escolhidos pelas suas diferentes características, o que faz com que as situações experimentais a testar tenham sido definidas independentemente, permitindo assumir que se tratam de dois grupos com diferentes sujeitos, o teste paramétrico *t* é adequado para comparar as médias das variáveis quantitativas acima descritas, não obstante o método de emparelhamento das ações e dos ETF ter sido igual.

**Tabela 25 Teste *t* para amostras independentes ETF versus ações – Global**

	Grupos		Diferença Médias [c]=[b]-[a]	<i>t</i>	<i>p</i>
	ETFs ( <i>n</i> =56)	Acções ( <i>n</i> =197)			
	[a]	[b]			
Taxa de retorno anualizada	-0.0011 ± .02839	-0.0145 ± .11671	-.0134	1.466	.144
Taxa máxima de <i>drawdown</i>	.0316 ± .02222	.1229 ± .1099	.0913	-10.907	.000
Rácio de Sharpe	-11.7305 ± 34.35319	-1.9014 ± 4.67351	9.8291	-2.136	.037
<i> Holding period </i> médio	13.8447 ± 4.71595	14.2918 ± 3.44679	.4471	-.785	.511
Diferença perdas consecutivas	-3.39 ± 1.26	-2.57 ± 1.135	.8200	-4.679	.000
Total Trades	36.93 ± 13.056	29.32 ± 11.121	-7.6100	4.342	.000

Nota: o *p* apresentado é bilateral.

Na tabela 25, para o conjunto de pares em análise e a totalidade do período em estudo (2005 a 2010):

a) A média das taxas de retorno anualizadas dos ETF é maior que a das ações (-0.0011 versus -0.0145), facto evidenciado pelo sinal positivo da estatística de teste. Como o valor *p* ( $p_{\text{bilateral}} = 0.144$ ) relativo à hipótese nula da diferença das taxas médias de retorno anualizadas entre os ETF e as ações é igual a 0 ( $H_0: \mu_p - \mu_A = 0$ ), conclui-se pela não rejeição da hipótese de igualdade das médias populacionais. Assim, não é possível afirmar que a carteira de ETF e a carteira de ações têm taxas médias de retorno anualizadas significativamente diferentes.

b) A média das taxas máximas de *drawdown* dos ETF (0.0316) é maior que a das ações (0.1229), facto evidenciado pelo sinal negativo da estatística de teste. A análise estatística inferencial permite concluir que a carteira de ETF e a carteira de ações têm médias de taxas máximas de *drawdown* significativamente diferentes (valor *p* = 0.000).

c) A média do rácio de Sharpe dos ETF (-11.7305) é menor que a das ações (-1.9014), facto evidenciado pelo sinal negativo da estatística de teste. A análise estatística

inferencial leva a concluir que a carteira de ETF e a carteira de ações têm médias de rácio de Sharpe significativamente diferentes (valor  $p = 0.037$ ).

d) A média do *holding period* médio dos ETF (13.8447) é menor que a das ações (14.2918), facto evidenciado pelo sinal negativo da estatística de teste. Apesar das diferenças observadas, a análise estatística inferencial não permite concluir que a carteira de ETF e a carteira de ações têm médias de *holding period* significativamente diferentes (valor  $p = 0.511$ ).

e) A média da diferença das perdas consecutivas estimadas e registadas dos ETF (-3.39) é menor que a das ações (-2.57), facto evidenciado pelo sinal negativo da estatística de teste. A análise estatística inferencial permite concluir que a carteira de ETF e a carteira de ações têm médias de taxas máximas de *drawdown* significativamente diferentes (valor  $p = 0.000$ ).

f) A média do total de *trades* dos ETF (36.93) é maior que nas ações (29.32), facto evidenciado pelo sinal positivo da estatística de teste. A análise estatística inferencial permite concluir que a carteira de ETF e a carteira de ações têm médias de total de *trades* significativamente diferentes (valor  $p = 0.000$ ).

Para o Global (2005 a 2010) verificou-se que as taxas de retorno anualizadas e o *holding period* entre os ETF e as ações apresentam médias aproximadamente semelhantes. Por isso, não é possível concluir que as diferenças entre as duas classes de ativos representam só por si, usando o emparelhamento das ações conforme descrito, uma escolha superior em termos de retorno.

No entanto, tendo em conta as diferenças observadas para as restantes variáveis, nomeadamente o rácio de Sharpe, que também abarca o retorno face ao risco assumido e a taxa máxima de *drawdown*, os ETF poderão beneficiar de menor risco (ainda que sacrificando o retorno – considerando o rácio de Sharpe).

### 5.5. Síntese do capítulo 5.

Os ETF, em termos globais, apresentam menor risco de *drawdown* numa estratégia de *pairs trading*, em comparação com as ações, mas também apresentam pior rácio de Sharpe. Isso significa um eventual sacrifício de retornos, não obstante não se terem observado diferenças estatisticamente significativas a nível das taxas de retorno anualizadas.

No entanto, não se pode dizer que qualquer um dos grupos observados gozou de uma escolha superior, pois as taxas de retorno não apresentam diferenças estatisticamente significativas.

Torna-se assim necessário simular essa eventual escolha superior tanto para as ações como para os ETF e observar se em resultados superiores se verificam diferenças essencialmente ao nível de retorno e se mantêm as diferenças agora observadas. Esse é o tema do capítulo seguinte e portanto dispensa a análise seccionada por anos neste capítulo, tal como foi feito no capítulo anterior.

## Capítulo 6 – ETF, ações e placebos – Escolhas superiores

### 6.1. Retornos da estratégia para escolhas superiores

De forma a comparar os retornos dos melhores pares entre as ações e os placebos e entre as ações e os ETF, calculou-se a média dos retornos acima do terceiro quartil ( $Q_a$ ). Desta forma, garante-se que o emparelhamento dos pares em ambos os casos resulta sempre de uma escolha superior, evitando assim enviesamentos provocados por critérios que pudessem beneficiar mais um dos pares. O terceiro quartil  $Q_a$  é o número real em que, pelo menos, um quarto das observações são maiores ou iguais a esse valor. Neste trabalho, o  $Q_a$  foi calculado conforme Freud & Perles (1987) propõem, sendo a sua posição na amostra ordenada dada por:

#### Fórmula 19 Cálculo do terceiro quartil conforme Freud & Perles (1987)

$$\frac{3n+1}{4},$$

onde  $n$  é o número de observações.

Para afastar preocupações com *outliers* que possam ter enviesado a média, apresenta-se a mediana, a média do rácio de Sharpe (onde se considerou uma taxa livre de risco de 3%), a taxa de retorno em excesso (onde se considerou também uma taxa livre de risco, a ser subtraída à média de retornos) e a percentagem de pares com retornos em excesso negativos.

### 6.3. Escolhas superiores das ações e placebos

Observa-se na tabela 26 que os placebos apresentam uma taxa de retorno em excesso 5.89% superior à taxa de retorno em excesso das ações, assim como um rácio de Sharpe 1.73 pontos acima do registado para as ações.

A tendência central dos retornos dada pela mediana dos placebos é também bastante superior à registada pelas ações. Esta observação sugere que os pares de placebos (numa escolha superior) apresentam retornos em excesso mais elevados, com menor presença de

valores atípicos (*outliers*), assim como melhor rácio de Sharpe que por sua vez é uma medida de retorno/risco.

**Tabela 26 Taxa de retorno em excesso das ações e placebos para escolhas superiores**

	Acções	Placebos		
[a]	Tx média de retorno 3º Quartil	Tx média de retorno 3º Quartil	Dif.	
[b]	3º Quartil	3º Quartil	Dif.	
[c]	Mediana	Mediana	Dif.	Observações
[d]	Média do rácio de Sharpe	Média do rácio de Sharpe	Dif.	
[e]= [a] - [3.00%]	Tx média de retorno em excesso	Tx média de retorno em excesso	Dif.	
[c]	N.º de retornos negativos	N.º de retornos negativos	Dif.	
	[1]	[2]	[3]=[1]-[2]	[4]
	12.09%	17.98%	-5.90%	
	2.87%	6.92%	-4.05%	
<b>GLOBAL</b>	6.50%	14.97%	-8.47%	<b>100</b>
	4.25	5.98	-1.73	
	9.09%	14.98%	-5.89%	
	2	0	5	

Nota: N.º de retornos negativos refere-se ao número de casos em que a taxa média de retorno em excesso é negativa

No entanto, observa-se que a taxa média máxima de *drawdown* é inferior nas ações quando comparadas com os placebos. Isso pode significar uma menor tomada de risco, o que é coincidente com o registo da diferença entre o número de perdas consecutivas observadas e o número de perdas consecutivas estimadas, o qual é maior em termos de valor absoluto nas ações que nos placebos.

**Tabela 27 Taxa média máxima de *drawdown* das ações e placebos para escolhas superiores**

	Acções	Placebos		
[a]	Tx média de <i>drawdown</i> 3º Quartil	Tx média de <i>drawdown</i> 3º Quartil	Dif.	Observações
[b]	Diferença perdas consecutivas	Diferença Perdas Consecutivas	Dif.	
	[1]	[2]	[3]=[1]-[2]	[4]
<b>GLOBAL</b>	8.74%	9.82%	-1.08%	<b>100</b>
	-3.56	-3.54	-0.02	

6.4. Taxa de retorno em excesso das ações e placebos para escolhas superiores corrigido ao dinheiro em liquidez.

Uma parte importante, como sugerem Gatev, Goetzman & Rouwenhorst (2006), é o cálculo do excesso de retorno da carteira, que não pode ser trivializado, pois o investimento não é mantido ao longo de todo o período, devido a sucessivas entradas e saídas de dinheiro. Tal origina flutuações nos fluxos de caixa ao longo do tempo e por isso do dinheiro disponível e não investido passível de ser aplicado a curto prazo a uma taxa livre de risco, retorno esse que capitalizaria e permitiria um investimento maior no *trade* seguinte.

Uma forma simples de calcular o excesso de retorno da carteira contornando a problemática dos diferentes fluxos de caixa, é achar o *holding period* médio de cada um dos pares observados, bem como o número médio de *trades* feitos a fim de estimar o tempo em que não se está investido. Conhecido esse valor, aplica-se uma taxa de juro anual livre de risco de 3% traduzida na fórmula 18.

Há, no entanto, um efeito que será sempre difícil de reproduzir: a existência de vários fluxos de caixa em momentos diferentes, com custos de oportunidade diferentes e com possibilidade de capitalização dos fluxos de caixa diferentes para cada *trade*. Embora não seja trivial para o cálculo do retorno efetivo da estratégia, optou-se por não considerar o efeito dos diferentes fluxos de caixa, pois para o efeito final que se pretende demonstrar é negligenciável.

Não obstante a venda *short* de ações gerar liquidez passível de produzir juros, optou-se por ignorar esse efeito, pois por vezes é também exigida uma comissão pelo empréstimo de ações. Com exceção de alguns institucionais, nem sempre é possível captar o retorno máximo de uma taxa livre de risco sobre a liquidez obtida com as posições curtas. Também aqui, tal enviesamento não se mostra significativo para o que se pretende demonstrar.

A tabela 28 apresenta os ganhos de liquidez que se somam à taxa de retorno em excesso com o objetivo de a corrigir. Da referida tabela conclui-se que a média de ganhos de liquidez dos placebos é ligeiramente superior à das ações, o *holding period* médio é inferior e o número de

negócios executados é maior, o que evidencia um eventual sinal de eficiência por parte dos placebos.

**Tabela 28 Taxa de retorno em excesso das ações e placebos para escolhas superiores corrigido ao dinheiro em liquidez**

	Acções	Placebos		
[a]	Tx média de retorno em excesso	Tx média de retorno em excesso	Dif.	
[b]	Média do <i>holding period</i> médio	Média do <i>holding period</i> médio	Dif.	
[c]	Média do n.º de negócios executados	Média do n.º de negócios executados	Dif.	Observações
[d]	Média de ganhos de liquidez*	Média de ganhos de liquidez*	Dif.	
[e]=[a]+[d]	Tx média de retorno em excesso corrigida	Tx média de retorno em excesso corrigida	Dif.	
	[1]	[2]	[3]=[1]-[2]	[4]
	9.09%	14.98%	-5.89%	
	12.59	11.70	0.89	
<b>GLOBAL</b>	<b>18.36</b>	<b>18.86</b>	<b>-0.50</b>	<b>100</b>
	1.14%	1.21%	-0.07%	
	<b>10.23%</b>	<b>16.19%</b>	<b>-5.96%</b>	

\* A média de ganhos de liquidez foi calculada para cada par individualmente e não sobre as médias apresentadas

As diferenças observadas afastam desde logo a possibilidade de atribuir a escolha superior das ações ao "algoritmo" de emparelhamento, pois ações do mesmo setor emparelhadas aleatoriamente tiveram melhores resultados.

#### 6.5. Comparação entre ações e placebos para escolhas superiores

O teste paramétrico *t*-Student serve para testar se as médias dos dois grupos ações vs. placebos são significativamente diferentes. Conforme já foi referido, este teste requer que as duas amostras tenham sido obtidas aleatoriamente de duas populações independentes e que as variáveis dependentes possuam distribuição normal e variâncias homogéneas. Note-se que se as variâncias não forem homogéneas, deve considerar-se a aproximação ao *t*-Student de Welch. Como o emparelhamento dos pares é feito usando critérios diferentes (os pares de ações foram emparelhados recorrendo a determinados testes e os placebos aleatoriamente), pode-se considerar as populações independentes, visto os dois grupos serem constituídos por unidades experimentais distintas.

Em seguida apresentam-se os resultados da avaliação das condições de aplicação do teste *t*-Student.

#### 6.5.1. Verificação dos pressupostos

Conforme referido nos capítulos anteriores, o teorema do limite central (TLC) é aplicável quando a dimensão das amostras é superior ou igual a 30 (ditas amostras de dimensão elevada). Tal dispensa o estudo da distribuição das populações de onde foram retiradas as amostras, pois as amostras em estudo (mesmo considerando apenas as escolhas superiores) têm uma dimensão superior a 30. No entanto, é necessário avaliar a homogeneidade de variâncias (cfr. tabela 29).

**Tabela 29 Teste de Levene para a igualdade de variâncias – ações e placebos, escolhas superiores – Global**

	<i>F</i>	<i>p</i>
Taxa de retorno anualizada	.021	.884
Taxa máxima de <i>drawdown</i>	.004	.948
Rácio de Sharpe	.103	.749
<i>Holding period</i> médio	.012	.912
Diferença perdas consecutivas	.128	.721
Total de <i>Trades</i>	.368	.535

Sendo o *valor p* superior a 5% em todos os casos, conclui-se que as variâncias são homogêneas e assim a estatística de teste a utilizar para o teste de *t*-Student é a que assume as variâncias iguais.

#### 6.5.2. Avaliação das diferenças entre os grupos

As escolhas superiores, determinadas pelo terceiro quartil das taxas de retorno anualizadas para o conjunto de pares em análise e para a totalidade do período em estudo (2005 a 2010), encontram-se representadas na tabela 30.

Tabela 30 Teste *t* para amostras independentes – ações e placebos, escolhas superiores - Global

	Grupos		Diferença Médias	<i>t</i>	<i>p</i>
	Placebos (n=50)	Ações (n=50)			
	[a]	[b]	[c]=[b]-[a]		
Taxa de retorno anualizada	.1800 ± .1003	.1209 ± .1249	-.0591	2.610	.010
Taxa máxima de <i>drawdown</i>	.0984 ± .0723	.0874 ± .6559	-.0110	.795	.429
Rácio de Sharpe	5.9788 ± 5.2377	4.2506 ± 4.5077	-1.7282	1.768	.080
<i> Holding period </i> médio	11.6998 ± 2.5599	12.5949 ± 2.5901	.8951	-1.738	.085
Diferença perdas consecutivas	-3.5400 ± .7620	-3.5600 ± .8370	-.0200	.1250	.901
Total Trades	37.7200 ± 9.5530	36.7200 ± 8.1490	-1.0000	.5630	.575

Nota: o *p* apresentado é bilateral.

Observou-se que:

a) A média das taxas de retorno anualizadas dos placebos é maior que a das ações (0.1798 versus 0.1209), facto evidenciado pelo sinal negativo da estatística de teste. Como o valor *p* ( $p_{bilateral} = 0.010$ ), relativo à hipótese nula da diferença das taxas médias de retorno anualizadas dos placebos e das ações é igual a 0 ( $H_0: \mu_p - \mu_A = 0$ ), conclui-se pela rejeição da hipótese de igualdade das médias populacionais. Assim, é possível afirmar que a carteira de placebos e a carteira de ações têm taxas médias de retorno anualizadas significativamente diferentes.

b) A média das taxas máximas de *drawdown* dos placebos (0.0984) é maior que a das ações (0.0874), facto evidenciado pelo sinal positivo da estatística de teste. Apesar das diferenças observadas, a análise estatística inferencial não permite concluir que a carteira de placebos e a carteira de ações têm médias de taxas máximas de *drawdown* significativamente diferentes (valor  $p = 0.429$ ).

c) As ações revelaram um rácio de Sharpe médio igual a 4.25, enquanto os placebos foi 5.98. De acordo com o teste *t*-Student é possível afirmar ao nível de 5% que os placebos apresentam um valor médio do rácio de Sharpe significativamente superior ao das ações (valor  $p_{unilateral} = 0.040$ ).

d) A média do *holding period* médio dos placebos é menor que a das ações (11.70 versus 12.60) facto evidenciado pelo sinal negativo da estatística de teste. A análise estatística inferencial permite concluir que a carteira de placebos tem uma média de *holding period* significativamente inferior à das ações (valor  $p_{unilateral} = 0.043$ ).

e) A média da diferença das perdas consecutivas estimadas e registadas dos placebos é maior que a das ações (-3.54 versus -3.56). Apesar das diferenças observadas, a análise estatística inferencial não permite concluir que a carteira de placebos e a carteira de ações têm médias da diferença das perdas consecutivas significativamente diferentes (valor  $p = 0.901$ ).

f) A média do total de *trades* dos placebos é maior que a das ações (37.72 versus 36.72), facto evidenciado pelo sinal negativo da estatística de teste. Apesar das diferenças observadas, a análise estatística inferencial não permite concluir que a carteira de placebos e a carteira de ações têm valores médios do total de *trades* significativamente diferentes (valor  $p = 0.575$ ).

Para o global (2005 a 20010) das escolhas superiores de ações e placebos verifica-se que as variáveis descritas apresentam médias significativamente diferentes, com a exceção da taxa média máxima de *drawdown*, da média da diferença das perdas consecutivas estimadas e registadas e do total de *trades*. É relevante a taxa média de retorno anualizada e o rácio de Sharpe que apresentam médias significativamente diferentes, permitindo concluir que:

1) O emparelhamento das ações usando o método descrito não garante uma escolha superior dos pares, quando comparado com um emparelhamento aleatório – placebos, pois os placebos apresentam taxas médias de retorno anualizadas e rácio de Sharpe melhores.

2) Os retornos e o rácio de Sharpe superiores são acompanhados por maior número de *trades* e menor *holding period*, tanto nas escolhas superiores agora observados, como para a amostra global incluindo todas as escolhas.

Perante isto, torna-se útil descobrir o que pode estar na origem das diferenças verificadas, nomeadamente ao nível das taxas de retorno anualizadas, visto as mesmas serem acompanhadas do risco adequado à sua grandeza, quando comparadas com as restantes, conforme medido pelo rácio de Sharpe que também aumenta. Caso as taxas de retorno estivessem a ser superiores devido à tomada de risco muito maior e desacompanhada de um retorno adequado, então o rácio de Sharpe diminuiria face aos casos restantes e a taxa de retorno seria inferior.

#### 6.6. Escolhas superiores dos ETF vs. ações vs. placebos

Comparando os ETF com as ações e os placebos, da tabela 31 conclui-se respetivamente que a taxa de retorno em excesso é 9.26% e 15.15% inferior e que o rácio de Sharpe é 3.71 e 5.44 inferior. A tendência central dos retornos dada pela mediana dos ETF é também bastante inferior à registada pelas ações e pelos placebos.

Observa-se ainda que a taxa de retorno em excesso é negativa, ao contrário do que acontece com as ações e placebos, onde a mesma é positiva e elevada.

**Tabela 31 Taxa de retorno em excesso dos ETF, ações e placebos para escolhas superiores - Global.**

	<b>Ações</b>	<b>Placebos</b>	<b>ETF</b>		
[a]	Tx média de retorno 3º Quartil	Tx média de retorno 3º Quartil	Tx média de retorno 3º Quartil	Dif.	Dif.
[b]	3º Quartil	3º Quartil	3º Quartil	Dif.	Dif.
[c]	Mediana	Mediana	Mediana	Dif.	Dif.
[d]	Média do rácio de Sharpe	Média do rácio de Sharpe	Média do rácio de Sharpe	Dif.	Dif.
[e]= [a] - [3.00%]	Tx média de retorno em excesso	Tx média de retorno em excesso	Tx média de retorno em excesso	Dif.	Dif.
[c]	N.º de retornos negativos	N.º de retornos negativos	N.º de retornos negativos	Dif.	Dif.
	[1]	[2]	[3]	[4]=[1]-[3]	[5]=[2]-[3]
	12.09%	17.98%	2.83%	9.26%	15.15%
	2.87%	6.92%	1.07%	1.80%	5.85%
<b>GLOBAL</b>	6.50%	14.97%	2.05%	4.45%	12.92%
	4.25	5.98	0.54	3.71	5.44
	9.09%	14.98%	-0.17%	9.26%	15.15%
	2	0	10	-8	-10

Nota: N.º de Retornos Negativos refere-se ao número de casos em que a Taxa Retorno em Excesso é negativa

No entanto, conforme se observa na tabela 32, a taxa média máxima de *drawdown* dos ETF (2.07%) é muito inferior à registada nas ações (8.74%) e nos placebos (9.82%), podendo significar que nos ETF é tomado menos risco (não obstante o menor rácio de Sharpe acima

verificado) sacrificando o retorno. A diferença entre o número de perdas consecutivas observadas e o número de perdas consecutivas estimadas é maior em termos de valor absoluto nos ETF do que nas ações e nos placebos.

**Tabela 32 Taxa média máxima de *drawdown* das ações e placebos para escolhas superiores -Global**

	Acções	Placebos	ETF	Dif.	Dif.
[a]	Tx média de <i>drawdown</i> 3º Quartil	Tx média de <i>drawdown</i> 3º Quartil	Tx média de <i>drawdown</i> 3º Quartil	Dif.	Dif.
[b]	Diferença perdas consecutivas	Diferença perdas consecutivas	Diferença perdas consecutivas	Dif.	Dif.
	[1]	[2]	[3]	[4]=[1]-[3]	[5]=[2]-[3]
<b>GLOBAL</b>	8.74%	9.82%	2.07%	6.67%	7.75%
	-3.56	-3.54	-3.87	0.31	0.33

A tabela 33 completa a tabela 28 (com a informação referente aos ETF), à qual se soma a taxa de retorno em excesso com o objetivo de a corrigir. Desta tabela conclui-se que a média de ganhos de liquidez dos ETF é ligeiramente superior à das ações e à dos placebos, isto porque o *holding period* médio é inferior e o número de negócios executados é pouco maior que o registado nos placebos e nas ações. Tal sugere um eventual sinal de maior eficiência por parte dos ETF em comparação com as ações e com os placebos.

**Tabela 33 Taxa de retorno em excesso dos ETF, ações e placebos para escolhas superiores corrigida ao dinheiro em liquidez - Global**

	Acções	Placebos	ETF	Dif.	Dif.
[a]	Tx média de retorno em excesso	Tx média de retorno em excesso	Tx média de retorno em excesso	Dif.	Dif.
[b]	Média do <i>holding period</i> médio	Média do <i>holding period</i> médio	Média do <i>holding period</i> médio	Dif.	Dif.
[c]	Média n.º de negócios executados	Média n.º de negócios executados	Média n.º de negócios executados	Dif.	Dif.
[d]	Média de ganhos de liquidez*	Média de ganhos de liquidez*	Média de ganhos de liquidez*	Dif.	Dif.
[e]=[a]+[d]	Tx média de retorno em excesso corrigida	Tx média de retorno em excesso corrigida	Tx média de retorno em excesso corrigida	Dif.	Dif.
	[1]	[2]	[3]	[4]=[1]-[3]	[5]=[2]-[3]
	9.09%	14.98%	-0.17%	9.26%	15.15%
	12.59	11.70	11.61	0.98	0.09
<b>GLOBAL</b>	18.36	18.86	20.33	-1.97	-1.47
	1.14%	1.21%	1.23%	-0.09%	-0.02%
	10.23%	16.19%	1.06%	9.17%	15.13%

\* A média de ganhos de liquidez foi calculada para cada para individualmente e não sobre as médias apresentadas

Perante os resultados na tabela 33, levanta-se a hipótese dos ETF não apresentarem retornos anormais acima do que seria uma taxa livre de risco, pois a taxa de retorno em excesso é marginalmente negativa (após comissões e *slippage*), apesar de serem aparentemente mais eficientes, e com menor risco de *drawdown*.

Dado que o emparelhamento não gozou de nenhuma escolha superior (o mesmo método foi aplicado nas ações), levanta-se a hipótese das diferenças em questão serem atribuíveis ao produto em si. Ou seja, o facto de ser um ETF sobre índices (que poderá ter determinadas características que interferem na performance da estratégia – menor retorno, menor *drawdown* e maior eficiência quando comparado com as ações e placebos) poderá justificar as diferenças observadas.

## 6.7. Comparação entre ETF, ações e placebos

### 6.7.1. Verificação dos pressupostos (ETF, ações e placebos) – Escolhas superiores

A aplicação do teste *t*-Student exige a normalidade das populações subjacentes às amostras. Como a amostra de ETF tem dimensão inferior a 30 ( $n = 15$ ), não é possível invocar o TCL. A avaliação da normalidade da população de ETF foi feita usando o teste de Shapiro Wilk, cujos resultados se apresentam na tabela 34.

**Tabela 34 Teste de Shapiro Wilk – ETF para escolhas superiores**

	Estatística	<i>df</i>	<i>p</i>
Taxa de retorno anualizada	.852	15	.018
Taxa máxima de <i>drawdown</i>	.906	15	.118
Rácio de Sharpe	.725	15	.000
<i> Holding period </i> médio	.847	15	.016
Diferença perdas consecutivas	.868	15	.031
Total de <i> Trades </i>	.781	15	.020

Nota: Para os valores .000 entenda-se como  $p < 0.01$

Com exceção da taxa máxima de *drawdown*, a hipótese de normalidade da distribuição subjacente à amostra é rejeitada (cf. tabela 34).

Face à rejeição da normalidade das variáveis assinaladas no grupo dos ETF, utilizou-se, para essas variáveis, a variante não paramétrica do teste *t*-Student para amostras independentes, nomeadamente o teste de Wilcoxon para comparar o grupo dos ETF com os

grupos das ações e dos placebos. O teste *t*-Student foi utilizado apenas para a taxa máxima de *drawdown*.

Antes da execução do teste *t*-Student para comparar o grupo dos ETF com os grupos das ações e dos placebos, é necessário avaliar a homogeneidade de variâncias (cf. tabelas 35 e 36).

**Tabela 35 Teste de Levene para a igualdade de variâncias – ETF – ações – Taxa máxima de *drawdown* – escolhas superiores**

	<i>F</i>	<i>p</i>
Taxa máxima de <i>drawdown</i>	12.637	.001

**Tabela 36 Teste de Levene para a igualdade de variâncias – ETF – placebos – Taxa máxima de *drawdown* – escolhas superiores**

	<i>F</i>	<i>p</i>
Taxa máxima de <i>drawdown</i>	8.751	.004

Tanto nos ETF - ações como nos ETF - placebos, o valor *p* do teste de Levene conduz à rejeição da hipótese de igualdade de variâncias para a variável em teste. Nestes casos, foi necessário considerar a aproximação ao *t*-Student de Welch.

## 6.7.2 Avaliação das diferenças entre os grupos

### 6.7.2.1. ETF *versus* ações – Escolhas superiores

A tabela seguinte mostra os resultados da aplicação do teste *t*-Student para a comparação das carteiras de ETF e ações no que respeita à taxa máxima de *drawdown*.

**Tabela 37 Teste *t* para a igualdade de médias – ETF *versus* ações – Escolhas superiores**

	Grupos		Diferença Médias	<i>t</i>	<i>p</i>
	ETF ( <i>n</i> =15)	Acções ( <i>n</i> =50)			
	[a]	[b]			
Taxa máxima de <i>drawdown</i>	.0207 ± .0120	.0874 ± .0656	.0667	-6.83	.000

Nota: o *p* apresentado é bilateral.

A média da taxa máxima de *drawdown* dos ETF é menor que a das ações (0.0207 versus 0.0874), facto evidenciado pelo sinal negativo da estatística de teste. De acordo com o teste *t*-Student, as diferenças observadas entre as taxas máximas de *drawdown* dos dois grupos são estatisticamente significativas (valor  $p < 0.001$ ).

A tabela 37 mostra os resultados da aplicação do teste de Wilcoxon para a comparação das carteiras de ETF e ações no que respeita às variáveis taxa de retorno anualizada, rácio de Sharpe, *holding period* médio, diferenças perdas consecutivas e total de *trades*.

**Tabela 38 Teste de Wilcoxon – ETF versus ações – Escolhas superiores**

	Grupos		<i>W</i>	<i>p</i>
	ETF ( <i>n</i> =15)	Acções ( <i>n</i> =50)		
	Média das Ordens	Média das Ordens		
Taxa de retorno anualizada	12.87	39.04	193.000	.000
Rácio de Sharpe	18.53	37.34	278.000	.001
<i>Holding period</i> médio	33.30	32.91	1645.500	.944
Diferença perdas consecutivas	27.83	34.55	417.500	.192
Total <i>Trades</i>	34.67	32.50	1625.000	.696

Nota: o  $p$  apresentado é bilateral.

Da análise da tabela 38 conclui-se que:

- a) Os ETF apresentaram taxas de retorno anualizadas menores que as das ações (médias das ordens: 12.87 versus 39.04), sendo as diferenças observadas estatisticamente significativas ( $W = 193.000$ ;  $p_{bilateral} < 0.001$ ).
- b) Os ETF apresentam menor rácio de Sharpe que o das ações (médias das ordens: 18.53 versus 37.34) e as diferenças observadas foram estatisticamente significativas ( $W = 278.000$ ;  $p_{bilateral} = 0.001$ ).
- c) No que respeita às restantes variáveis, *holding period*, diferença entre as perdas consecutivas e total de *trades*, os ETF revelaram médias de ordens superiores às observadas no

grupo das ações, com exceção da diferença entre as perdas consecutivas em que se verifica o contrário. No entanto as diferenças observadas entre os grupos não se revelaram estatisticamente significativas ( $p_{bilateral} > 0.05$  em todos os casos).

#### 6.7.2.2. ETF versus placebos – Escolhas superiores

A tabela 39 mostra os resultados da aplicação do teste  $t$ -Student para a comparação das carteiras de ETF e placebos no que respeita à taxa máxima de *drawdown*.

**Tabela 39 Teste  $t$  para a igualdade de variâncias – ETF – placebos – Taxa máxima de *drawdown* – Escolhas superiores**

	Grupos		Diferença Médias	$t$	$p$
	ETF ( $n=15$ )	Placebos ( $n=50$ )			
	[a]	[b]			
Taxa máxima de <i>drawdown</i>	2.068 ± 1.20067	9.8232 ± 7.23008	7.7552	-7.258	.000

Nota: Taxa máxima de *drawdown* em percentagem. O  $p$  apresentado é bilateral.

A média da taxa máxima de *drawdown* dos ETF é menor comparativamente com a dos placebos (2.068 versus 9.8232), facto evidenciado pelo sinal negativo da estatística de teste. De acordo com o teste  $t$ -Student, as diferenças observadas entre as taxas máximas de *drawdown* dos dois grupos são estatisticamente significativas (valor  $p < 0.001$ ).

A tabela 40 mostra os resultados da aplicação do teste de Wilcoxon para a comparação das carteiras de ETF e placebos no que respeita às variáveis taxa de retorno anualizada, rácio de Sharpe, *holding period* médio, diferenças perdas consecutivas e total de *trades*.

Tabela 40 Teste de Wilcoxon – ETF versus placebos – Escolhas superiores

	Grupos		W	p
	ETF (n=15)	Placebos (n=50)		
	Média das Ordens	Média das Ordens		
Taxa de retorno anualizada	8.00	40.50	120.000	.000
Rácio de Sharpe	15.77	38.17	236.500	.000
<i> Holding period </i> médio	38.07	31.48	1574.000	.237
Diferença perdas consecutivas	26.57	34.93	385.500	.105
Total <i> Trades </i>	32.70	33.09	480.500	.944

Nota: o *p* apresentado é bilateral.

Da análise da tabela 40 conclui-se que:

a) Os ETF apresentaram taxas de retorno anualizadas menores que as dos placebos (médias das ordens: 8.00 versus 40.50), sendo as diferenças observadas estatisticamente significativas ( $W = 120.000$ ;  $p_{bilateral} < 0.000$ ).

b) Relativamente ao rácio de Sharpe, os ETF apresentam menores rácios que os dos placebos (médias das ordens: 15.77 versus 38.17). As diferenças observadas foram estatisticamente significativas ( $W = 236.500$ ;  $p_{bilateral} < 0.001$ ).

c) Os ETF apresentaram *holding period* médios superiores quando comparados com os placebos (médias das ordens: 38.07 versus 31.48). No entanto, as diferenças observadas não se revelaram estatisticamente significativas ( $W = 1574.000$ ;  $p_{bilateral} = 0.237$ ).

d) No que respeita às variáveis total de *trades* e diferença entre perdas consecutivas, os ETF revelaram médias de ordens inferiores às observadas no grupo dos placebos. No entanto, as diferenças observadas entre os grupos não se revelaram estatisticamente significativas ( $p_{bilateral} > 0.05$  em todos os casos).

## 6.8. Síntese do capítulo 6.

Para avaliar se uma escolha superior nas ações, placebos e ETF apresentava diferenças, procedeu-se ao emparelhamento dos pares a negociar considerando os melhores retornos (terceiro quartil) das ações, placebos e ETF.

Conclui-se que os ETF apresentam taxas de retorno anualizadas menores que as das ações e as dos placebos, sendo as diferenças observadas estatisticamente significativas. Também o rácio de Sharpe e a taxa máxima de *drawdown* é inferior nos ETF que nas ações e nos placebos. Conjugado com as taxas de retorno anualizadas observadas, isso leva a supor que existe algum tipo de influência, fricção ou risco nas ações e placebos não observável pelas métricas normais de risco a justificar esses retornos anormais. Ressalva-se que a taxa máxima de *drawdown* aponta para um menor risco dos ETF, mas por si só é insuficiente para o confirmar. Assim, importa analisar esta possibilidade no capítulo seguinte e tirar as devidas conclusões.

Por outro lado, sublinha-se que as variáveis *holding period*, diferença entre perdas consecutivas e total de *trades* não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os ETF e as ações ou entre os ETF e os placebos.

No capítulo tentar-se-á perceber a causa da diferença dos retornos das escolhas superiores. Para esse fim, começar-se-á por avaliar o risco da estratégia associado ao risco/movimento do mercado, utilizando para o efeito os quatro fatores de Fama-French-Charhat como potenciais preditores dos retornos obtidos no *pairs trading*, usando um modelo de regressão linear múltipla.

Por fim, aferir-se-á se essas diferenças podem antes ser justificadas por diferentes equilíbrios entre *uninformed traders* e *informed traders*.

## Capítulo 7 – Explicação das diferenças entre os retornos nas escolhas superiores

De acordo com as conclusões obtidas nos capítulos 5 e 6, os retornos dos ETF e das ações não diferem significativamente para a amostra global, mas diferem para as escolhas superiores. Neste capítulo pretende-se explicar as diferenças significativas observadas entre os retornos nas escolhas superiores.

### 7.1. Risco sistemático do excesso de retorno da estratégia de *pairs trading*

A fim de verificar se os retornos registados são explicáveis pelo risco sistemático (risco do mercado) e/ou movimento do mercado, aplicar-se-a o modelo de três fatores de Fama & French (1993) aumentado do fator adicional *Momentum* de Carhart (1997).

#### 7.1.1. Três fatores de Fama & French

O primeiro fator ( $R_m - R_f$ ) é obtido pela média ponderada do retorno em excesso do mercado (ou seja o prémio de risco do mercado, face a uma taxa livre de risco). Os dados foram retirados diretamente da página de Internet de French<sup>16</sup>. Conforme o autor indica, os valores deste fator são obtidos considerando uma média ponderada dos retornos em todo o NYSE, AMEX e Nasdaq menos a taxa livre de risco representada pela taxa das *treasury bills* a um mês. Este fator representa o prémio de risco de mercado.

O segundo fator (*SMB*) é obtido pela média do retorno de três pequenos portfólios menos a média do retorno de três grandes portfólios. Os dados foram retirados diretamente da página supramencionada e, conforme o autor indica, são calculados considerando o valor ponderado dos retornos em todo o NYSE, AMEX e Nasdaq menos a taxa livre de risco representada pela taxa das *treasury bills* a um mês. Este fator representa o prémio de risco associado a ações com pequena capitalização de mercado.

---

<sup>16</sup> Acedido em 18 de junho de 2013, em: [http://mba.tuck.dartmouth.edu/pages/faculty/ken.french/data\\_library.html](http://mba.tuck.dartmouth.edu/pages/faculty/ken.french/data_library.html)

O terceiro fator (*HML*) é obtido pela média do retorno de dois portfólios assente em estratégias de valor (50% de ações com o maior rácio *Book-to-Market*) menos a média do retorno de dois portfólios assente em estratégias de crescimento (50% de ações com o menor rácio *Book-to-Market*). Os dados foram retirados diretamente da página supramencionada. Conforme o autor indica, são calculados considerando o valor ponderado dos retornos em todo o NYSE, AMEX e Nasdaq menos a taxa livre de risco representada pela taxa das *treasury bills* a um mês.

Este fator representa o prémio de risco associado a ações com valor (com maior rácio *Book-to-Market*).

#### 7.1.2. Movimento do mercado

De forma a verificar se os retornos da estratégia de *pairs trading* estão correlacionados com o movimento de mercado utiliza-se o fator Momentum de acordo com Carhart (1997), como uma extensão do modelo de três fatores de Fama & French.

Este quarto fator (*MOM*) é obtido considerando os ativos que tenham tido retornos elevados nos últimos 2 a 12 meses menos os que tiverem piores retornos no período homólogo. Os dados foram retirados diretamente da página de Internet de French. Conforme o autor indica, são calculados considerando a média nos últimos 2 a 12 meses dos retornos de dois portfólios com retornos elevados menos a média dos retornos de dois portfólios com retornos fracos. Os portfólios foram considerados incluindo os retornos em ações da NYSE, AMEX e Nasdaq que tenham histórico de dados para o período em análise.

#### 7.1.3. Análise de regressão linear múltipla aos quatro fatores de Fama-French-Carhart

De forma a verificar se a estratégia está associada ao risco/movimento do mercado, os quatro fatores de Fama-French-Charhat acima descritos foram considerados como potenciais preditores dos retornos obtidos no *pairs trading* num modelo de regressão linear múltipla. A análise de regressão múltipla é feita para os retornos das ações e para os retornos dos ETF individualmente, assim como para o conjunto dos dois (ações e ETF).

**Tabela 41 Análise de regressão linear múltipla dos retornos dos pares para os quatro fatores de Fama-French-Carhart - Global**

<b>Performance dos pares (<i>Pairs Trading</i>)</b>	<b>Acções (n=197)</b>	<b>ETF (n=56)</b>	<b>Acções &amp; ETF (n=253)</b>
Retornos	-.144 ± .116	-.001 ± .027	-.014 ± .116
Mercado (Rm-Rf)	.045 ± .197	.004 ± .225	.045 ± .197
SMB	.018 ± .522	.016 ± .050	.018 ± .522
HML	.034 ± .088	.030 ± .080	.034 ± .088
MOM	.104 ± .373	-.761 ± .384	-.104 ± .373
<b>Modelo quatro fatores de Fama-French-Carhart</b>			
Alfa (intercepto)	-2.414	-.098	-2.451
	<i>.017</i>	<i>.922</i>	<i>.015</i>
Mercado (Rm-Rf)	-.21	.95	.048
	<i>.983</i>	<i>.347</i>	<i>.962</i>
SMB	.878	1.184	.986
	<i>.381</i>	<i>.242</i>	<i>.325</i>
HML	.962	-.465	.952
	<i>.337</i>	<i>.644</i>	<i>.342</i>
MOM	.216	1.172	.329
	<i>.83</i>	<i>.247</i>	<i>.742</i>
R <sup>2</sup>	.028	.04	.025

Valores em itálico correspondem ao valor *p*.

Desta tabela constata-se que os quatro fatores não têm influência significativa nas taxas de retorno, tanto para as ações, como para os ETF. Nem mesmo para o conjunto dos dois, o que já era esperado, pois a estratégia de *pairs trading* é supostamente mercado neutral.

Verifica-se então que a amostra global capta a característica de mercado neutral esperada para a estratégia. Importa agora verificar se tal se mantém para as escolhas superiores, onde as diferenças encontradas entre os retornos das ações e ETF mostraram-se significativas.

**Tabela 42 Análise de regressão linear múltipla dos retornos dos pares para os quatro fatores de Fama-French-Carhart - Escolhas superiores**

<b>Performance dos pares (<i>Pairs Trading</i>)</b>	<b>Acções (n=50)</b>	<b>ETF (n=15)</b>	<b>Acções &amp; ETF (n=65)</b>
Retornos	.79 ± .017	.026 ± .006	.097 ± .017
Mercado (Rm-Rf)	.247 ± .114	.019 ± .057	.379 ± .114
SMB	.660 ± .502	.191 ± .298	.749 ± .502
HML	.008 ± .227	.010 ± .136	.000 ± .227
MOM	.003 ± .100	-.022 ± .062	-.016 ± .100
<b>Modelo quatro fatores de Fama-French-Carhart</b>			
Alfa (intercepto)	5.216	4.242	5.782
	.000	.002	.000
Mercado (Rm-Rf)	-2.340	-.329	-3.319
	.022	.750	.002
SMB	1.359	.643	1.492
	.178	.536	.141
HML	.037	-.073	-.001
	.970	.943	.999
MOM	.031	.358	-.164
	.976	.728	.870
R <sup>2</sup>	.235	.313	.367

Valores a itálico correspondem ao valor *p*.

Para os ETF nas escolhas superiores verifica-se o mesmo que se verificou para a amostra global, ou seja, os quatro fatores não têm influência significativa nos retornos da estratégia.

Já para as ações, o fator  $Rm - Rf$  (risco sistemático) revelou-se um preditor significativo dos retornos da estratégia, ou seja, o risco do mercado responde em parte pelos retornos das ações da estratégia de *pairs trading* para as escolhas superiores. O mesmo se concluiu para o conjunto de ações e ETF.

Ainda na tentativa de encontrar a explicação para as referidas diferenças entre os retornos das ações e dos ETF para as escolhas superiores e procurando também explicar o porquê do risco do mercado influenciar (apenas) os retornos das primeiras, quando a estratégia deveria ser

mercado neutral, vamos tentar perceber se existe algum risco escondido, alguma fricção, e/ou ineficiência que justifiquem tais retornos. Para tal, tentar-se-á perceber a presença de *uninformed traders* sobre os retornos e em que medida podem contribuir para as referidas diferenças, via originação de riscos escondidos, fricções, e/ou ineficiência no mercado.

## 7.2. *Informed traders vs uninformed traders*

No mercado geralmente existem três tipos de *traders*: *risk neutral informed traders*, *uninformed traders* e *risk neutral market makers* (Kaniel & Liu, 2016), caracterizados da seguinte forma:

Os *informed traders* têm mais e melhor informação (Kyle, 1985 e na abundante literatura) e reagem mais rapidamente à informação tornada pública (Foucault, Hombert & Rosu, 2012).

Os *uninformed traders* apenas seguem o fluxo de ordem do mercado (daí também serem designados "*liquidity traders*"), procurando retirar do preço a informação para negociar (Foucault, Hombert & Rosu, 2012).

Os *market makers* observam o agregado do *order flow* (Foucault, Hombert & Rosu, 2012). Estes têm uma expectativa de lucro zero, em que o preço é igual à expectativa de valor (Martinez & Rosu, 2011).

Estes *traders* atuam da seguinte forma quando o negócio aparece:

Os *informed traders* sabem o justo valor  $V$  e por isso:

Quando  $V = \text{Alto}$ , então compram, se  $\text{ask}(\text{procura}) < V$ ,

Quando  $V = \text{Baixo}$ , então vendem, se  $\text{bid}(\text{oferta}) > V$ .

Os *uninformed traders* não sabem o valor de  $V$  e por isso:

Compram ou vendem com igual probabilidade.

O *market maker* apenas cota o *bid* e o *ask* tal que:

*Lucro esperado dado pelos uninformed*

$$+ \textit{perda esperada dada pelos informed} = 0$$

De acordo com Armstrong, Core, Taylor & Verrecchia (2011) e Akings, Ng & Verdi (2012), quanto menor for o número de *informed traders* presentes, menos agressivamente negociarão com base em informação privada<sup>17</sup>. Isso limita a informação que os *uninformed traders* dispõem para aprender com o preço, diminuindo a precisão da informação nela baseada e aumentando o risco tomado pelos *uninformed traders* e conseqüentemente o custo do capital. Eventualmente estes fatores levam a que o *beta* e volatilidade da ação sejam também maiores.

A estratégia de *pairs trading* assenta na premissa de que o preço é uma fonte de informação relativamente precisa, pelo menos em termos de comparação entre dois ativos, pois só estando ambos com os preços corretos é que podem mover-se em consonância. Assim a estratégia beneficia de pequenas imprecisões de informação ou fricções momentâneas que fazem o preço divergir por pouco tempo, para depois tornar a convergir para a relação histórica. Nestas condições, parece indiscutível que quanto menor for o número de *informed traders*, menor será a precisão do preço, logo mais errático será o movimento de preços em termos relativos dos pares e menos eficaz será a estratégia por si só.

Dito de outra forma, é de esperar que o sucesso da estratégia em termos de risco/retorno dependa do nível de *informed traders* no mercado. Quanto mais *informed traders* estiverem presentes, mais eficaz será a convergência e a relação entre os pares. Eventualmente o retorno será menor e conseqüentemente menor o risco. Quanto maior for a presença de *uninformed traders*, mais fricção existirá em termos de preço, tomando a convergência mais incerta e difícil

---

<sup>17</sup> O modelo de Kyle (1985), que serve de pilar para a modelização teórica dos mercados com *informed traders*, é considerado apenas para um período, um ativo e onde existe um grupo de *risk neutral market-makers* que enfrentam apenas um *risk neutral informed trader* e um grupo de *uninformed traders*. No entanto, no mercado, existem múltiplos *informed traders*. Jong & Rindi (2009), num modelo para múltiplos *informed traders*, assumem que a estratégia de cada *informed trader* depende da procura dos outros *informed traders* e afirmam mesmo que quanto maior for o número de *informed traders*, menor será o valor da informação que cada um possui. Daqui poderá se retirar que quanto maior a presença de *informed traders*, menor será o retorno esperado para aquele ativo.

entre os pares, expondo eventualmente o negócio a maior risco e, conseqüentemente, a um eventual maior retorno em escolhas superiores.

#### 7.2.1. Identificação de informed traders no mercado de ETF

De acordo com Martinez & Rosu (2011) e sem grande oposição na literatura existente, os *market makers* ganham dos *uninformed traders* e perdem para os *informed traders*, pelo que a condição usual da expectativa de lucro zero para os *market makers* é satisfeita com a presença de poucos *noise traders* (*uninformed traders*) e de poucos *informed traders*.

Foucault *et al.* (2012) consideram que os *informed traders* recebem informação mais precisa e mais cedo que os *market makers*, daí pode-se concluir que os *market makers* perdem para os *informed traders* (e ganham dos *uninformed traders*).

Por sua vez, a condição usual da expectativa de lucro zero para os *market makers* num mercado eficiente é satisfeita num equilíbrio entre *uninformed traders* e *informed traders*, tal como defendem Martinez & Rosu (2011).

Pelo atrás exposto, assume-se que os ETF (em estudo) têm um correto equilíbrio entre *informed traders* e *uninformed traders* e que os últimos não provocam grande ruído no mercado, pois qualquer ruído e/ou assimetria provocaria uma oportunidade imediatamente tomada pelos *market makers* ou arbitragistas, forçando o preço para o valor correto. Qualquer flutuação do preço acima dos custos de transação e de oportunidade seria facilmente aproveitada, mesmo por *traders* menos informados, pois tratando-se de um ETF sobre índices, a arbitragem com o ativo subjacente ou outros representativos desse ativo é fácil e simples.

#### 7.2.2. Identificação de informed traders no mercado de Ações

O modelo de *probability of informed trading* (PIN) mede a assimetria de informação entre investidores e *traders* numa ação e foi introduzido por Easley, Kiefer, O'Hara & Paperman (1996) e Easley, Kiefer & O'Hara (1996, 1997).

O PIN é representado pela fórmula:

**Fórmula 20 Probability of informed trading**

$$PIN = \frac{\alpha\mu}{\alpha\mu + \varepsilon_b + \varepsilon_s}$$

Onde,  $\alpha\mu$  é a taxa de entrada de *informed trades*, e  $\varepsilon_b$  e  $\varepsilon_s$  a taxa de entrada de ordens de compra e venda provenientes dos *uninformed traders*. Assim,  $\alpha\mu + \varepsilon_b + \varepsilon_s$  é a taxa de entrada de todas as ordens, sendo o PIN o rácio entre o número de ordens provenientes dos *informed traders* e o número total de ordens. Dito de outra forma:

**Fórmula 21 Probability of informed trading - Trivial**

$$PIN = \frac{\text{número de ordens provenientes dos } \textit{informed traders}}{\text{número total de ordens}}$$

Easley, Hvidkjaer & O'Hara (2002) concluem que 10% de diferença entre duas ações, resulta em 2.5% de diferença nos retornos esperados, como prémio de risco da informação. Perante esta conclusão dos criadores, conclui-se que o PIN está já contemplado no modelo de três fatores de Fama & French ( $R_m - R_f$ ; *SMB*, *HML*) e Carhart's momentum (*MOM*) acima apresentados.

Por outro lado, o PIN apresenta um problema derivado do *high frequency trading* decorrente do facto de muitas das ordens iniciadas serem quebradas por algoritmos a procurar a melhor execução, pelo que mesmo os dados obtidos sobre os *trades* seriam sempre enviesados.

Por fim, a dificuldade de aceder a dados históricos das ordens *tick a tick*, aliada ao elevado volume de dados a processar, tornam tal abordagem incomportável, pelo que se opta por outra solução.

### 7.2.3. *Skew*

Constrangimentos ao *short selling* diminuem o número de *informed traders* por força da redução dos mecanismos de arbitragem disponíveis. A proibição de *short-selling* reduz igualmente a velocidade de ajustamento dos preços, nomeadamente perante notícias negativas (Diamond & Verrechia, 1987). Hasbrouck & Sofianos (1993) observaram também que a qualidade do mercado deteriora-se quando existem restrições ao *short-selling*.

Reed (2007) confirmou as observações de Diamond & Verrechia (1987) sobre a distribuição dos retornos no dia do anúncio serem mais inclinada à esquerda e dos retornos terem valores absolutos maiores, quando existem restrições ao *short-selling*. Concluiu ainda que a *skewness* da distribuição dos retornos é 0.228, quando é extraordinariamente caro *shortar* ações (decorrente de algum tipo de constrangimento) e 4.222 quando não existe esse custo extraordinariamente caro. Essa diferença é estatisticamente significativa ao nível de 1%. Por fim concluiu que quanto maior for o constrangimento ao *short selling*, mais inclinada à esquerda é a distribuição dos retornos com significância estatística ao nível de 5%.

Na análise em apreço, o fator *skew* é importante para analisar a possibilidade de ter havido distorções ou fricções criadas por medidas restritivas ou outros constrangimentos na negociação da ação, em particular com posições curtas (por ex., medidas regulatórias como a *up-tick rule* explicada no capítulo 2). Uma maior inclinação das distribuições dos retornos à esquerda indicia a presença desses constrangimentos e por conseguinte da ausência (ou diminuição) de *informed traders*.

Por outras palavras, a *skew* serve para analisar se eventuais constrangimentos, que por si só, têm impacto nos retornos, *drawdown* (risco) e rácio de Sharpe das ações, na medida em que representa fricções e enviesamentos na informação contida no preço, logo na eficiência da estratégia.

Para avaliar esses constrangimentos na estratégia de *pairs trading*, tomou-se a máxima *skew* anual, i.e. o valor máximo da *skew* registada em qualquer uma das *legs* que constituem o par durante o período em análise, ao longo de cinco anos.

A *skew* é uma função que mede a *skewness* de uma distribuição. A *skewness* caracteriza a medida de assimetria de dados da distribuição em torno da média. Uma *skewness* positiva indica uma distribuição com uma cauda assimétrica que se estende em direção a valores mais positivos. Uma *skewness* negativa indica uma distribuição com uma cauda assimétrica que se estende em direção a valores mais negativos.

A fórmula de cálculo da *skewness* no SPSS é a seguinte (Kerr, Hall & Kozub, 2002):

#### **Fórmula 22 Skewness**

$$Skewness = \frac{\sum z^3}{n}$$

onde *Z* refere-se à distância de cada contagem à média medida em unidades de desvio padrão e *n* o tamanho da amostra.

7.2.3.1. Diferença estatisticamente significativa entre os ETF e ações no que respeita à *skew*.

Pelas razões acima apresentadas, assume-se que os ETF têm presente na sua negociação um equilíbrio entre *informed traders* e *uninformed traders*, sendo que estes últimos acabam por atuar como os primeiros não perturbando o mercado, o que pode não acontecer necessariamente nas ações. Assim, admite-se que não existe ruído provocado pelos *uninformed traders* nos ETF, mas que pode existir (ou não) nas ações. Por isso é de esperar que a *skew* dos retornos das ações e ETF seja significativamente diferente em termos estatísticos.

Dado que a dimensão das amostras em análise é superior a 30 ( $n > 30$ ), o TLC dispensa o estudo da distribuição das populações todavia há que avaliar a homogeneidade de variâncias, socorrendo-se por exemplo do teste de Levene baseado na mediana.

**Tabela 43 Teste Levene para igualdade de variâncias – Máxima skew 2005-2010**

	<i>F</i>	<i>p</i>
Máxima skew	25.068	.000

Nota: Para os valores .000 entenda-se como  $p < 0.01$

O valor *p* obtido conduz à rejeição da hipótese de igualdade das variâncias, por isso testou-se também a correção de Welch na comparação dos dois grupos.

**Tabela 44 Teste *t* – Máxima skew 2005-2010**

	Grupos		Diferença das médias	<i>t</i>	<i>p</i>
	Acções ( <i>n</i> =197)	ETF ( <i>n</i> =56)			
	[a]	[b]	[c]=[b]-[a]		
Máxima Skew	.4339 ± .80516	.0114 ± .18901	-.4225	6.74	0

Nota: o *p* apresentado é bilateral.

A média da máxima skew das ações é substancialmente superior à da dos ETF (0.4339 versus 0.0114), facto igualmente evidenciado pelo sinal positivo da estatística de teste. Por outro lado, o valor *p* ( $p_{bilateral} < 0.001$ ) relativo à hipótese nula da diferença da máxima skew entre os retornos das ações e dos ETF é igual a 0 ( $H_0: \mu E - \mu A = 0$ ), conforme se conclui das diferenças observadas. Por conseguinte a análise estatística inferencial permite concluir que a carteira de ações e ETF têm máxima skew significativamente diferentes. Por fim, o valor  $p(p_{unilateral} < 0.001)$  é uma evidência estatística de que a máxima skew das ações é superior à dos ETF. Adicionalmente, as diferenças significativas na máxima skew das ações e ETF, pode ser o indício de alguma interferência, tal como restrições na negociação de ações (i.e. restrições de *short-selling*).

A estratégia de *pairs trading* pressupõe sempre a tomada de uma posição *short* num dos ativos (*leg*) do par em simultâneo com uma posição longa no outro. Por isso, um eventual constrangimento, seja regulatório, de custo ou de outra natureza, terá necessariamente impacto no resultado, funcionando como uma fricção à estratégia. Ao medir a existência de constrangimentos ao *short-selling*, a skew permite inferir de maneira indireta a maior ou menor presença de *informed traders*. Note-se que estes só estarão presentes quando faça sentido, i.e.

quando tenham mecanismos para aproveitar o *mispricing*, seja usando posições longas, seja usando posições *short*.

A presença de *skewness* positiva indica que os *traders* têm maior apetência para o jogo, preferindo portfólios mais concentrados, ações voláteis (tipo lotaria) e que negociam mais nessa classe de ações, conforme conclui Kumar & Page (2014). Tal indica a presença de *uninformed traders*. Isto significa que a máxima *skew* sobre os retornos (conforme acima apresentada) serve de variável ponderatória na variável "*informed traders*".

Os ETF são ativos menos apetecíveis para *traders* com maior apetência ao jogo, pelo que é esperado terem uma *skewness* mais à esquerda. Por conseguinte, para valores iguais ou inferiores a 0.228 atribui-se o valor 1 (elevados custos para tomar posições curtas) e para valores superiores o valor 0.

#### 7.2.4. *Slippage*

Conforme já mencionado no capítulo 3, o *bid-ask spread* é normalmente um custo a considerar e que representa o *cliente effect*. De acordo com Dias & Ferreira (2006), este pode ser calculado da seguinte forma:

#### Fórmula 23 Cálculo do *bid-ask spread*

$$BidAskSpread = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \frac{Ask_t - Bid_t}{Ask_t + Bid_t / 2}$$

onde o *Ask* é o melhor vendedor e o *Bid* o melhor comprador.

Segundo Bernstein & Damodaran (1998), que citam Tinic & West (1972), Stoll (1978) e Jegadeesh & Subrahmanyam (1993), assim como Choi & Subrahmanyam (1994), o *spread* entre o *bid* e o *ask* está correlacionado negativamente com o nível do preço, volume e presença de *market maker*, e correlacionado positivamente com a volatilidade, conforme referido no capítulo

3. Para Beteto (2002), o *spread* entre o *bid* e o *ask* é determinado, essencialmente, por três fatores:

1. O risco de manutenção do ativo que resulta das possíveis alterações de preço (*inventory risk*).
2. O custo de processamento que envolve as despesas administrativas e de sistema necessárias para executar as ordens.
3. A seleção adversa que envolve o risco de o *market maker* estar a atuar contra os *informed traders*.

Hanousek & Podpiera (2002) decompõem o *spread* entre o *bid* e o *ask* também nos mesmos três componentes: i) custos de processamento, em resultado dos custos que o *market maker* incorre para prestar serviços de *market-making*; ii) *inventory risk*, quando o *market maker* corre o risco de deter inventário não desejado quando está a fazer o preço de uma empresa; iii) seleção adversa, quando o *market maker* incorre no risco de negociar contra participantes detendo informação privada acerca do valor de um ativo (*informed traders*).

Importa salientar que a seleção adversa é uma componente do *bid* e do *ask*. Assim sendo, é de esperar que na presença de mais *informed traders* o *market maker* aumente o *spread* para cobrir o risco de perder para estes. Reciprocamente é de esperar que na presença de mais *uninformed traders* diminua o *spread*, já que a probabilidade de negociar contra uma parte melhor informada é menor. Por outro lado, a presença de *informed traders* torna o preço mais informativo.

Aliás, Kothare & Laux (1995) *apud* Bernstein & Damodaran (1998) encontraram evidências de aumento do *spread* entre o *bid* e o *ask* nas ações para as quais a atividade dos institucionais aumentou significativamente. Tal pode dever-se ao facto dos *market makers* perceberem que os investidores institucionais tendem a ser mais bem informados e com mais e melhor informação (*informed traders*), conforme Bernstein & Damodaram avançam em hipótese. Por sua vez,

Hasbrouck & Saar (2010) afirmam que quando a volatilidade aumenta, os *spreads* ampliam e que os *market makers* preferem retirar-se do mercado.

A volatilidade é geralmente o sintoma da presença de "*noise traders*" e por isso de maior assimetria informacional. Com efeito, por um lado temos maior *spread* entre o *bid* e o *ask* quando existe maior probabilidade de presença de *informed traders* (maior simetria informacional) e por outro lado maior *spread* entre o *bid* e o *ask* quando existe maior presença de *uninformed traders* (maior assimetria informacional). De facto, Lee *et al.* (1993) encontraram evidências de que os *market makers* aumentam o *spread* e diminuem a profundidade em momentos de grande assimetria informacional ou perante a possibilidade de negociar contra *informed traders* a fim de gerirem o risco de assimetria de informação.

No entanto, Martinez & Rosu (2011) retiram conclusões distintas, quando concluem que o facto dos preços terem mais informação faz com que os *market makers* coteem com menor *spread*. Ou seja, por um lado são dadas evidências que maior *spread* entre o *bid* e o *ask* pode advir da presença de *informed traders*, por outro lado pode resultar de maior presença de *uninformed traders* a criar ruído e conseqüente mais assimetria de informação.

Para despistar esse problema, há que considerar a volatilidade, pois estas representa a presença de "*noise traders*" e considerar que estamos a atuar num mercado com *market makers* ou equivalentes. Assim, quando a volatilidade for mais elevada e o *bid ask spread* maior, inferimos estar na presença de um desequilíbrio a favor dos *uninformed traders*. Quando a volatilidade for menos elevada e o *bid-ask spread* maior, inferimos estar na presença de um desequilíbrio a favor dos *informed traders*.

Dito de outra forma, se a volatilidade for menos elevada e o *bid-ask spread* for menor, inferimos estar na presença de um equilíbrio entre os *informed traders* e *uninformed traders*. Se a volatilidade for mais elevada e *bid* e o *ask spread* for menor, consideramos estar na presença de um equilíbrio entre os *informed traders* e *uninformed traders*.

Assim, uma forma de medir a eventual presença de *(un)informed traders* pode ser a partir dos custos de transação (calculados de acordo com o nosso modelo que capta o efeito do *bid-*

*ask spread*). Existe o risco de outros fatores poderem influenciar os custos de transação, nomeadamente a liquidez, nível de capitalização bolsista, preço, etc. No entanto, entende-se que esses riscos estão em parte mitigados, devido aos filtros utilizados na seleção de pares, já que tornam o portfólio de ações selecionadas bastante homogêneo relativamente a esses fatores.

Além destes custos temos também o *cost of illiquidity* que implica o *bid-ask spread* e o *price impact* (enquanto funções da liquidez do mercado), cf. capítulo 3. Para Kyle (1985), a liquidez do mercado refere-se aos vários elementos dos custos de transação, incluindo a escassez, profundidade e resiliência do mercado.

De acordo com Kaniel & Liu (2004), os *informed traders* preferem normalmente ordens limite. Além disso, o seu horizonte temporal de investimento é longo, o que lhes permite esperar por melhores preços, evitando ordens ao mercado. Já quando o seu horizonte temporal é curto tendem a lançar ordens ao mercado, empurrando-o na direção do *trading* informado. Por outras palavras, o *price impact* e o *cost of illiquidity* são duas variáveis a ter em consideração para aferir o número de (*un*)*informed traders* presentes.

Como já foi referido, cf. capítulo 3, o custo de *slippage* já incorpora todas essas variáveis, pois é a diferença entre o preço expectável e o de execução para um determinado negócio. Ou seja, a *slippage* inclui o custo de liquidez, o *bid-ask spread* e o *price impact*, assim como a própria eficiência do *broker* na execução da ordem, de forma a garantir que o preço "apanhado" é o realmente pretendido, o que é relevante no caso de mercados e ativos onde o preço se altera muito rapidamente.

Utilizamos a fórmula *Viana's slippage*, já anteriormente mencionada para explicar a forma de cálculo dos custos de transação nos *back-test* realizados.

#### Fórmula 24 *Viana's slippage*

$$Viana's\ slippage_{\tau} = \frac{\left| \frac{H-L}{2} - C \right|}{\frac{H-L}{2} + C} \cdot \frac{O}{V} \cdot E$$

A variável dos custos de *slippage* é representada pela diferença dos retornos sem e com custos de transação, incluindo os de *slippage*. Supondo as comissões de transações constantes (desprezando apenas efeitos inflacionistas durante o período em análise) e a inexistência de custos adicionais de *short-selling*, a diferença extraída explica corretamente a diferença dos custos de *slippage* entre as ações e os ETF.

Em suma, os custos de transação sobre os retornos servem de variável ponderatória na variável "*informed traders*". Admite-se, para efeitos de valor de corte, que os ETF não sofrem, na sua maioria, uma perturbação no preço provocada pelos *uninformed traders* que eventualmente os negociam. Tomando tal pressuposto, o valor de corte considerou-se o 1.º quartil dos valores de *slippage* dos ETF que foi 1.27%. Assim, para valores abaixo de 1.27% foi atribuído o valor 1 e 0 caso contrário.

#### 7.2.5. Volatilidade

Na literatura, a volatilidade dos ativos é frequentemente atribuída aos "*noise traders*". Exemplos: Martinez & Rosu (2011), Caskey, Hughes & Liu (2013), Kyle (1985), Back (1992), Back, Cao & Willard (2000) entre outros. Conforme defende Black (1986), a volatilidade é produzida pelos "*noise traders*" via "*trading* de ruído", i.e. através da negociação deste como se informação fosse.

Ao passo que Martinez & Rosu (2011), Kyle (1985), Back (1992) ou Back, Cao & Willard (2000) afirmam que os *informed traders* apenas contribuem para o desvio na mudança de preços. No entanto, na presença de notícias verifica-se o aumento da volatilidade, mesmo quando existe um equilíbrio entre *informed* e *uninformed traders*. Com efeito, tal observação é até bastante intuitiva, pois a presença de "*noise traders*" é o que permite lucrar com o *trading*, atraindo assim *informed traders* a negociar com base na informação privada que têm, escondendo os seus *trades* no ruído. Num mercado completamente eficiente sem a presença de *noise traders*, a informação de preço seria completamente reveladora de informação e ninguém estaria em melhor posição para lucrar.

Conforme já referido, cf. cap. VII § 3.1, Foucault *et al.* (2012) consideram que os *informed traders* recebem informação mais precisa mais cedo que os *market makers*, daí poder-se concluir que os *market makers* perdem para os *informed traders* (e ganham para os *uninformed traders*). Assim e como também já referido, a condição usual de expectativa de lucro zero para os *market makers* num mercado eficiente é satisfeita num equilíbrio entre *uninformed traders* e *informed traders*, conforme Martinez & Rosu (2011) defendem.

Com efeito, este é o caso típico dos ETF. Apesar de poderem estar presentes muitos *uninformed traders*, a possibilidade de arbitrar quase automaticamente com os respetivos ativos subjacentes, que no caso em concreto são na maioria índices sobre os quais também cotam futuros e produtos afins, permite, mesmo a um investidor pouco informado, perceber a divergência em causa de forma mais segura e assertiva, evitando criar ruído na negociação (a qual seria imediatamente arbitrada num mercado eficiente e sem constrangimentos). Dito de outra forma, os *uninformed traders* não são capazes de criar ruído neste mercado.

Perante isto, é de esperar que os ETF, onde é pressuposto existir um equilíbrio entre *uninformed traders* e *informed traders*, tenham menos volatilidade que as ações com mais *uninformed traders* (e eventualmente menos em ações com mais *informed traders*). Como a presença de *uninformed traders* deve ser maior que a de *informed traders* no agregado das ações, é de esperar que os ETF tenham menos volatilidade em comparação com o agregado das ações.

Por fim, na presença de um aumento de volatilidade, os *market makers* preferem retirar-se do mercado por completo (Hasbrouck & Saar, 2010), pelo que importa comparar a volatilidade entre as ações e os ETF.

Dado que a dimensão das amostras em análise é superior a 30 ( $n > 30$ ), dispensa-se o estudo da distribuição das populações de acordo com o TLC, porém há que avaliar a homogeneidade de variâncias socorrendo-se do teste de Levene baseado na mediana.

**Tabela 45 Teste Levene para igualdade de variâncias – Máxima volatilidade 2005-2010 – Global**

	F	p
Máxima volatilidade	2.280	.132

Na tabela 46 verifica-se que o valor  $p$  obtido conduz à não rejeição da hipótese de igualdade de variâncias, logo o pressuposto de homogeneidade de variâncias não é rejeitado.

**Tabela 46 Teste  $t$  – Máxima volatilidade 2005-2010 - Global**

	Grupos		Diferença das médias	t	p
	Acções (n=197)	ETF (n=56)			
	[a]	[b]	[c]=[b]-[a]		
Máxima volatilidade	32.6657 ± 22.52109	23.6523 ± 13.28726	-9.0134	2.855	0.005

Nota: o  $p$  apresentado é bilateral.

Conforme se observa na tabela 47 e já era esperado, a máxima volatilidade média das ações é maior que a dos ETF (32.6657 *versus* 23.6523), facto igualmente evidenciado pelo sinal positivo da estatística de teste. Por sua vez, a análise estatística inferencial permite concluir que a carteira de ações e a carteira de ETF têm máxima volatilidade médias significativamente diferentes, pois o valor  $p$  ( $p_{bilateral} = 0.005$ ), relativo à hipótese nula da diferença entre médias da máxima volatilidade entre as ações e os ETF é igual a 0 ( $H_0: \mu E - \mu A = 0$ ), conforme se conclui das diferenças observadas. Por fim, o valor  $p$  ( $p_{unilateral} = 0.005/2$ ) é uma evidência estatística de que a máxima volatilidade das ações é maior que a dos ETF.

Esta evidência estatística significativa vem corroborar a ideia de que os ETF têm a presença de *market makers* e maior equilíbrio entre *uninformed traders* e *informed traders*, sem que estes últimos criem ruído contrariamente às ações.

A volatilidade foi medida pelo desvio padrão dos retornos diários de cada *leg* (risco total). O desvio padrão dos retornos apresentados para cada ano é uma estimativa anualizada do desvio padrão dos retornos diários, durante o período observado (um ano).

Para efeitos de valor de corte, continua-se a admitir que os ETF não sofrem, na sua maioria, uma perturbação no preço provocada pelos *uninformed traders* que eventualmente os

negoceiem. Por isso, considera-se que a maioria dos ETF registrarão menor volatilidade, por conseguinte é adequado o uso do 3.º quartil.

Com o intuito de construir uma variável ponderatória da variável "*informed traders*" nas ações, toma-se o máximo das volatilidades máximas registadas nos pares de ações em estudo, atribuindo-se o valor 1 para volatilidades inferiores ao 3.º quartil registado nos ETF (39.20%) e 0, caso contrário.

#### 7.2.6. *Holding period*

O *holding period* é o intervalo de tempo que dura o investimento (entre a abertura e o fecho da posição do par) em determinada posição, sem existirem, durante esse período, compras ou vendas desses ativos dentro da estratégia de investimento que compreende esse par. Para a análise em questão, o *holding period* pode ser usado como um indicador intuitivo da relação (de eficiência) de determinado par, traduzido na velocidade com que as *legs* se tomam a aproximar depois de divergirem.

Quanto menor for o *holding period* médio de um par com retornos positivos, maior é a possibilidade de as ações que o constituem andarem mais próximas. Isso significa que o *trade* dos pares é fechado mais rapidamente do que em pares com *holding period* maior, o que só aconteceu, perante retornos positivos, porque ambas as *legs* se tornaram a aproximar. A exceção a esta demonstração de eficiência na convergência das *legs* do par acontece quando o *holding period* é menor devido ao fecho das posições por *stop loss*, o que significa que as *legs* divergem rapidamente para fora dos parâmetros estipulados. Tal pode significar uma errada calibração do modelo em termos de *risk management* ou na escolha dos pares. Esta exceção é verificada, se a esmagadora maioria dos *trades* for negativa e em sintonia com um *holding period* curto.

Já no *trading* de ações assente em outras estratégias e com intervenção humana, Atkins & Dyel (1997) consideram que uma correlação negativa entre o *holding period* e a volatilidade pode ser consequência da volatilidade da ação, originada por *short-term trading* ou por assimetria de informação e consequente maior presença de *uninformed traders*.

Ainda de referir que Dias & Ferreira (2004) encontraram uma relação entre o *holding period* e a *volatilidade* das ações, mas neste caso observando que uma maior volatilidade, em geral, está relacionada com *holding periods* mais longos.

É assim evidente que o *holding period* ajuda a sinalizar a maior presença de *informed traders* quanto mais pequeno este for. Deste modo, o *holding period* serve como variável ponderatória na variável “*informed traders*”.

A média do *holding period* é calculada a partir da média do *holding period* de todos os *trades* executados no período em observação (um ano) e foi calculada dentro desse pressuposto para cada par individualmente. Mais especificamente, para efeitos de valor de corte, admite-se que os ETF não sofrem, na sua maioria, uma perturbação no preço provocada pelos *uninformed traders* que eventualmente os negociem. Assim considera-se que a maioria dos ETF registarão menor *holding period* e por isso é adequado o uso do 3.º quartil. Como o valor do 3.º quartil do máximo *holding period* dos ETF observado foi 14.86 dias, atribui-se o valor 1 para valores abaixo de 14.86 dias e 0, caso contrário.

#### 7.2.7. Capitalização bolsista

Intuitivamente seria de esperar e é aceite pelos *practionners* que a negociação de ações de empresas com maior capitalização bolsista tem presentes maior número de *informed traders*. Com efeito, as empresas grandes beneficiam de economias de escala na produção e armazenamento de informação (Zeghal, 1984). Como tal produzem mais informação, diminuindo o nível de assimetria de informação entre todos os investidores. Efetivamente, West & Tinic (1971) e Zeghal (1984) concluíram que outros agentes têm maior interesse em produzir informação sobre grandes empresas que sobre pequenas, como é o exemplo de *brokers*, analistas financeiros ou investidores institucionais. A razão é ganharem mais com a informação de grandes empresas, pois é utilizada por maior número de investidores do que com a informação de pequenas empresas, em que menos investidores têm interesse.

De acordo com Kelley & Tetlock (2012), o custo de adquirir informação é 5 vezes mais baixo para empresas com grande capitalização bolsista do que para empresas com pequena capitalização bolsista. Isto significa que os *traders* informados irão exigir maior retorno das empresas de menor capitalização bolsista, o que pressupõe menos competição e um desequilíbrio a favor da presença de *uninformed traders*. Por outro lado, conforme defendem Lim & Stein (2000), tendo os investidores um maior custo fixo para obter informação, então é natural preferirem empresas com maior capitalização bolsista, pois permite-lhes a tomada de posições maiores que compensem o custo fixo.

Por sua vez, Baker & Gallagher (1980) consideram que os *uninformed traders* preferem negociar ações transacionando a baixos preços porque estão geralmente associadas a menor tamanho do *ticker* e menores custos de transação em termos absolutos. Por outro lado, para os *uninformed traders*, que não detendo informação completa sobre a empresa e receando falências ou falsificação de contas, podem encontrar nas empresas com maior capitalização mais informação e, acima de tudo, visibilidade o que as coloca sobre um determinado escrutínio e lhes confere mais alguma confiança (Aslan *et al.*, 2007).

Já Hasbrouck (1991) e Easley *et al.* (1996) chegaram à conclusão que as empresas de maior dimensão têm menor probabilidade de ter *informed trading*, algo que não tem acolhimento na maioria da literatura encontrada sobre o tema. Tal conclusão é rebatida por Hsieh & Chen (2001), pois encontraram evidências que empresas com maior dimensão têm maior probabilidade de serem negociadas por *informed traders*. Além disso, Falkenstein (1996) demonstrou com fortes evidências que os *informed traders* têm tendência a investir em determinadas ações com grandes capitalizações.

De acordo com Wei *et al.* (2012), a intensidade de *informed traders* pode ser explicada usando a capitalização bolsista e o número de *trades*, concluindo que ações com maior capitalização bolsista têm tendência a ter maior intensidade de *informed trading*. Aliás, vários institucionais, nomeadamente fundos de pensões e *hedge funds*, têm *guidelines* precisas que só lhes permite investir em empresas acima de determinada capitalização.

Para além disso, conforme Chakravarty *et al.* (2009) mencionam, os *informed traders* procuram esconder o total das suas ordens misturando-as com a distribuição das ordens no mercado provenientes dos *uninformed traders* (liquidity traders). Isso torna mais fácil encontrar *informed traders* em ações com maior liquidez e com maior capitalização bolsista do que em ações com menor liquidez e menor capitalização bolsista.

Perante o exposto, embora não se possa dizer que baixas capitalizações podem ter maior presença de *uninformed traders*, parece razoavelmente seguro dizer que as grandes capitalizações têm mais *informed traders*. Por isso, a capitalização bolsista maior entre as ações do par serve de variável ponderatória na variável "*informed traders*". Em todo o caso sublinha-se que a escolha prévia das ações a emparelhar para efeito de negociação, foram sujeitas a um filtro onde apenas as ações com uma capitalização bolsista acima de \$3.32B (a capitalização bolsista média do Russell Midcap®) foram selecionadas.

As ações de cada par podem ter capitalização de mercado diferente uma da outra, pelo que consideramos a capitalização de mercado mais baixa para a constituição desta variável. Para as capitalizações menores de 10 mil milhões de dólares é atribuído o valor 0 e 1, caso contrário<sup>18</sup>. Já nos ETF, porque se tratam de ETF sobre índices, atribuiu-se sempre o valor 1.

#### 7.2.8. Acionistas institucionais

De acordo com Zhou (n.d.), a percentagem de institucionais presentes no capital da empresa (*acionistas institucionais*) tem uma correlação negativa entre o *spread* e a profundidade do mercado, indicando que estes preferem ações com menor *spread* e maior profundidade. Observou ainda que quanto mais institucionais estiverem presentes no capital da empresa, maior é o *trading* informado.

A variável *acionistas institucionais* é importante para contrabalançar e confirmar a variável *slippage*. Não só porque os institucionais têm preferência por ações com menor *spread* (Zhou,

---

<sup>18</sup> Investopedia (n.d). *Market Capitalization*. Consultado em dezembro, 7, 2013 em <http://www.investopedia.com/terms/m/marketcapitalization.asp>

n.d.), mas também porque o *market maker* opta por aumentar o *spread* quando na presença de institucionais segundo (Hasbrouck, 1991) e Kothare & Laux (1995), *apud* Bernstein & Damodaran (1998).

De acordo com Zhou (n.d.), a distribuição de institucionais presentes no capital (em 1491 ações analisadas) é 0, 27.17%, 51.80%, 70.11% e 89.85%, consoante o percentil mínimo, 25, 50, 75 e máximo, respetivamente.

A percentagem considerada para compor esta variável é a menor entre as duas ações que compõem o par. Para percentagens em que os institucionais presentes no capital são superiores ou iguais a 70.10% atribui-se o valor 1 e 0, caso contrário. Nos ETF consideramos o valor 1 por representarem índices.

#### 7.2.9. Risco de *short squeeze*

Existe ainda uma última variável a considerar: o *days to cover*, a qual expressa o risco de *short squeeze*. Por isso, sempre que este for real, os retornos reclamados tenderão a ser mais elevados. O *days to cover*, também conhecido como o rácio de *short interest*, é o rácio que expressa o número de ações de uma determinada empresa atualmente vendidas a descoberto (*short interest*) e o volume médio diário negociado num determinado período (normalmente 3 a 6 meses).

Este rácio permite ter uma estimativa da medida da pressão compradora futura sobre as ações dessa empresa, pois as posições a descoberto (*short*) terão de ser em algum momento readquiridas para fechar as posições (*buy to cover*). A corroborá-lo, Brent, Morse & Stice (1990), Senchack & Starks (1993) e Figlewski (1981) encontraram uma correlação positiva entre o *short interest* e a descoberta de preço.

Este rácio é particularmente importante na análise em apreço, pois na negociação de pares existe necessariamente uma posição curta e por isso potencialmente sujeita a pressão compradora forçada. Esta pode ser repentina, rápida e significativa, sobretudo nas ações, devido a diversos fatores, nomeadamente eventos com impacto significativo, que obriguem os

investidores com tais posições (*short sellers*) a fechá-las rapidamente, criando potencialmente um ciclo vicioso de pressão compradora, conforme defende Clunie (2009).

Obviamente, quanto maior for o número de *days to cover* de uma ação, mais sujeita fica a este tipo de movimentos que podem resultar num “*extra upward movement*” conhecido como “*short squeeze*”, onde o fecho das posições *short* de alguns *short sellers* (que resultam em ordens de compra no mercado e fazem subir o preço) leva a perdas nas posições *short* de outros *short sellers* que, por sua vez, são obrigados compulsivamente a fechar a sua posição, originado um efeito de dominó conhecido como *rolling short squeeze*.

Para Dechow *et al.* (2001) o *short squeeze* acontece quando o mutuante das ações pretende retomá-las (*recall*) e o mutuário não consegue encontrar um mutuante alternativo e por isso tem de comprar as ações no mercado para devolver as ações ao mutuário e fechar a posição. O *short squeeze* pode também estar associado a manipulação e abuso do mercado: o mutuário compra mais ações para puxar (“*pump*”) o preço da ação e ao mesmo tempo faz o *recall* do empréstimo de ações, forçando o mutuário a comprar no mercado quando não consegue encontrar alguém que lhe empreste novamente essas ações (Clunie, 2009).

O risco de *recall* está portanto presente nas posições *short* que constituem o par de ações numa estratégia de *pairs trading*, não só para o mutuário, como também para os restantes participantes no mercado com essas posições. Estes ficam assim sujeitos ao risco de *short squeeze* e *rolling short squeeze*, especialmente quando outros participantes percecionam ou são avisados que um comprador forçado está prestes a entrar no mercado e optam por negociar como predadores comprando as ações em antecipação e forçando ainda mais a recompra por parte do mutuário e *short seller* (Bunnermeier & Pederson, 2005)<sup>19</sup>.

Este ponto torna-se ainda mais relevante na nossa análise. Uma posição curta e, em particular, sujeita a este tipo de movimento, cria um risco de perda muito superior ao risco de

---

<sup>19</sup> É amplamente conhecido o caso do *short-squeeze* das ações da Volkswagen AG, que levou a que mais de 30 *hedge funds*, em Outubro de 2008, acusassem a Porsche Automobil Holding SE de se comportar como um predador ao operar um *short squeeze* massivo.

perda de uma posição longa. Já o limite de perda de uma posição longa mal escolhida é o capital investido, pois as ações não descem abaixo de zero, enquanto numa posição curta a ação pode subir várias vezes o seu valor inicial, levando a perdas muito superiores ao capital investido e criando situações de completa falência, como aconteceu no referido "caso Volkswagen".

Outros fatores de risco para as posições *short* são a potencial saída da multidão (quando o número de dias necessários para cobrir a posição é grande e qualquer catalizador – tipo rumores de OPA, informação privilegiada, informação em mosaico positiva para a empresa, pode provocar a necessidade de cobrir rápida e simultaneamente todas as posições), risco de chamada à margem ou outros requerimentos de colateral. Tais riscos normalmente não são capturados pelas estatísticas tradicionais de risco (Clunie, 2011).

A fórmula do *days to cover* é a seguinte:

#### Formula 25 Cálculo do *days to cover*

$$\text{Days to cover} = \frac{\text{Current short interest}}{\text{Average daily share volume}}$$

Onde o *Current short interest* é a quantidade de ações atuais que foram vendidas *short* e ainda não estão fechadas e o *Average daily share volume* é o volume médio diário de ações negociadas.

Dado que o risco de *short squeeze* é maior quanto maior for o número de *days to cover*, considera-se para esta variável o máximo de *days to cover* registado por qualquer uma das ações que constituem o par durante o período observado (um ano).

Todavia, há um enviesamento difícil de tratar — o maior número de *days to cover* — o qual só é um risco para a posição *short* e nunca para a posição longa. No entanto, tal enviesamento é em média desprezável quando se negocia o par várias vezes, pois é equiprovável que qualquer uma das *legs* seja a posição *short* e porque em qualquer circunstância existe o risco de um movimento de preços provocado pelo eventual *shortsqueeze*, mesmo estando numa posição longa criando assim um *mispricing*.

No caso dos ETF, admitindo a presença de *market maker*, considera-se que o número de *days to cover* é 1. Já no caso das ações, uma das *rule of thumb* dita que mais de 5 dias necessários para cobrir a posição curta indica potenciais dificuldades na cobertura. Assim, para ações com mais de 5 dias para cobrir (*days to cover*) atribui-se o valor 0 e 1, caso contrário.

7.2.10. Regressão das várias *slippage*, máxima *skew*, *holding period* médio e acionistas institucionais.

As variáveis acima descritas foram incorporadas, como preditores, num modelo de regressão linear múltipla com o propósito de obter um modelo parcimonioso passível de prever os retornos da estratégia. Foram considerados modelos para a amostra global e para as escolhas superiores.

Com o intuito de investigar os pressupostos do modelo, analisou-se a normalidade da distribuição, bem como a homogeneidade e a independência dos erros. Os dois primeiros foram avaliados graficamente e o terceiro foi validado via estatística de Durbin-Watson. Após avaliação da multicolinearidade, excluíram-se as variáveis *days-to-cover*, capitalização bolsista e volatilidade por serem fortemente colineares com as restantes variáveis do modelo.

7.2.10.1. Regressão das variáveis *slippage*, máxima *skew*, *holding period* médio e acionistas institucionais – Amostra global

**Tabela 47 Regressão das variáveis *slippage*, máxima *skew*, *holding period* médio e acionistas institucionais - Amostra global**

<b>Regressão amostra global</b>	<b>Acções (n=197)</b>	<b>ETF (n=56)</b>	<b>Acções &amp; ETF (n=253)</b>
Retornos	-0.014 ± .116	-0.001 ± .027	-0.011 ± .103
<b>Modelo de investidores informados e não informados</b>			
Alfa (intercepto)	-3.564 .001	.439 .662	-3.677 .000
<i>Slippage</i>	5.051 .000	-.447 .657	4.999 .000
Máxima <i>skew</i>	-2.608 .010	-2.260 .028	-2.978 .003
<i>Holding period</i> médio	1.767 .079	3.779 .000	1.858 .064
Accionistas institucionais	1.908 .058	N/A N/A	2.195 .003
R <sup>2</sup>	.147	.301	0.127

Valores a itálico correspondem ao valor *p*. N/A corresponde a variáveis que não se aplicam ao caso em concreto porque tomam sempre o mesmo valor.

A regressão linear múltipla permitiu identificar as variáveis *slippage* ( $\beta = 5.051$ ;  $p < 0.000$ ), máxima *skew* ( $\beta = -2.608$ ;  $p < 0.010$ ), *holding period* médio ( $\beta = 1.767$ ;  $p = 0.079$ ) e acionistas institucionais ( $\beta = 1.908$ ;  $p = 0.058$ ) como respondendo pelos retornos nas ações. Note-se que as variáveis *holding period* médio e acionistas institucionais são marginalmente significativas. Já as variáveis máxima *skew* ( $\beta = -2.260$ ;  $p = 0.028$ ) e *holding period* médio ( $\beta = 3.779$ ;  $p < 0.01$ ) respondem significativamente pelos retornos dos ETF.

7.2.10.2. Regressão das variáveis *slippage*, máxima *skew*, *holding period* médio e acionistas institucionais – Escolhas superiores

**Tabela 48 Regressão das variáveis *slippage*, máxima *skew*, *holding period* médio e acionistas institucionais – Escolhas superiores**

Regressão amostra escolhas superiores	Acções (n=50)	ETF (n=15)	Acções & ETF (n=65)
Retornos	.1208 ± .124	.0282 ± .018	.0995 ± .116
<b>Modelo de investidores informados e não informados</b>			
Alfa (intercepto)	-0.661 <i>.512</i>	3.748457 <i>.003</i>	.993 <i>.325</i>
<i>Slippage</i>	2.338 <i>.024</i>	1.046 <i>.316</i>	1.737 <i>.087</i>
Máxima <i>skew</i>	-2.166 <i>.036</i>	-3.151 <i>.008</i>	-4.036 <i>.000</i>
<i>Holding period</i> médio	2.808 <i>.007</i>	N/A <i>N/A</i>	1.809 <i>.075</i>
Accionistas institucionais	1.745 <i>.088</i>	N/A <i>N/A</i>	.245 <i>.807</i>
R <sup>2</sup>	.326	.516	.279

Valores a itálico correspondem ao valor *p*. N/A corresponde a variáveis que não se aplicam ao caso em concreto porque tomam sempre o mesmo valor.

Nas escolhas superiores, a regressão linear múltipla permitiu identificar as variáveis *slippage* ( $\beta = 2.338$ ;  $p = 0.024$ ), máxima *skew* ( $\beta = -2.166$ ;  $p = 0.036$ ), *holding period* médio ( $\beta = 2.808$ ;  $p = 0.007$ ) e acionistas institucionais ( $\beta = 1.745$ ;  $p = 0.088$ ) como respondendo pelos retornos nas ações. Já a variável acionistas institucionais é apenas marginalmente significativa. O modelo ajustado é significativo, embora não explique uma proporção muito elevada da variabilidade dos retornos ( $R^2 = 0.326$ ).

Por sua vez, nas escolhas superiores dos ETF, apenas a variável máxima *skew* ( $\beta = -3.151$ ;  $p = 0.008$ ) responde pelos retornos. O modelo ajustado explica uma proporção razoável da variabilidade dos retornos ( $R^2 = 0.516$ ).

#### 7.2.11. Agrupamento dos ativos em dois grupos

Considerando a categorização das variáveis acima referidas, aplicou-se uma técnica de classificação não-hierárquica<sup>20</sup> – *k-Means* – para agrupar os ativos em dois grupos (*uninformed traders versus informed traders*). Com o propósito de identificar quais as variáveis com maior importância nos dois *clusters*, procedeu-se à análise da estatística *F* da ANOVA dos *clusters*.

#### 7.2.11.1. Anova - Amostra global

Dos 253 ativos, 140 foram agrupados no *Cluster 1* e 113 no *Cluster 2*.

**Tabela 49 ANOVA para as variáveis *slippage*, máxima *skew*, *holding period* médio e accionsitas institucionais –Global**

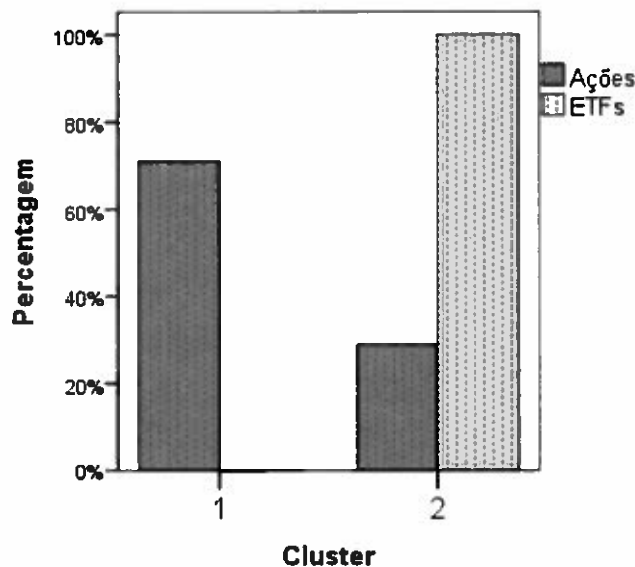
	Cluster		Cluster		f	p
	Quadrado médio	df	Quadrado médio	df		
<i>Slippage</i>	.258	1	.234	251	1.101	.295
Máxima <i>skew</i>	.809	1	.239	251	3.390	.067
Volatilidade	.105	1	.155	252	.679	.411
<i>Holding period</i> médio	3.0333	1	.227	253	13.353	.000
Capitalização bolsista	29.575	1	.125	254	235.726	.000
Acionistas institucionais	33.933	1	.117	255	291.002	.000
<i>Days to cover</i>	25.608	1	.113	256	192.059	.000

Nota: Para os valores .000 entenda-se como  $p < 0.001$

O gráfico 16 ilustra a percentagem de ações e de ETF dentro de cada cluster. Todos os ativos que constituem o *cluster 1* são ações. Dos 113 ativos que constituem o *cluster 2*, 57 são ações e 56 são ETF. O *cluster 2* é constituído por *informed traders* e o *cluster 1* por *uninformed traders*.

<sup>20</sup> Dado um conjunto de *n* indivíduos, pretende-se agrupá-los em classes, ou subgrupos, de tal forma que cada subgrupo seja internamente homogêneo, isto é, constituído por indivíduos "semelhantes", e que os vários subgrupos sejam heterogêneos entre si, isto é, os indivíduos de subgrupos diferentes sejam "dissimelhantes".

Gráfico 16 Distribuição percentual das ações e ETF pelos dois clusters – Global



Não obstante a tabela ANOVA ser completamente inútil para averiguar se os *clusters* são ou não diferentes, tem grande utilidade na identificação das variáveis que permitem a separação dos *clusters*. Note-se que se uma variável discriminar bastante entre os *clusters*, então a variabilidade desta entre os *clusters* há-de ser elevada. Em contrapartida, dentro dos *clusters* essa variabilidade há-de ser pequena. É assim possível afirmar que as variáveis que permitem uma maior discriminação entre os *clusters* são: *holding period*, capitalização bolsista, acionistas institucionais e *days to cover*. A *skew* é significativa para um nível de significância superior a 6.7%. Já a *slippage* e a volatilidade discriminam pouco.

Depois de criada a variável categórica que contém informação sobre a presença/ausência de *uninformed traders*, tentou-se perceber se esta variável influencia os retornos. Para tal recorreu-se à ANOVA *two-way*, onde os fatores são a presença de *uninformed traders* e o grupo (ETF *versus* ações). O pressuposto da distribuição normal da variável dependente nos diferentes grupos definidos pelo cruzamento dos dois fatores foi avaliado pelo teste Kolmogorov Smirnov.

Depois de considerado o efeito do grupo, é possível afirmar que a presença/ausência de *uninformed traders* não teve um efeito estatisticamente significativo sobre o retorno ( $p = 0.254$ ). De forma análoga, depois de considerar o efeito da presença/ausência de *uninformed*

*traders*, o grupo também não revelou um efeito estatisticamente significativo sobre os retornos ( $p = 0.993$ ).

Em suma, mesmo considerando o efeito da presença/ausência de *uninformed traders*, os retornos das ações não diferem significativamente dos retornos dos ETF (para a amostra global).

#### 7.2.11.2. Anova – Escolhas superiores

Também aqui foi aplicada uma técnica de *clusters* para agrupar os ativos em dois grupos (*uninformed versus informed traders*). Dos 65 ativos, 41 foram agrupados no *cluster 1* e 24 no *cluster 2*.

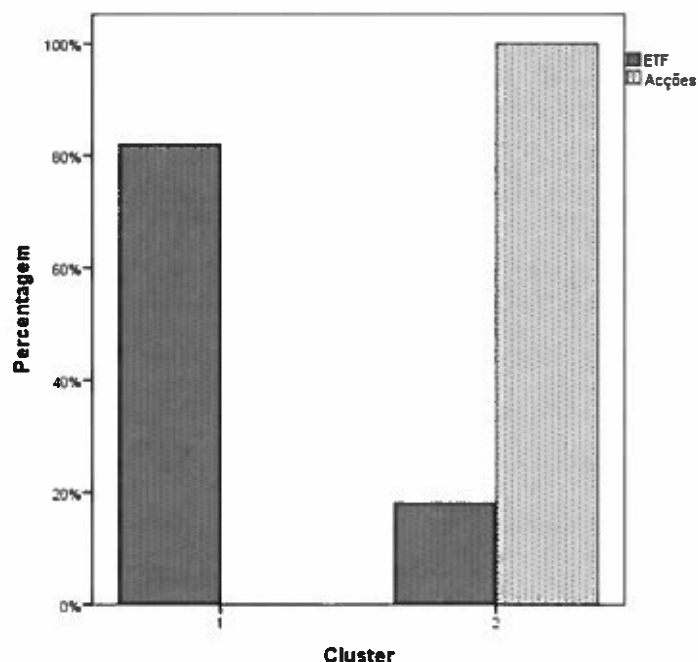
**Tabela 50 ANOVA para as variáveis *slippage*, máxima *skew*, *holding period* médio e acionistas institucionais – Escolhas superiores**

	Cluster		Cluster		f	p
	Quadrado médio	df	Quadrado médio	df		
<i>Slippage</i>	.893	1	.109	63	8.201	.006
Máxima <i>skew</i>	.784	1	.245	63	3.203	.078
Volatilidade	.002	1	.174	63	.011	.917
<i>Holding period</i> médio	1.208	1	.180	63	6.710	.012
Capitalização bolsista	4.083	1	.175	63	23.264	.000
Acionistas institucionais	4.593	1	.180	63	25.504	.000
<i>Days to cover</i>	12.053	1	.045	63	270.320	.000

Nota: Para os valores .000 entenda-se como  $p < 0.001$

O gráfico 17 ilustra a percentagem de ações e de ETF dentro de cada *cluster*. Todos os ativos que constituem o *cluster 1* são ações (42). Dos 24 ativos que constituem o *cluster 2*, 9 são ações e 15 são ETF. O *cluster 2* é constituído por *informed traders* e o *cluster 1* por *uninformed traders*.

**Gráfico 17 Distribuição percentual das ações e ETF pelos dois clusters – Escolhas superiores**



De acordo com tabela (51) ANOVA é possível assim afirmar que as variáveis que permitem maior discriminação entre os *clusters* são: *slippage*, *holding period*, capitalização bolsista, acionistas institucionais e *days to cover*. A *skew* é significativa para um nível de significância superior a 7.8%. Já a volatilidade não revela capacidade discriminativa entre os dois *clusters*.

Considerando a variável categórica que contém informação sobre a presença/ausência de *uninformed traders*, tentou-se perceber se esta variável, juntamente com a variável grupo, influenciam os retornos. Para tal recorreu-se novamente à ANOVA *two-way*, onde os fatores são a presença de *traders uninformed* e o grupo (ETF versus ações).

Depois de considerado o efeito do grupo, é possível afirmar que a presença/ausência de *uninformed traders* não teve um efeito estatisticamente significativo sobre o retorno ( $p = 0.304$ ). De forma análoga, depois de considerar o efeito da presença/ausência de *uninformed traders*, o grupo também não revelou um efeito estatisticamente significativo sobre os retornos ( $p = 0.217$ ).

Em conclusão, quando o efeito da presença/ausência de *uninformed traders* é considerado, os retornos das ações e dos ETF (para as escolhas superiores) não diferem significativamente. Note-se que, quando o efeito da presença de *uninformed traders* não era considerado, os grupos ETF e ações (para as escolhas superiores) diferiam significativamente no que respeita aos retornos. Assim, a presente análise evidencia que a presença de *uninformed traders* justifica as diferenças entre os retornos médios nas escolhas superiores.

### 7.3 Síntese do capítulo 7.

Neste capítulo verificou-se que:

- a) Os retornos dos pares de ações de escolhas superiores respondem pelo risco sistemático (de mercado), sendo maior, quanto maior esse risco.
- b) As diferenças significativas entre os retornos dos pares de ações de escolhas superiores e dos ETF de escolhas superiores devem-se, pelo menos em parte, à presença de *uninformed traders* nas ações.

Ora, perante as duas observações pode-se concluir que a presença de *uninformed traders* nas ações aumenta o risco da estratégia (ao aumentar o risco sistemático) coincidente com os retornos superiores que assim exige. O risco sistemático (risco de mercado), que no global (para as ações) não se verifica, por se tratar de uma estratégia de mercado neutral, é observado nas escolhas superiores (para as ações), por conseguinte também se pode afirmar que nos pares de ações das escolhas superiores a estratégia não funciona como mercado neutral, isto devido à presença de *uninformed traders* que, supostamente, originam *mispicing*.

## Capítulo 8 – Conclusões

### 8.1. Conclusões

Neste capítulo sumariza-se a abordagem, a metodologia utilizada e as conclusões finais alcançadas em resultado dos testes empíricos desenvolvidos no âmbito desta tese.

Na secção 8.1.1 descreve-se sumariamente a abordagem, nomeadamente a identificação, exploração e formulação do problema. Na secção 8.1.2. discute-se a metodologia adotada e justificam-se os passos envolvidos na busca da solução do problema apresentado, desde os pressupostos até aos modelos considerados e utilizados, passando pelo emparelhamento dos pares, os grupos de pares formados, a estratégia de negociação, as variáveis utilizadas e o *software* de análise utilizado.

Por fim, na secção 8.2. apresentam-se as conclusões finais e a resposta ao problema, bem como a contribuição para a literatura existente e possíveis trabalhos futuros relacionados com os resultados obtidos e conclusões alcançadas.

#### 8.1.1. Sumário da abordagem

A abordagem da tese assenta na identificação do problema: dada uma taxa média de retorno do mercado é impossível extrair de forma consistente no longo prazo taxas de retorno superiores com risco idêntico.

O *pairs trading* é uma das estratégias que alegadamente tem contrariado essa lógica ao produzir retornos anuais anormais na ordem de 11% em *self financing portfolios*, por isso, assente na premissa da eficiência do mercado, levanta-se a hipótese de a robustez do excesso de retorno verificado resultar de *mispricing* temporário e/ou, de *uninformed trading shocks* e/ou de uma justa remuneração por um risco que não é óbvio à primeira vista.

Ora, é difícil acreditar que uma estratégia baseada apenas na dinâmica de preços passados e em princípios tão simples ofereça retornos anormais, bem acima das taxas livres de

risco, quando o risco aparentemente não existe ou é muito reduzido, pois tal viola a premissa de que quanto maior a recompensa, maior o risco. Note-se que, se a curva de capital fosse realmente eficiente durante todo o tempo, os retornos do risco ajustado obtidos com o *pairs trading* não deviam ser consistentemente positivos.

Assim, procura-se saber porque um mero sistema de arbitragem de ativos, assente numa estratégia de *pairs trading*, oferece uma vantagem adicional respondendo ao binómio risco/recompensa tida para além das medidas de risco convencionais. Para isso, examina-se a consistência e manutenção dos resultados previamente documentados, realizando testes mais atuais e expurgados de eventuais enviesamentos.

Em consequência dos testes realizados foi também possível perceber se o *pairs trading* — uma estratégia assente numa regra de valor relativo (*relative value*) — pode constituir um risco de criação de bolhas ou depressões no mercado e na economia.

#### 8.1.2. Sumário da metodologia

A metodologia seguida assentou em primeiro lugar na escolha das ações que iriam compor a amostra a utilizar nos vários testes. Escolheu-se o mercado americano devido à facilidade de encontrar grandes quantidades de dados fidedignos, devido a ser tido como um dos mais concorridos e desenvolvidos, devido ao grande volume de *trading* e elevada liquidez e devido a ser um dos mais eficientes do mundo graças a todos estes fatores. Com o intuito de evitar enviesamentos ou outras perturbações nos testes e análise a efetuar, usou-se um filtro para eliminar as ações que não preenchiam determinados critérios importantes, nomeadamente, mas não exclusivamente, a cotação, o setor industrial, a capitalização bolsista, o volume médio de negociação, *shares outstanding*, *turnover ratio*, etc.

Em segundo lugar, corrigiu-se os dados de eventuais enviesamentos, por exemplo, mas não exclusivamente, de *stock splits*, *reverse stock splits*, pagamento de dividendos, etc. A fim de evitar enviesamentos tendencialmente associados ao uso do preço propriamente dito em séries temporais de longo prazo, adotou-se o logaritmo do preço.

Em terceiro lugar, procedeu-se ao emparelhamento dos pares a negociar com base num algoritmo proprietário que combina o teste de Dickey-Fuller aumentado com o teste à correlação de Pearson em vários períodos temporais. Teve-se o cuidado de evitar enviesamentos na escolha dos pares, nomeadamente de *overfitting*, *data-snooping* e efeito placebo. A escolha dos pares, o algoritmo de negociação, a própria negociação e a análise dos resultados teve em consideração possíveis enviesamentos que pudessem afetar os resultados dos "backtests", como por exemplo, mas não exclusivamente, *overfitting*, *data-snooping*, *slippage*, *errospostdictive*, custos de transação contabilizados no final, etc.

Em quarto lugar, foram criados dois grupos de pares de ações: ações e placebos. Os pares do primeiro grupo foram emparelhados de acordo com um algoritmo proprietário que comporta o teste de Dickey-Fuller aumentado com o teste à correlação de Pearson em vários períodos temporais. Os pares do segundo grupo foram emparelhadas aleatoriamente, servindo apenas como grupo de controlo.

Em quinto lugar, a fim de realizar *backtests* aos pares de ações e aos pares de placebos, utilizou-se um algoritmo proprietário para dar os melhores sinais de entrada (vendendo uma *leg* a descoberto – *short* – e comprando outra – *long*) e saída (fechando as operações anteriores). Esse algoritmo de negociação foi desenvolvido com o objetivo de aproveitar divergências temporárias entre os preços das duas ações que formam determinado par tendo em conta o histórico de preços. O algoritmo comportava ainda algumas regras de gestão de risco, nomeadamente, mas não exclusivamente, o uso de níveis dinâmicos de "stop loss".

Com base nas taxas de retorno anualizadas, taxas máximas de *drawdown*, rácios de Sharpe, valores de *holding period* médio e os valores das diferenças entre as perdas consecutivas esperadas e registadas obtidas nos *backtests* foi possível perceber se o algoritmo de "emparelhamento", com base no teste Dickey-Fuller aumentado e com base no teste à correlação de Pearson, permitia uma escolha superior no emparelhamento dos pares de ações versus uma escolha aleatória no emparelhamento dos pares de placebos.

Para avaliar a significância da diferença entre o grupo ações versus o grupo placebos no que respeita às variáveis taxa de retorno anualizada, taxa máxima de *drawdown*, rácio de

Sharpe, *holding period* médio, diferença de perdas consecutivas, utilizou-se o teste *t*-Student quando os pressupostos do método eram verificados ou quando as amostras apresentavam dimensão elevada e utilizou-se o teste de Wilcoxon nos restantes casos. Os pressupostos do teste *t*-Student, nomeadamente a normalidade das distribuições e a homogeneidade das variâncias nos dois grupos, foram avaliados respetivamente com o teste de Shapiro-Wilk e com o teste de Levene baseado na mediana.

Para executar todos os testes estatísticos recorreu-se ao *software* SPSS Statistics (v.20, IBM SPSS, Chicago, IL). Na análise apenas se consideraram significativos os testes cujo correspondente valor *p* era inferior ou igual a 5%, na falta de outro valor declarado.

Em sexto lugar, usou-se a mesma metodologia para analisar os pares de ações *versus* pares de ETF.

De modo a eliminar o risco específico e assim analisar apenas o risco de mercado, os ETF escolhidos foram os que procuram replicar índices de ações de referência, como o S&P500, S&P100, Nasdaq-100 ou outros índices ou indicadores tendo como referência um conjunto diversificado de ativos subjacentes relevantes. Para o emparelhamento dos ETF procedeu-se da mesma forma que nas ações, recorrendo a um algoritmo essencialmente assente no teste ADF e na correlação de Pearson.

Com o propósito de aferir se os resultados obtidos para cada par eram atribuíveis às características de cada um, nomeadamente considerando à diversificação que cada ETF beneficia (exposto apenas ao risco de mercado) e à ausência de ruído provocada por *uninformed traders*, comparou-se os pares de ações *versus* pares de placebos e pares de ações *versus* pares de ETF.

Graças à existência de uma escolha superior no caso dos pares de ações *versus* pares de ETF, foi possível perceber se os ganhos da estratégia derivavam de uma maior ou menor presença de *uninformed traders* e de um maior ou menor número de oportunidades de aproveitar o *mispricing* do mercado.

Em sétimo lugar, assumiu-se a possibilidade, teórica, de se poder produzir uma escolha superior no emparelhamento dos pares a negociar que nos permitisse obter os melhores retornos. Para testar essa possibilidade, selecionou-se os pares de ações, placebos e ETF cujos retornos se encontravam no terceiro quartil. De seguida procedeu-se à verificação dos pressupostos (ETF, ações e placebos – Escolhas superiores) conducentes à aplicação do teste *t*-Student. Como a amostra de ETF tinha uma dimensão inferior a 30, não era possível invocar o TLC, por isso usou-se o teste de Shapiro Wilk para avaliar a normalidade da população de ETF. Quando a normalidade das variáveis foi rejeitada, utilizou-se o teste de Wilcoxon.

Em oitavo lugar, considerou-se o modelo de três fatores de Fama & French aumentado do fator adicional Momentum de Carhart para verificar se os retornos registados eram atribuíveis ao risco sistemático (risco do mercado) e/ou ao movimento do mercado. Os quatro fatores de Fama-French-Charhat referidos foram considerados como potenciais preditores dos retornos obtidos no *pairs trading* num modelo de regressão linear múltipla feita para os retornos das ações e para os retornos dos ETF individualmente, assim como para o conjunto dos dois (ações e ETF).

Em nono lugar, analisou-se de que forma a predominância de cada um dos três tipos de *traders* no mercado - *informed traders*, *uninformed traders* e *risk neutral market makers* - afeta a rentabilidade da estratégia *pairs trading*.

Partindo do pressuposto que a estratégia de *pairs trading* beneficia de pequenas imprecisões de informação ou fricções momentâneas que fazem o preço divergir por pouco tempo, para depois tornar a convergir para a sua relação histórica considerou-se que quanto menor for o número de *informed traders*, menor será a precisão do preço, i.e. maior será a erraticidade deste e conseqüentemente menor será a eficiência da estratégia por si só. Simetricamente, quanto maior for a presença de *uninformed traders*, maior será a fricção, maior será a dificuldade e incerteza da convergência entre pares, maior será a exposição do negócio a eventuais riscos e conseqüentemente maior será o retorno em escolhas superiores.

Mediu-se a predominância (ou não) de *informed traders* a fim de analisar como estes influenciam a rentabilidade da estratégia de *pairs trading* no mercado de ETF e no mercado de ações. Nos ETF assumiu-se, pela natureza do próprio produto, a existência de um correto

equilíbrio entre *informed traders* e *uninformed traders*, ocorrendo as divergências de preço na medida do *tracking error* de cada ETF que compõe o par. Embora para as ações se tenha ponderado a hipótese de utilizar o modelo de *probability of informed trading* (PIN) que mede a assimetria de informação entre investidores e *traders* numa ação, acabou-se por se rejeitar a informação dada pelo modelo, visto o modelo de três fatores de Fama & French e Carhart's *momentum* previamente apresentado e analisado já emular o PIN, evitando assim o problema do enviesamento do PIN derivado do *high frequency trading*. Além disso, a dificuldade de aceder a dados históricos das ordens *tick a tick*, aliada ao elevado volume de dados a processar, tornavam tal abordagem incomportável face a outras alternativas mais fáceis e eventualmente mais eficazes na busca de uma conclusão para o problema levantado.

Com o intuito de se obter um modelo parcimonioso passível de prever os retornos da estratégia, incorporaram-se as variáveis *slippage*, volatilidade, *days-to-cover*, *holding period*, capitalização bolsista, acionistas institucionais e risco de *short squeeze* como preditores num modelo de regressão linear múltipla. Avaliou-se graficamente a normalidade da distribuição, a homogeneidade e validou-se a independência dos erros por via da estatística de Durbin-Watson, tendo-se excluído do modelo as variáveis *days-to-cover*, capitalização bolsista e volatilidade por serem fortemente colineares com as restantes variáveis do modelo.

Após a categorização das variáveis referidas, aplicou-se uma técnica de classificação não hierárquica *k-Means* para agrupar os ativos em dois clusters: *uninformed traders* e *informed traders*). Procedeu-se ainda à análise da estatística *F* da ANOVA dos *clusters*, permitindo assim identificar quais as variáveis de maior importância nos dois *clusters*.

Foram considerados modelos (categóricos) para a amostra global e para as escolhas superiores, de forma a percebermos se nas escolhas superiores haveria maior presença de *uninformed traders* e *informed traders*.

## 8.2. Futuros contributos

Com base na literatura existente foram identificados possíveis enviesamentos na performance do *backtest* de negociação de *pairs trading*, nomeadamente os riscos de *overfitting*,

*data-snooping*, erro *postdictive*, impacto do *trading* não sincronizado, *plus-tick rule*, cálculos de custos de transação (*slippage*), custos de transação contabilizados no final, *window dressing* e *herding behaviour*, os quais se procurou acautelar nos *backtests* realizados.

Comparando para o período de 2005 a 2010 (quer no global dos anos, quer de forma seccionada por cada ano) as taxas de retorno anualizado, as taxas máxima de *drawdown*, os rácios de Sharpe, os *holding period* médios, as diferenças de perdas consecutivas e os totais de *trades*, obtidos pela estratégia de *pairs trading* entre ações (em que os pares de ações foram emparelhados por um algoritmo proprietário que combina o teste de Dickey-Fuller aumentado com o teste à correlação de Pearson) e os placebos (em que os pares de ações foram emparelhados aleatoriamente) concluiu-se que o emparelhamento das ações usando o teste de Dickey-Fuller aumentado e o teste à correlação de Pearson não garante uma escolha superior dos pares quando comparado com um emparelhamento aleatório.

Constatou-se que os anos 2008 e 2009 apresentaram diferenças estatisticamente significativas nas variáveis mais ligadas ao retorno e ao risco, podendo tal estar eventualmente relacionado com a crise do *subprime* (desencadeada em 2006) e com as restrições ao *short selling* implementadas no fim de setembro de 2008 para mais de 1.000 ações do setor financeiro.

Após avaliada a possibilidade de existirem diferenças estatisticamente significativas nos resultados das estratégias para o período de 2005 a 2010, entre ações e ETF para as mesmas variáveis, concluiu-se que os ETF, em termos globais, apresentam um menor risco de *drawdown*, mas também um pior rácio de Sharpe. Tal indicia um eventual sacrifício de retornos, embora não se tenham observado diferenças estatisticamente significativas ao nível das taxas de retorno anualizadas.

Concluiu-se também que nem os ETF nem as ações gozaram de uma escolha superior relativamente ao outro, tendo em conta que as taxas de retorno não apresentaram diferenças estatisticamente significativas.

Procedendo a uma escolha superior no emparelhamento dos pares a negociar tendo em conta os melhores retornos (terceiro quartil) das ações, placebos e ETF chegou-se às seguintes conclusões:

1) Os retornos dos pares de ações nas escolhas superiores respondem ao risco sistemático (de mercado), i.e. quanto maior o retorno, maior o risco. As diferenças estatisticamente significativas nas escolhas superiores nos retornos dos pares de ações versus pares de ETF devem-se, pelo menos em parte, à presença de *uninformed traders* nas ações e ausência nos ETF.

2) A presença de *uninformed traders* nas ações aumenta o risco da estratégia (via aumento do risco sistemático) justificando os retornos superiores assim exigidos. No caso das ações, embora o risco sistemático (risco de mercado) não exista no agregado devido à diversificação e por se tratar de uma estratégia neutral de mercado, ele está presente nas escolhas superiores, deixando neste caso de ser uma estratégia neutral de mercado, devido à presença de *uninformed traders* que, supostamente, originam o *mispricing*, no entanto é aí, mediante um maior risco, que existe também um maior retorno. O fator  $R_m - R_f$  (risco sistemático) corrobora esta conclusão, tendo-se revelado um preditor significativo dos retornos da estratégia, ou seja, o risco do mercado responde em parte pelos retornos das ações da estratégia de *pairs trading* nas escolhas superiores (tal já não acontece nos ETF – quer para a amostra global, quer para as escolhas superiores).

3) Os retornos superiores em estratégias de *pairs trading* são a justa remuneração por garantir a "*law of one price*" supondo o *mispricing* como temporário. O baixo retorno e risco na negociação de ETF (sem variações significativas entre pares), mesmo nas escolhas superiores versus escolhas superiores nas ações, confirmam tal suposição. Assim, os retornos da estratégia são uma remuneração "paga" pelos *uninformed traders* e podem ser considerados como uma justa remuneração pelo risco de mercado.

4) O eventual risco de falência devido a *short squeeze*, não mostrou ter impacto nos retornos, seja na amostra global, seja para as escolhas superiores, por isso não se pode dizer que os retornos anormais sejam, em parte, uma remuneração por um risco escondido.

Perante isto, podemos responder à nossa questão de fundo, ao concluir que a estratégia de *pairs trading*, não oferece uma vantagem adicional respondendo ao binómio risco/recompensa tida para além das medidas de risco convencionais, pois o retorno anormal é a recompensa por riscos de negociação, nomeadamente uma muito maior presença de *uninformed traders* face a *informed traders* que se traduz num risco de mercado, tese confirmada pelos retornos da estratégia (dentro dos valores de retorno/risco convencionais) quando são utilizados ETF sobre índices para formar os pares.

Trabalhos futuros poderão debruçar-se sobre as eventuais consequências da crise do *subprime* e as restrições de *short selling* na estratégia de *pairs trading*, visto que nos anos de 2008 e 2009, quando se comparou as variáveis de retorno e risco entre ações emparelhadas com o algoritmo e ações emparelhadas aleatoriamente, encontrou-se diferenças estatisticamente significativas nesses anos nas referidas variáveis.

Considerado que o presente estudo termina no ano de 2010, é conveniente testar os anos mais recentes (2010-2014) no sentido de perceber se é possível chegar às mesmas conclusões, principalmente quando o mercado de valores americano sofreu os efeitos da *quantitative easing*<sup>21</sup> que é susceptível de influenciar sobremaneira a atuação dos vários participantes no mercado, nomeadamente dos *informed trades*, *uninformed traders* e até mesmo *market makers*. Sobre este assunto ver Williams (2014), Girarding & Lyons (2008), Bernd, Fischer & Wermers (2012), entre outros.

Por fim, conclui-se que na implementação de uma estratégia de *pairs trading* com ações importa também considerar o nível de *informed* e *uninformed traders* presentes no mercado.

---

<sup>21</sup> A *quantitative easing* é uma política monetária que passa pelos bancos centrais aumentarem a oferta de dinheiro, creditando a própria conta (com dinheiro "criado a partir do nada" – "*creatio ex nihilo*"), usando-o para comprar ativos financeiros, nomeadamente dívida pública aos bancos comerciais e outras instituições financeiras (i.e. seguradoras) (Viana & Santos, 2010).

## Bibliografia

- Affleck-Graves, John, Hedega, Shantaram P. & Miller, Robert E. (1994). Trading Mechanisms and the Components of the Bid-Ask Spread. *Journal of Finance*. Vol. 49 (4), pp. 1471-1488.
- Akins B. K., Ng, J. & Verdi, R. S. (2012). Investor Competition over Information and the Pricing of Information Asymmetry. *The Accounting Review*, Vol. 87 (1), pp. 35-58
- Alexander, S.S. (1964). Price Movements in Speculative Markets: Trends ou Random Walks. *The Random Character of Stock Market Prices*, MIT Press
- Almeida, A., Elian, S., & Nobre, J. (2008). Modificações e alternativas aos testes de Levene e de Brown e Forsythe para igualdade de variâncias e médias. *Revista Colombiana de Estadística*, Vol. 31 (2), pp. 241-260
- Almeida, A., Elian, S., & Nobre, J. Working Paper, Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo. São Paulo, Brasil
- Amihud, Y. (2000). Illiquidity and stock returns: Cross-section and time-series effects. Unpublished working paper, New York University
- Amihud, Y. & Mendelson, H. (1980). Dealership market: Market-making with inventory. *Journal of Financial Economics*, Vol. 8, pp. 31-53
- Amihud, Y. & Mendelson, H. (1986). Asset pricing and the bid-ask spread. *Journal of Financial Economics*, Vol. 17, pp. 223-49
- Andrade, S. C., di Pietro, V., & Seasholes, M. S. (2005). Understanding the Profitability of Pairs trading. Working Paper. University of California, Berkeley and Northwestern University
- Armstrong, C. S., Core, J. E., & Taylor, D. J. (2011). When Does Information Asymmetry Affect the Cost of Capital?. *Journal of Accounting Research*, Vol. 49, pp. 1-40
- Arnold, T., Butler, A., Crack, T. & Zhang,(2005). The information content of short interest: A natural experiment. *Journal of Business*, Vol. 78 (4), pp. 1307-1336
- Bacidore, Jeffrey. M. & Sofianos, George (2002). Liquidity provisions and specialist trading in NYSE listed non-U.S. stocks. *Journal of Financial Economics*, Vol. 63 (1), pp. 133-158
- Back, Kerry, Cao, Huining & Willard, Gregory (2000). Imperfect competition among informed traders. *Journal of Finance*, Vol. 55 (5), pp. 2117-2155
- Baker, M. & Wurgler, J. (2000). The equity share in new issues and aggregate stock returns. *Journal of Finance*, Vol. 55, pp. 2219-2257

- Baker, M., Greenwood, R., & Wurgler, J. (2002). The maturity of debt issues and predictable variation in bond returns. Unpublished working paper, Harvard Business School
- Baker, M. & Stein, J.C. (2002). Market Liquidity as a Sentiment Indicator. *Journal of Financial Markets*, Vol. 7 (3), pp. 271-299
- Barron, O. E. & Karpoff, J. M. (1997). Information Precision, Transaction Costs, and Trading Volume. Pennsylvania State University, University of Washington - Michael G. Foster School of Business. Disponível em SSRN: <http://ssrn.com/abstract=11230> ou <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.11230>
- Barros, E. A. C. & Mazucheli, J. (2005). Um estudo sobre o tamanho e poder dos testes t-student e Wilcoxon. *Acta Scientiarum. Technology*, Vol. 27 (1), pp. 23-32
- Black, (1972) Capital Market Equilibrium with Restricted Borrowing. *Journal of Business*, Vol. 44, pp. 444-455
- Berger, P. G., & Ofek, E. (1995). Diversification's effect on firm value. *Journal of Financial Economics*, Vol. 37, pp. 39-65
- Bernstein, R. (1995). Style Investing: Unique Insight Into Equity Management. John Wiley and Sons. ISBN: 978-0-471-03570-1
- Bernstein, Peter L., Aswath Damodaram (1998). Investment Management. New York: John Wiley & Sons. ISBN 0-471-19716-5
- Beteto, Danilo L. (2002). Gestão do Risco de Liquidez em carteiras de ações. Working paper. Univerdade de São Paulo, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade.
- Bikhchandani, S. & Sharma, S. (2001). Herd Behavior in Financial Markets. IMF Staff Papers, Vol. 47 (3)
- Bilo, S., Christophers, H., Degosciu, M., & Zimmermann, H. (2005). Risk, returns, and biases of listed private equity portfolios (No. 2005/01)
- Boehmer, E., Jones, C. M. & Zhang, X. (2008). Which shorts are informed?. *Journal of Finance*, Vol. 63 (2), pp. 491-527
- Boehmer, E., Jones C. M. & Zhang, X. (2009), Shackling short sellers: The 2008 shorting ban. Working paper, EDHEC Business School
- Boehmer, E. & Wu, J. (2008). Short selling and the informational efficiency of prices. Working paper. University of Oregon

- Bowen, D., Hutchinson, M. C., & O'Sullivan, N. (2010). High-Frequency Equity Pairs Trading: Transaction Costs, Speed of Execution, and Patterns in Returns. *The Journal of Trading*, Vol. 5 (3), pp. 31-38
- Brennan, M. & Subrahmanyam, A. (1996). Market microstructure and asset pricing: On the compensation for illiquidity in stock returns. *Journal of Financial Economics*, Vol. 41, pp. 441-64
- Brennan, M., Chordia, T., & Subrahmanyam, A. (1998). Alternative factor specifications, security characteristics, and the cross-section of expected stock returns. *Journal of Financial Economics*, Vol. 49, pp. 345-73.
- Brent, Averil, Morse, Dale & Stice, E. Kay (1990). Short Interest: Explanations and tests. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Vol. 25 (2), pp. 273-89
- Bris, Arturo, Goetzmann William N., & Zhu, Ning (2007) Efficiency and the Bear: Short Sales and Markets around the World. *The Journal of Finance*, Vol. 62, (3), pp. 1029-1079. Disponível em SSRN: <http://ssrn.com/abstract=357800> ou <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.357800>
- Broussard, J. P. & Vaihekoski, M. (2012). Profitability of Pairs trading Strategy in an Illiquid Market with Multiple Share Classes. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, Vol. 22(5), pp. 1188-1201
- Brown, M. B. & Forsythe, A. B. (1974). Robust test for equality of variances. *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 69 (346), pp. 364-367
- Brown, K.C., Harlow, W.V., & Tinic, S.M. (1988). Risk Aversion, Uncertain Information, and Market Efficiency, *Journal of Financial Economics*, Vol. 22, pp. 355-385
- Brunnermeier, Markus & Pedersen, Lasse (2005). Predatory Trading. *Journal of Finance*, Vol. 60 (4), pp. 1825-1863
- Caballé, J., & Krishnan, M. (1994). Imperfect competition in a multi-security market with risk neutrality. *Econometrica*, Vol. 62 (3), pp. 695-704
- Carhart, Mark M. (1997). On Persistence in Mutual Fund Performance. *Journal of Finance*. Vol. 52 (1), pp. 57-82. doi: 10.1111/j.1540-6261.1997.tb03808.x
- Carmer, D. (1997). Basic Statistics for Social Research: step-by-step calculations and computer techniques using Minitab. New York: Routledge. ISBN: 0-415-12004-7
- Caskey, Judson, Hughes, John S. & Liu, Jun (2013). Strategic Informed Trades, Diversification, and Expected Returns. Working paper. Disponível em SSRN: <http://ssrn.com/abstract=2011895>

- Chakravarty, Sugato, Jain, Pankaj K, Wood, Robert & Upson, James (2009). Clean Sweep: Informed Trading through Intermarket Sweep Order. Working paper. Disponível em SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1460865> ou <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1460865>
- Chamberlain, Gary & Rothschild, Michael (1983). Arbitrage, factor structure, and mean-variance analysis on large asset markets. *Econometrica*, Vol. 51 (5), pp. 1281-1304
- Chan, E. (2008). *Quantitative Trading: How to Build Your Own Algorithmic Trading Business*. Wiley Trading. ISBN: 978-0-470-28488-9
- Chang, E. C., Cheng, J. W. & Yu, Y. (2006). Short-Sales Constraints and Price Discovery: Evidence from the Hong Kong Market. *Journal of Finance*, Vol. 62 (5), pp. 2097-2121
- Chen, H., Chen, S., & Li, F. (2012). Empirical Investigation of an Equity Pairs trading Strategy. Working Paper. University of British Columbia and University of Michigan at Ann Arbor
- Chen, J., Hong H. & Stein J. (2001). Forecasting Crashes: Trading volume, past returns, and conditional skewness in stock prices, *Journal of Financial Economics*, Vol. 61 (3), pp. 345-381
- Chiang, Raymond. & Venkatesh, P. C. (1988). Insider holdings and perceptions of information asymmetry: A note. *Journal of Finance*, Vol. 43 (4), pp. 1041-1048
- Chordia, T., Roll, R., & Subrahmanyam, A. (2000). Commonality in liquidity. *Journal of Financial Economics*, Vol. 56, pp. 3-28
- Chordia, T., Roll, R., & Subrahmanyam, A. (2001). Market liquidity and trading activity. *Journal of Finance*, Vol. 56, pp. 501-530
- Chowdhury, M., Howe, J.S. & Lin, J.C. (1993). The Relation between Aggregate Insider Transactions and Stock Market Returns, *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Vol. 28, pp. 431-437
- Christophe, S. E., Ferri, M. G. & Angel, J. J. (2005). Short-Selling and the Accrual Anomaly. Working paper. George Mason University
- Christophe, S. E., Ferri, M. G. & Angel, J. J., 2007. Should Owners of NASDAQ Stocks Fear Short-Selling?. *Journal of Portfolio Management*, Vol. 33 (3), pp. 122-131
- Chung, K. H., McInish, T. H., Wood, R. A. & Wyhowski, D. J. (1995). Production of information, information asymmetry, and the bid-ask spread: *Empirical evidence from analysts' forecasts*. *Journal of Banking and Finance*, Vol. 19, pp. 1025-1046. Disponível em SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1522091>

- Cleophas, T. J. & Zwinderman, A. H. (2011). *Non-Parametric Tests: Statistical Analysis of Clinical Data on a Pocket Calculator*. Springer Netherlands. ISBN: 978-94-007-1211-
- Clunie, James B. (2009). *Indirect short-selling constraints*. Tese de doutoramento, University of Edinburgh
- Clunie, James B. (2011). *Predatory Trading, Crowded Exits, and Other Unusual Risks in Short Selling*. CFA Institute
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. L. Erlbaum Associates, 1998. ISBN: 978-08-058-0283-2. Disponível em <http://books.google.pt/books?id=T10N2IRA09oC>
- Cohen, L., Diether, Karl B. & Malloy, Christopher J. (2007). Supply and demand shifts in the shorting market, *Journal of Finance*, Vol. 62(5), pp. 2061-2096
- Conover, W.J. (1971). *Practical Nonparametric Statistics*. John Wiley & Sons
- Copeland, Thomas. E. & Galai, Dan (1983). Information effects on the bid-ask spread. *Journal of Finance*, Vol. 38 (5), pp. 1457-1469
- Cumming, D., Fleming, G. & Schwienbacher, A. (2009). Style Drift in Private Equity. *Journal of Business Finance & Accounting*. Disponível em SSRN: <http://ssrn.com/abstract=729684> ou <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.729684>
- D'Avolio, G. (2002), The Market for Borrowing Stock. *Journal of Financial Economics*, Vol. 66 (2-3), pp. 271-306
- Dechow, Patricia M., Hutton, Amy P., Meulbroek, Lisa & Sloan, Richard (2001). Short-sellers, fundamental analysis, and stock returns. *Journal of Financial Economics*, Vol. 61 (1), pp. 77-106
- Dennis, Patrick J. & Weston, James P. (2001). Who's informed? An analysis of stock ownership and informed trading. Working paper, *AFA 2002 Atlanta Meetings*
- Do, B., Faff, R., & Hamza, K. (2006). A new approach to modeling and estimation for pairs trading. *Proceedings of the Financial Management Association European Conference*
- Do, B., & Faff, R. (2010). Does simple pairs trading still work?. *Financial Analysts Journal*, Vol. 66 (4), pp. 83-95. doi: 10.2469/faj.v66.n4.1
- Do, B., & Faff, R. (2012). Are Pairs trading Profits Robust to Trading Costs. *Journal of Financial Research*, Vol. 35 (2), pp.261-287. doi: 10.1111/j.1475-6803.2012.01317.x

- Diamond, Douglas W., & Verrecchia, Robert E. (1987). Constraints on short-selling and asset price adjustment to private information, *Journal of Financial Economics*. Vol. 18 (2) pp. 277-311.
- Diamond, Douglas W. & Verrecchia Robert E. (1991). Disclosure, liquidity, and the cost of capital. *Journal of Finance*. Vol. 46 (4), pp. 1325-1359. doi: 10.1111/j.1540-6261.1991.tb04620.x
- Easley, D., Engle, R. F., O'Hara, M. & Wu, L. (2001). Time-Varying Arrival Rates of Informed and Uninformed Trades. Working paper, AFA 2002 Atlanta Meetings
- Easley D., Hvidkjaer, S. & O'Hara, M. (2012). Is Information Risk a Determinant of Asset Returns?, *The Journal of Finance*, Vol. 57 (6), pp. 2185–2221
- Easley, D., Kiefer, N. & O'Hara, M. (1996). Cream-Skimming ou Profit-Sharing? The Curious Role of Purchased Order Flow. *Journal of Finance*, Vol. 51 (3), pp. 811-833
- Easley, D., Kiefer, N. & O'Hara, M. (1997). The Information Content of the Trading Process, *Journal of Empirical Finance*, Vol. 4, pp. 159-186.
- Easley, D., Kiefer N., O'Hara, M. & Paperman J. (1996). Liquidity, Information, and Infrequently Traded Stocks. *Journal of Finance*, Vol. 51 (4), pp. 1405-1436
- Easley, D., O'Hara, M. & Paperman, J. (1998). Financial analysts and information-based trade. *Journal of Financial Markets*, Vol. 1 (2), pp. 175-201
- Ehrman, D. S. (1976). The handbook of pairs trading: strategies using equities, options, and futures. Wiley trading series, ISBN-13 978-0-471-72707-1
- Elliott, R. J., Van Der Hoek, J., & Malcolm, W. P. (2005). Pairs trading. *Quantitative Finance*, Vol. 5 (3), pp. 271-276
- Elton, E. J. & Gruber, M. J. (1997). Modern Portfolio Theory, 1950 to Date. *Journal of Banking and Finance*, Vol. 21, pp.1743–1759
- Engelberg, J. E., Reed, Adam V. & Ringgenberg, Matthew C. (2012). How are Shorts Informed? Short Sellers, News, and Information Processing, *Journal of Financial Economics*, Vol 105 (2), pp. 260-278.
- Engelberg, J. E., Gao, P., & Jagannathan, R. (2009). An Anatomy of Pairs trading: The Role of Idiosyncratic News, Common Information and Liquidity. *Third Singapore International Conference on Finance*. Disponivel em SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1330689> ou <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1330689>
- Falkenstein, Eric G. (1996). Preferences for Stock Characteristics as Revealed by Mutual Fund Portfolio Holdings. *Journal of Finance*, Vol. 51 (1), pp. 111-135

- Fama, Eugene F. (1965). The Behavior of Stock Market Prices. *Journal of Business*, Vol. 38, pp. 34-105
- Fama, Eugene F. (1970). Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. *Journal of Finance*, Vol. 25, pp. 383-417
- Fama, Eugene F. (1972). Components of Investment Performance. *Journal of Finance*, Vol. 27, pp. 551-567
- Fama, Eugene F. (1998). Market Efficiency, Long Term Returns and Behavioral Finance. *Journal of Financial Economics*, Vol. 49, pp. 283-306
- Fama, Eugene F. & French, Kenneth R. (1988). Permanent and Temporary Components of Stock Prices. *Journal of Political Economy*, Vol. 96, pp. 246-273
- Fama, Eugene F. & French, Kenneth R. (1992). The Cross-Section of Expected Returns. *Journal of Finance*, Vol. 47, pp. 427-466
- Fama, Eugene F. & French, Kenneth R. (1993). Common risk factors in the returns on stocks and bonds. *Journal of Financial Economics*, Vol. 33 (1), pp. 3-56
- Fevurly, K. (2013). *The Handbook of Professionally Managed Assets: A Definitive Guide to Profiting from Alternative Investments*. Apress. ISBN: 143026019X
- Fischer, Bernd R. & Wermers, Russ (2012). *Performance Evaluation and Attribution of Security Portfolios*. Academic Press. ISBN: 978-0-127-44483-3
- Figlewski, S. (1981). The Informational Effects of Restrictions on Short Sales: Some Empirical Evidence. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*. Vol. 16 (4), pp. 463-476. doi: 10.2307/2330366
- Foucault T., Hombert, J. & Rosu, I. (2012). *News Trading and Speed*. Working Paper, HEC Paris
- Frensch, P. A. & Funke, J. (2007). *Complex Problem Solving: The European Perspective*. ISBN: 978-0805813364
- Fung, W. & Hsieh, D. A. (1997). Empirical characteristics of dynamic trading strategies: the case of hedge funds. *Review of Financial Studies*, Vol. 10, pp. 275-302
- Fung, W., & Hsieh, D. A. (1999). A Primer on Hedge Funds. *Journal of Empirical Finance*, Vol. 6, pp. 309-331
- Fung, W., & Hsieh, D. A. (2001). The Risk in Hedge Fund Strategies: Theory and Evidence from Trend Followers. *Review of Financial Studies*, Vol. 14, pp. 313-341
- Garman, M. B. (1976), Market Microstructure, *Journal of Financial Economics*. Vol. 3 (3), pp. 257-275

- Gatev, E.G., W.N.Goetzmann & K.G. Rouwenhorst, (1999). Pairs Trading, Performance of a Relative Value Arbitrage Rule. Working Paper, National Bureau of Economic Research
- Gatev, E., Goetzmann, W. N., & Rouwenhorst, K. G. (2006). Pairs trading: Performance of a Relative-value Arbitrage Rule. *Review of Financial Studies*, Vol. 19 (3), pp. 797-827
- Girardin, Eric & Lyons, Richard K. (2008). Does Intervention Alter Private Behavior? Working paper.
- Gleria, I., Matsushita, R., & Da Silva, S. (2004). Sistemas complexos, criticalidades e leis de potência. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, Vol.23 (2), pp. 99-108
- Glosten, L. R., & Milgrom, P. (1985). Bid, ask, and transaction prices in a specialist market with heterogeneously informed agents. *Journal of Financial Economics*, Vol. 14, pp.71–100
- Harrison, Michael J. & Kreps, David (1978). Speculative investor behavior in a stock market with heterogeneous expectations. *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 92 (2), pp. 323-336
- Hasbrouck, J. (1988). Trades, quotes, inventories and information. *Journal of Financial Economics*, Vol. 22, pp. 229–252
- Hasbrouck, J. (1991). Measuring the information content of stock trades. *Journal of Finance*, Vol. 46 (1), pp. 179–207
- Hasbrouck, J. (1991). The summary informativeness of stock trades: an econometric analysis. *Review of Financial Studies*, Vol. 4 (3), pp. 571-595
- Hasbrouck, J. (1999). The dynamics of discrete bid and ask quotes. *Journal of Finance*, Vol. 54 (6), pp. 2109-2142
- Hasbrouck, J. (2001). One security, many markets: Determining the contributions to price discovery. *Journal of Finance*, Vol. 50 (4), pp. 1175–1199
- Hasbrouck, J. (2007). *Empirical Market Microstructure*. New York: Oxford University Press
- Hasbrouck, J. (2009). Trading costs and returns for U.S. equities: Estimating effective costs from daily data. *Journal of Finance*, Vol. 64 (3), pp. 1445–1477. doi: 10.1111/j.1540-6261.2009.01469.x
- Hasbrouck, J. & Sofianos, G. (1993). The trades of market makers: An empirical analysis of NYSE specialists. *Journal of Finance*, Vol. 48, pp. 1565–1593
- Hasbrouck, J., & Seppi, D. (2001). Common factors in prices, order flows and liquidity. *Journal of Financial Economics*, Vol. 59, pp. 383–411
- Hasbrouck, J. & Saar, G. (2010). Low-latency trading. Manuscript, Cornell University

- Haugen, R.A., Talmor, E., & Torous, W.N. (1991). The Effect of Volatility Changes on the Level of Stock Prices and Subsequent Expected Returns. *Journal of Finance*, Vol. 46, pp. 985-1007
- Herlemont, D. & Alexander, C. (2004). Pairs trading, Convergence Trading, Cointegration. YATS finances & technologies
- Hollander, M. & Wolf, D.A. (1999). Nonparametric Statistical Method. John Wiley & Sons
- Ho, Kim (1996). Short-sales restrictions and volatility: the case of the stock exchange of Singapore, *Pacific-Basin Finance Journal*, Vol. 4, pp. 377-391
- Hong, G. & Susmel, R. (2004). Pairs-trading in the Asian ADR market. Working Paper. Saginaw Valley State University and University of Houston
- Huang, Roger D. & Stoll, R. (1997). The components of the bid-ask spread: a general approach. *Review of Financial Studies*, Vol. 10 (4), pp. 995-1034
- Jan Hanousek & Richard Podpiera (2002). Informed Trading and the Bid-Ask Spread: Evidence from an Emerging Market. Working paper.
- de Jong, Frank & Rindi, Barbara (2009). The Microstructure of Financial Markets. Cambridge University Press. ISBN: 978-0-521-68727-0
- Kahneman, D., Tversky, A. (1979). Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk. *Econometrica*, Vol. 47 (2), pp. 263-291
- Kaniel, R. & Liu, H. (2006). So What Orders Do Informed Traders Use?. *Journal of Business*, Vol. 79 (4)
- Keim, D. B., & Madhavan, A. (1995). Anatomy of the Trading Process: Empirical Evidence on the Behavior of Institutional Trades. *Journal of Financial Economics*, Vol. 37, pp. 371-398
- Keim, D.B. & Madhavan, A. (1998). The Cost of Institutional Equity Trades, *Financial Analysts Journal*, Vol. 54 (4), pp. 50-69
- Kelley, Eric K. & Tetlock, Paul C. (2012). How (Un)Informed Is Trading?. Working paper. NYU Stern.
- Kenney, J. F. & Keeping, E. S. (1951). Mathematics of Statistics, Part II. 2nd Edition. Princeton, New Jersey
- Kerr, Alistair W., Hall, Howard K. & Kozub, Stephen A. (2002). Doing Statistics With SPSS. SAGE Publications Ltd; versão condensada. ISBN 9780761973843
- Kothare, M. & Laux, P.A. (1995). Trading Costs and the Trading Systems for NASDAQ stocks. *Financial Analysts Journal*, Vol. 51 (2), pp. 42-53

- Kruskal, W.H. & Wallis, W. A. (1952). Use of ranks in one-criterion variance analysis. *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 47 (260), pp. 583–621
- Kumar, Alok (2009). Hard-to-value Stocks, Behavioral biases, and Informed trading. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Vol. 44 (6), pp. 1375-1401
- Kumar, Alok & Page, Jeremy K. (2014). Deviations from norms and informed trading. *Journal of financial and quantitative analysis*. Vol. 49 (4), pp. 1005-1037. doi: 10.1017/S0022109014000519
- Kyle, A. S. (1984). Informed Speculation with Imperfect Competition. *Review of Economic Studies*, Vol. 56 (3), pp. 317-355. doi: 10.2307/2297551
- Kyle, A. S. (1985). Continuous Auctions and Insider Trading. *Econometrica*, Vol. 53 (6), pp. 1315-1335
- Lakonishok, J. & Lee, I. (1998). Are insiders' trades informative?. Working Paper, Social Sciences Research Network
- Lakonishok, J., Shleifer, A., Thaler, R., & Vishny, R. (1991). Window Dressing By Pension Fund Managers . *The American Economic Review*, Vol. 81 (2), *Proceedings of the Hundred and Third Annual Meeting of the American Economic Association*, pp. 227-231
- Lee, C. M. C., Mucklow, B. & Ready, M. J. (1993). Spreads, depths, and the impact of earnings information: Intraday analysis. *Review of Financial Studies*, Vol. 6 (2), pp. 345-374.
- Lee, C. M. C. & Ready, M. J. (1991). Inferring trade direction from intraday data. *Journal of Finance*, Vol. 46 (2), pp. 733-746.
- Lee, C.M.C. & Swaminathan, B. (1998). Price Momentum and Trading Volume. Working Paper, Social Science Research Network
- Leopard, A. (1978). Risk preference in consecutive gambling. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, Vol 4 (3), pp. 521-528. doi: 10.1037/0096-1523.4.3.521
- Levene, H. (1960). Robust test for equality of variances. In I. Olkin (ed.), *Contributions to Probability and Statistics*, pp. 278-292, Palo Alto, California, Stanford University Press
- Ma, Tai, Hsieh, M. H. & Chen, J. H. (2001). The Probability of Informed Trading and the Performance of Stock in an Order-Driven Market. EFA 2001 Barcelona Meetins; EFMA 2001 Lugano Meetings. Disponivel em SSRN: <http://ssrn.com/abstract=264765>
- Markowski, C. A. & Markowski, E. P. (1990). Conditions for the Effectiveness of a Preliminary Test of Variance. *The American Statistician* Vol. 44 (4), pp. 322-326

- Maroco, J. & Bispo, R. (2003). *Estatística Aplicada às Ciências Sociais e Humanas*. Lisboa: Climepsi Editores
- Maroco, J. (2011). *Análise Estatística com o SPSS Statistics, 5ª Edição*, Lisboa. Sem editor comercial.
- Martinez, Victor, & Rosu, Ioanid (2012). High Frequency Traders, News and Volatility. Working Paper, HEC Paris
- Matinez, Victor & Rosu, Ioanid (2011). Informed Traders, News and Volatility. Working paper. Disponível em [http://faculty.baruch.cuny.edu/vmartinez/research/news\\_ioanidVictor.pdf](http://faculty.baruch.cuny.edu/vmartinez/research/news_ioanidVictor.pdf)
- Meire, I. (2009). Style Drift. In Greg N. Gregoriou (Eds), *Encyclopedia of Alternative Investments* (pp. 458-460). Florida: A Chapman & Hall/CRC. ISBN: 13: 978-1-4200-6488-9
- Mongin, P. Expected utility theory. Prepared for the Handbook of Economic Methodology (J.Davis, W.Hands, & U.Maki, eds. London, Edward Elgar, 1997, pp. 342-350). Slightly longer version than the published one
- Nath, P. (2003). High frequency pairs trading with us treasury securities: Risks and rewards for hedge funds. Working Paper. Disponível em SSRN: <http://ssrn.com/abstract=565441> ou <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.565441>
- Neal, R. (1996). Direct Tests of Index Arbitrage Models. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Vol. 31, pp. 541-562
- Odean, T. (1988). Are investors reluctant to realize their losses. *Journal of Finance*, Vol. 53, pp. 1775-1798
- O'Neal, E.S. (2001). Window Dressing and Equity Mutual Funds. Working paper, SSRN.
- Papadakis, G., & Wysocki, P. (2007). Pairs trading and Accounting Information. Working Paper Boston University School of Management and MIT Sloan School of Management
- Patterson, Scott (2010). Market makers push change. *The Wall Street Journal*, 13 de Julho.
- Patterson, Scott, & Lauricella, Tom (2010). Did a big bet help trigger Black Swan' stock swoon?. *The Wall Street Journal*, 11 de Maio, C1.
- Patterson, Scott & Lauricella, Tom (2010). SEC probes cancelled trades. *The Wall Street Journal*, 1 de Setembro, A1.
- Perlin, M. S. (2007). M of a kind: A Multivariate Approach at Pairs trading. Working Paper. Disponível em SSRN: <http://ssrn.com/abstract=952782>
- Perlin, M. S. (2009). Evaluation of pairs-trading strategy at the Brazilian financial market. *Journal of Derivatives & Hedge Funds*, Vol. 15 (2), pp. 122-136

- Pestana, M. H. & Gageiro, J. N. (2003). *Análise de dados para ciências sociais: a complementarida do SPSS*. Lisboa: Edições Sílabo
- Poterba, J. M., & Shoven, J. B. (2002). Exchange-Traded Funds: A New Investment Option for Taxable Investors . *American Economic Review*, Vol. 92 (2), pp. 422-427
- Puspaningrum, H. (2012). Pairs trading using cointegration approach. University of Wollongong
- Rachlin, H. (1990). Why Do People Gamble and Keep Gambling Despite Heavy Losses?. *Psychological Science*, Vol. 1, pp. 294-297
- Reed, Adam (2007). Costly short-selling and stock price adjustment to earnings announcements. Working paper. University of North Carolina
- Reilly, F. K. (1985). *Investment Analysis and Portfolio Management*, Dryden Press.
- Rice, J. A. (1994). *Mathematical Statistics and Data Analysis*. Duxbury Press. ISBN: 9780534209346
- Saffi, Pedro & Sigurdson, Kari (2008). Price efficiency and short selling. Working paper. IESE Business School – University of Navarra
- Saliu, I. (2010). *Probability Theory, Live! More than gambling and lottery – it's about life!*. USA: Xlibris corporation. ISBN 978-1-4500-3735-8
- Senchack, A. J. Starks, Laura T. (1993). Short-Sale Restrictions and Market Reaction to Short-Interest Announcements. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Vol. 28 (2), pp. 177–94
- Seyhun, N. (1986). Insiders' Profits, Costs of Trading, and Market Efficiency. *Journal of Financial Economics*, Vol. 16, pp. 189-212
- Sharpe, W.F. (1965). Mutual fund Performance. *Journal of Finance*, Vol. 39, pp. 119-138
- Sharpe, W. F. (1994). The Sharpe Ratio. *The Journal of Portfolio Management*, Vol. 21 (1), pp. 49-58. doi: 10.3905/jpm.1994.409501
- Shiller, R. (1990). *Market Volatility*. Cambridge: MIT Press
- Sokal, R.R. & Rohlf, F.J. (1987). *Introduction to biostatistics*, 2nd Edition. New York: Freeman
- Stein, J. C. & Hong, H. (1999). A unified theory of underreaction, momentum trading, and overreaction in asset markets. *Journal of Finance*, Vol. 54, pp. 2143-2184
- Stevenson, R. A. & Jennings, E. H. (1984). *Fundamentals of Investments*, West Publishing Co. ISBN: 978-0314778253
- Stickel, S. E., & Verecchia, R. E. (1994). Evidence that trading volume sustains stock price changes. *Financial Analysts Journal*, Vol. 50 (6), pp. 57-67

- Stigler, George J. (1961). The Economics of Information. *Journal of Political Economy*. Vol. 69 (3), pp. 213-225.
- Stoll, Hans R. (1989). Inferring the Components of the Bid-Ask Spread: Theory and Empirical Tests. *Journal of Finance*, Vol. 44 (1), pp. 115-134
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (1996). Using multivariate statistics (3.ª Edição). New York: Harper Collins.
- Thurlin, Arto (2009). Pre-trade Transparency, Market Quality, and Informed Trading. Working paper. Hanken School of Economics.
- Triola, M.F. (2006). Elementary Statistics, 10th Ed. Boston, Massachusetts: Pearson Addison Wesley
- Van Ness, B. F., Van Ness, R. A. & Warr, R. S. (2001). How well do adverse selection components measure adverse selection?. *Financial Management*, Vol. 30, pp. 77-98
- Viana, Octávio & Santos, Paulo. (2010). Don't fight the fed: Quantitative Easing. Disponível em <http://www.associacaodeinvestidores.com/index.php/artigos-e-teses/63-artigos/87-quantitative-easing>
- Vidyamurthy, G. (2004). Pairs trading – Quantitative Methods and Analysis. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.. ISBN: 978-0-471-46067-1
- Wei, Wang C., Frino, Alex, Gerace, Dionigi (2012). Decomposing the probability of informed trading measure. Working Paper. Disponível em SSRN: <http://ssrn.com/abstract=2137398> ou <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2137398>
- West, R. R., & Tinic S. M. (1972) The Economics of the Stock Market. New York: Praeger Publishers.
- Wilcoxon, F. (1945). Individual comparisons by ranking methods. *Biometrics Bulletin*, Vol. 1 (6), pp. 80–83.
- Williams, Michael (2013). The Impact of Quantitative Easing on Asset Price Comovement. *International Financial Markets*. Emerald Group Publishing Limited, pp. 139–163. ISBN: 978-1-78190-311-7
- Wooldridge, J. M. (2009). Introductory Econometrics: A Modern Approach, 4th Edition. Michigan State University
- Zeghal, D. (1984). Firm Size and the Informational Content of Financial Statements. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Vol. 19 (3), pp. 299-310

Zhou, Dan (2011). Ownership structure, liquidity, and trade informativeness. *Journal of Finance and Accountancy*, Vol. 6. Disponível em <http://www.aabri.com/manuscripts/10656.pdf>