



Instituto Politécnico de Santarém Escola
Superior de Gestão e Tecnologia

SORTE OU TÉCNICA? EVIDÊNCIAS NO ÍNDICE EURO STOXX 50 APLICANDO A METODOLOGIA BOOTSTRAP

Dissertação de Mestrado em Contabilidade e Finanças

André António Teles

Orientador:

Professor Doutor Paulo Araújo Santos

2016



Instituto Politécnico de Santarém Escola
Superior de Gestão e Tecnologia

SORTE OU TÉCNICA? EVIDÊNCIAS NO ÍNDICE EURO STOXX 50 APLICANDO A METODOLOGIA BOOTSTRAP

Dissertação de Mestrado em Contabilidade e Finanças

André António Teles

2016

“The four most dangerous words in investing are: This time it’s different.”

John Templeton

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer ao Professor Doutor Paulo Araújo Santos pelos contributos científicos e pela orientação da minha tese.

Gostaria de agradecer igualmente, à minha esposa Sónia Simões pelo seu apoio, compreensão e incentivo na concretização deste meu objetivo.

Por fim, um obrigado aos meus pais pelos valores que sempre me inculcaram.

RESUMO

As sucessivas crises financeiras e a turbulência dos mercados financeiros a nível mundial contribuíram para a alteração do paradigma do comportamento dos investidores.

O objetivo desta pesquisa é analisar dois blocos de estratégias de investimento, usando os indicadores técnicos *Moving Average* (MA 200) e o *Relative Strength Index* (RSI) de modo a verificar se essas estratégias são rentáveis e simultaneamente se apresentam significância estatística.

Na presente dissertação foram recolhidos 28 anos de dados do índice Euro Stoxx 50 e geradas 500 simulações aleatórias através da ferramenta estatística Bootstrap. O risco de perda foi medido através do modelo *Value-at-Risk* (VaR), a rentabilidade mensurada através dos log retornos e o binómio risco-retorno apurado através do rácio de *Sharpe modificado*. Resultados empíricos demonstram que, o bloco de estratégias mais robustas foram as resultantes da combinação entre os dois indicadores técnicos revelando que, algumas estratégias de investimento podem superar a estratégia *Buy&Hold*.

Palavras-chave: Bootstrap, Estratégias de investimento, MA 200, RSI.

ABSTRACT

Successive financial crises and turmoil in financial markets worldwide contributed to the change in investor behavior paradigm.

The aim of this research is to examine two blocks of investment strategies using the technical indicators such as, Moving Average (MA 200) and the Relative Strength index (RSI) to see if these rules are profitable and simultaneously show statistical significance. In this thesis it was collected 28-years data of the Euro Stoxx 50 index and generated 500 random simulations by Bootstrap statistical tool. We measured downside risk with a Value-at-Risk (*VaR*) model, profitability measure by the log returns and the binomial risk-return determined by the modified Sharpe ratio. Empirical results demonstrate that the more robust strategies block were those resulting from the combination of the two technical indicators, showing that some investment strategies can overcome the Buy&Hold strategy.

Keywords: Bootstrap, Investment strategies, MA 200, RSI

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	ii
ABSTRACT	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE TABELAS	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	viii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	ix
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Enquadramento Inicial	1
1.2. A Motivação para a Escolha do Tema	2
1.3. A Pertinência Teórica/ Prática do Tema.....	3
1.4. O Objetivo do Estudo.....	4
1.5. Hipóteses de Estudo.....	5
2. REVISÃO DE LITERATURA	6
2.1. <i>Random Walk Hypothesis</i>	6
2.2. Eficiência de Mercado	11
2.3. Análise Técnica	18
2.3.1. Análise Técnica: Conceitos Introdutórios	18
2.3.2. Indicadores e Osciladores utilizados na análise técnica	23
2.3.2.1. Médias Móveis	23
2.3.2.2. Relative Strength Index.....	24
2.3.3. Alguns estudos que utilizaram estas ferramentas.....	24
2.4. Risco	26
2.4.1. Risco de Mercado	26
2.4.2. <i>Value-at-Risk</i>	30
2.4.3. Abordagens de Mensuração <i>VaR</i>	32
2.4.3.1. Modelos Não Paramétricos	33
2.4.3.2. Modelos Paramétricos	34
3. DADOS E METODOLOGIA.....	36
3.1. Dados	36
3.2. Metodologia.....	36

4. RESULTADOS E ANÁLISE DOS DADOS	39
4.1. Estratégia de Investimento I – MA 200	42
4.2. Estratégia de Investimento II – Combinação entre MA200 e <i>RSI</i>	45
5. CONCLUSÕES	49
BIBLIOGRAFIA	51
ANEXOS	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Preços diários do índice bolsista STOXX50E.....	2
Figura 2. Lisbon stock market PSI 20 index – closing prices.....	11
Figura 3. European Equity managers compared with MSCI Europe Index.....	15
Figura 4. Tendência ascendente das ações GoodYear no período outubro de 1992 a novembro de 1993.....	20
Figura 5. Tendência descendente das ações Merck & CO no período setembro de 1992 a novembro de 1993.....	20
Figura 6. Formação <i>Head & Shouders</i> das opções Amerian Barried no período outubro de 1992 a novembro de 1993.....	21
Figura 7. Formação de triângulo descendente das ações da Boeing no período outubro de 1992 a novembro de 1993.....	21
Figura 8. Formação Double top das ações da Caterpillar no período de 1089 a 1993.....	22

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Análise descritiva log Retornos do índice STOXX50E no período de 1 de Janeiro de 1987 a 4 de Junho de 2015.....	39
Tabela 2. Amostra e reamostras dos log retornos do índice bolsista STOXX50E.....	40
Tabela 3. Novas simulações dos preços do índice bolsista STOXX50E.....	40
Tabela 4. Sumário das estatísticas das 3 estratégias do índice bolsista STOXX50E (1).....	41
Tabela 5. Resultados das Simulações <i>RW</i> na estratégia de investimento <i>Bull</i> (1).....	42
Tabela 6. Resultados das Simulações <i>RW</i> na estratégia de investimento <i>Bear</i> (1).....	43
Tabela 7. Sumário das estatísticas das 3 estratégias do índice bolsista STOXX50E (2).....	45
Tabela 8. Resultados das Simulações <i>RW</i> na estratégia de investimento <i>Bull</i> (2).....	46
Tabela 9. Resultados das Simulações <i>RW</i> na estratégia de investimento <i>Bear</i> (2).....	46

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Simulação de 25 séries de cotações do índice bolsista STOXX50E utilizando a abordagem bootstrap.....	36
Gráfico 2. Cotações do índice bolsista STOXX50E no período de 1 de Janeiro de 1987 a 4 de Junho de 2015.....	38
Gráfico 3. Log retornos do índice bolsista STOXX50E no período de 1 de Janeiro de 1987 a 4 de Junho de 2015.....	38
Gráfico 4. Histograma dos log Retornos do índice bolsista STOXX50E no período de 1 de Janeiro de 1987 a 4 de Junho de 2015.....	39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AF	Análise Fundamental
AT	Análise Técnica
APARCH	<i>Asymmetric Power Autoregressive Conditional Heteroscedasticity</i>
ADF	<i>Augmented Dickey–Fuller</i>
ARCH	<i>AutoRegressive Conditional Heteroskedasticity</i>
CAPM	<i>Capital Asset Price Model</i>
DPOT	<i>Duration based Peaks Over Thresholdquase</i>
EWMA	<i>Exponentially Weighted Moving Average</i>
EVT	<i>Extreme Value Theory</i>
FHS	<i>Filtered Historical Simulation</i>
GARCH	<i>Generalized autoregressive condicional heroscedasticity</i>
HME	Hipótese Mercado Eficiente
IID	Independentes e identicamente distribuídas
DJIA	Índice Bolsista <i>Dow Jones Industrial Average</i>
STOXX50E	Índice Bolsista Euro Stoxx 50
PSI-20	Índice Bolsista Português
S&P500	Índice Bolsista Standard & Poor's 500
Log	<i>Logarítmico</i>
MM	Médias Móveis
MM 200	Médias Móveis 200
MMC	Método de Monte Carlo
MA	<i>Moving Average</i>
MACD	<i>Moving Average Convergence Divergence</i>
OT	Obrigações do Tesouro
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
QUASI-PORT	<i>Peaks Over Random Threshold</i>
RS	<i>Relative Strenght</i>
RSI	<i>Relative Strenght Index</i>
RW	<i>Random Walk</i>
VaR	<i>Value-at-Risk</i>

1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento Inicial

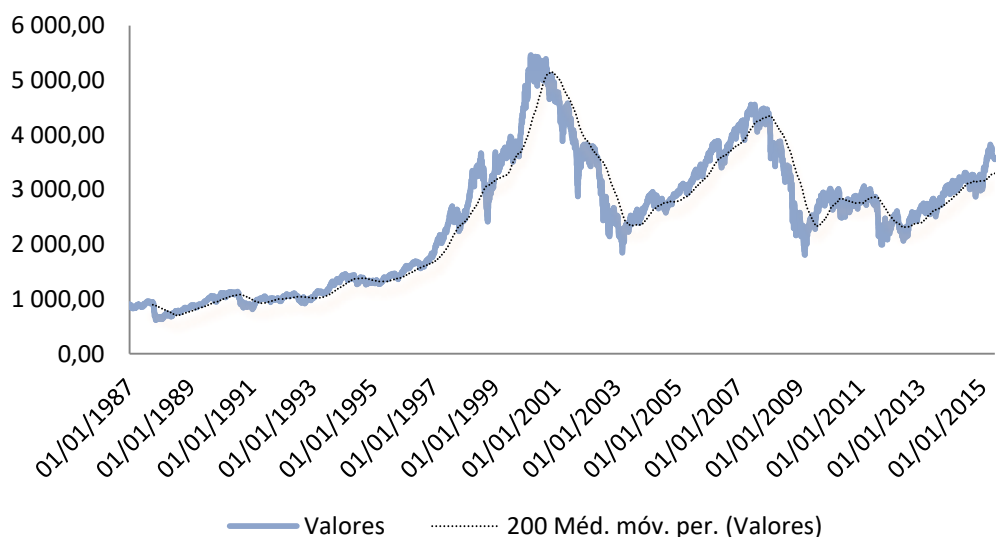
O comportamento dos mercados financeiros continua mesmo nos dias de hoje a intrigar os economistas, matemáticos, investigadores e investidores. Os mercados financeiros assumem um passeio aleatório resultado da sua eficiência na incorporação de informação? Será possível projetar o seu comportamento futuro assumindo que o mercado se movimenta segundo tendências?

Samuelson (1965) através da sua publicação intitulada de *“Proof that Properly Anticipated Prices Fluctuate Randomly”* estuda esta temática. Samuelson (1965, p.44) refere o seguinte: *“This means that there is no way of making an expected profit by extrapolating past changes in futures prices”*. Para este investigador independentemente da metodologia de investimento utilizada o investidor não consegue obter rentabilidades incomuns de forma sistemática simplesmente analisando o comportamento histórico dos valores mobiliários.

As flutuações dos mercados acionistas para muitos são suportadas por indicadores económico-financeiros que refletem as variáveis fundamentais de uma organização como é o caso da Análise Fundamental (AF). Ao invés, para outros essas oscilações são corroboradas com um conjunto de indicadores e gráficos obtidos através do estudo de dados históricos, a esta abordagem designamos por Análise Técnica (AT).

A Análise técnica lamentavelmente nem sempre tem sido utilizada da melhor forma, existem muitos investidores que escolhem dados parciais, e determinados gráficos para demonstrar que a suas estratégias de investimento naqueles casos tinham sido rentáveis. De modo a evitar esse tipo de enviesamento através da utilização de *backtesting* desprovidos de qualquer validação científica torna-se premente a utilização de ferramentas estatísticas que validem se aquela estratégia de investimento é útil. A figura abaixo apresenta o comportamento diário do índice bolsista Euro Stoxx 50 (STOXX50E) e o indicador da análise técnica média móvel 200 que será abordado com mais detalhe no decurso da presente dissertação.

Figura 1. Preços diários do índice bolsista STOXX50E



Mais recentemente, com as diversas crises financeiras a contagiarem os mercados acionistas contribuem para uma maior preocupação com o risco inerente a cada investimento, e com a previsão de perda no investimento para os dias seguintes. Investigadores face a este novo paradigma utilizam com maior frequência o rácio de *Sharpe* proposto por Sharpe (1966) que relaciona a rentabilidade com o risco assumido.

Nos pontos seguintes serão abordados a motivação do discente para o tema em causa assim como a sua pertinência atual. Seguidamente são apresentados os objetivos primários e secundários assim como as hipóteses de estudo. No capítulo segundo será efetuada uma breve revisão de literatura abrangendo embora que de forma sucinta todas as áreas que vão ser abordadas na dissertação de Mestrado. Por fim, será apresentada a metodologia a ser aplicada e os resultados obtidos.

1.2. A Motivação para a Escolha do Tema

Após décadas de uma acentuada expansão mundial, surge a crise do *subprime* em 2008 levando à insolvência de instituições bancárias, seguradoras e investidores. A forma de encarar os investimentos modificou-se, assim como, as estratégias de investimento utilizadas após as desvalorizações acentuadas nas várias carteiras de ativos financeiros um pouco por todo o mundo. Durante décadas na literatura identificam-se várias formas de análise de investimentos, nomeadamente no campo da análise técnica, através de indicadores técnicos

assim como, padrões gráficos e linhas de suporte e resistência. A motivação surge pela necessidade de utilizar modelos estatísticos mais robustos de modo a inferir se determinadas estratégias de investimento podem gerar rentabilidades superiores a uma estratégia *Buy&hold* (posição detida sempre longa) e se as mesmas têm significância estatística. O risco que o investidor incorre passou a ser cada vez mais um fator primordial na escolha de cada estratégia, adaptando se assim a cada perfil de investidor. Será analisado o mercado europeu nomeadamente através do índice STOXX50E visto este se tratar de um índice com elevada liquidez e representativo das 50 maiores empresas de diversos setores e países da zona euro.

1.3. A Pertinência Teórica/ Prática do Tema

A hipótese de *Random Walk (RW)* tem sido analisada e revisitada ao longo dos tempos, através de vários prismas. Embora já exista diversa literatura publicada sobre esta temática, esta continua a gerar interesse junto da comunidade científica e público em geral pelos resultados contraditórios que vão surgindo à medida que é surgem novos estudos publicados. Atualmente é pertinente abordar o tema recorrendo não apenas a estratégias de investimento que se limitam a serem testadas em dados históricos. Estas metodologias até podem apresentar resultados positivos e superiores às estratégias de investimento passivas. Porém, podem não ter significância estatística, o que significa que estas estratégias podem não funcionar na maioria das situações.

Wang et al. (2014) no seu artigo "*Combining technical trading rules using particle swarm optimization*" sugere para estudos futuros se utilize combinações de estratégias de investimento combinando a *Moving Average (MA)* com o indicador *Relative strength index (RSI)* que é um oscilador de *Momentum*. Tal como o investigador utilizou, será utilizada uma ferramenta estatística denominada por *bootstrap* proposta por Efron (1979) e utilizada igualmente por Brock et. al (1992) que consiste na geração de simulações a partir da serie inicial, mantendo a mesma dimensão da série inicial, independência dos dados e idêntica distribuição empírica. Será igualmente pertinente utilizar uma mensuração de risco mais avançada do que o estudo de Brock et al. (1992) visto que, este apenas utilizou nos seus estudos o desvio padrão, que apresenta uma grande limitação por apresentar os desvios positivos e negativos em relação à média. Por isso será interessante utilizar o *value-at-risk (VaR)*, através da abordagem *RiskMetrics* proposto por J.P. Morgan (1996).

Araújo Santos e Carraca Matos (2014) com o seu artigo "*Managing expected returns and downside risk with information from technical analysis*", foram igualmente um suporte para a escolha do tema. Estes efetuaram um *backtesting* ao índice bolsista *Dow Jones Industrial Average* (DJIA) recorrendo ao *bootstrap* de Efron (1979) com o intuito de validar estatisticamente o uso de indicadores de técnicos. Para isso utilizaram como indicadores técnicos as médias móveis 200 (MM 200) e avaliaram através do *bootstrap* se com determinadas estratégias de investimento ativas os investidores conseguiriam obter retornos superiores aos do mercado, e sobretudo se os resultados obtidos possuíam relevância estatística¹.

1.4. O Objetivo do Estudo

A presente dissertação tem como objetivo principal analisar se o índice bolsista STOXX50E adota um comportamento *Random Walk*. Com o intuito de rejeitar a hipótese nula que o mercado assume um comportamento de Passeio aleatório será utilizada ferramenta estatística proposta por Efron (1979) que obtém novas series aleatórias com reposição a partir da série original.

Objetivos secundários:

- Analisar se os retornos logarítmicos (log) obtidos são na estratégia *Bull* (tendência primária de subida), e *Bear* (tendência primária de descida) são superiores à estratégia *Buy&hold*, e se são significativos estatisticamente;
- Analisar se o risco obtido nas estratégias *Bull* e *Bear* são superiores/inferiores à estratégia *Buy&hold*, e se são significativos estatisticamente;
- Analisar se os rácios de *Sharpe* obtidos nas estratégias *Bull* e *Bear* são superiores/inferiores à estratégia *Buy&hold*, e se são significativos estatisticamente.

¹ Estes investigadores analisaram igualmente o risco do investimento através das médias *VaR* para o dia seguinte assim como, o rácio de *Sharpe* que mede o binómio risco-retorno. Em termos de estratégias definiram principalmente três tipos de estratégias de investimento. A estratégia *Bull* em que o investidor entra no mercado quando o preço do índice cruzava de forma ascendente a MM 200. A estratégia *Bear* quando a cotação do índice cruzava de forma descende a MM 200. E por fim a estratégia *Buy&hold* em que o investidor simplesmente entra no mercado de forma permanente.

1.5. Hipóteses de Estudo

A construção das hipóteses a investigar teve por base os objetivos definidos anteriormente. Para análise dos resultados utilizar-se-á estratégia de *Bull market*, de *Bear market* contra a estratégia *Buy&hold*, com o intuito de prever estas tendências será utilizado estratégias de investimento suportadas pela análise técnica atribuída a Charles Dow séc. XX e desenvolvida posteriormente por Hamilton (1922) e Rhea (1932). Dentro desta corrente será utilizado o indicador de tendência de longo prazo MA 200 utilizado por Aronson (2011) e o oscilador *RSI* desenvolvido por Wider (1978).

Para a mensuração do risco inerente a um investimento será utilizada a abordagem *riskmetrics* proposta por J.P.Morgan (1996). Outros fatores que vão igualmente ser avaliados e definidos nos objetivos secundários são se os log retornos obtidos e o *Sharpe ratio* desenvolvido por Sharpe (1966) em ambas as estratégias são superiores à estratégia *Buy&hold* e se são igualmente estatisticamente significativas.

Na primeira abordagem:

- **H₁)** Uma estratégia de investimento com base na MA 200 tem log retornos esperados estatisticamente diferentes dos obtidos sob a hipótese *random walk*;
- **H₂)** Uma estratégia de investimento com base na MA 200 tem riscos esperados estatisticamente diferentes dos obtidos sob a hipótese *random walk*;
- **H₃)** Uma estratégia de investimento com base na MA 200 tem rácios de Sharpe esperados estatisticamente diferentes dos obtidos sob a hipótese *random walk*.

Na segunda abordagem:

- **H₄)** Uma estratégia de investimento com base combinação entre a MA 200 e o oscilador RSI tem log retornos esperados estatisticamente diferentes dos obtidos sob a hipótese *random walk*;
- **H₅)** Uma estratégia de investimento com base combinação entre a MA 200 e o oscilador RSI tem Riscos esperados estatisticamente diferentes dos obtidos sob a hipótese *random walk*;
- **H₆)** Uma estratégia de investimento com base combinação entre a MA 200 e o oscilador RSI tem Rácios de *Sharpe* esperados estatisticamente diferentes dos obtidos sob a hipótese *random walk*.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. *Random Walk Hypothesis*

A teoria *Random Walk* é uma das teorias económicas mais estudadas e testadas sobretudo quando aplicada aos mercados financeiros. Esta teoria refere que não existem padrões nas oscilações dos preços de ações, índices bolsistas, warrants ou outro tipo de ativos mobiliários. Assim sendo, como os preços se movimentam de forma aleatória é impossível um investidor com base em informação histórica conseguir sistematicamente projetar o comportamento futuro de uma ação e com isso obter lucros anormais. Existem diversos investigadores que corroboram esta teoria através de diversos testes estatísticos demonstrado por exemplo que não existe correlação linear entre os dados enquanto que, por outro lado existem outra corrente de opinião que refere que o mercado com determinadas especificidades nem sempre se comporta de forma aleatória.

Tendo em consideração a revisão de literatura efetuada, verificou-se que a hipótese de passeio aleatório (*Random Walk*) surge pela primeira vez na literatura através de Bachelier (1900) pela sua tese de doutoramento com o título "*Théorie de la speculation*", na qual estuda o movimento browniano² das obrigações francesas concluindo que o comportamento do preço destes ativos comporta-se de modo aleatório. Cowles (1933) no artigo intitulado "*Can Stock Market Forecasters Forecast?*", estuda a problemática do passeio aleatório através da análise das previsões de movimentação futura dos preços efetuadas em 45 bancos de investimento. Nesse artigo são analisadas diferentes estratégias de investimento de modo a inferir se os investidores mediante determinadas combinações conseguiram superar o mercado. Cowles (1933) nos seus resultados não consegue rejeitar a hipótese nula. Além disso ainda identifica a desvantagem que com as comissões praticadas pelos bancos a rentabilidade resultante ainda é menor comparativamente com uma estratégia passiva.

Kendall (1953) através das suas investigações não consegue encontrar

² Brown (1827) descobriu que pequenas partículas suspensas em fluidos apresentam movimentos erráticos, este fenómeno também está presente em substâncias gasosas.

tendências ou padrões que ocorrem na formação dos preços, não encontrando igualmente evidência para rejeitar a hipótese de passeio aleatório através da observação de vinte e duas séries temporais, verificando fracas correlações das cotações com as cotações históricas. Seguiram-se estudos empíricos de Osborne (1959), Cowles (1960) e Working (1960) — este último verificou que o uso de médias na análise de uma amostra pode gerar autocorrelações entre os preços de um determinado ativo.

Larson (1960) continuando a investigação de Working (1960) refere o seguinte:

“In an ideal market, existing knowledge of market conditions would be reflected in current price, and any new information, showing altered conditions, would produce a price movement. Truly new information emerges randomly, and so price movements would tend to be random. Working’s model of price movement in an ideal market is thus a random walk; that is, price is the accumulation of random movements. Equilibrating forces restrain the random walk, of course, but during the life of anyone future the random movements predominate. These random movements, far from being blind stumbling around in a penumbra, would be movements to accurately estimated new equilibrium prices.

No actual market behaves exactly like an ideal market. Many commodity futures markets approach the ideal, and differ principally in that traders react with varying skill to varying sources of information and so some of the response to price-making forces is delayed”. (p.66)

Este investigador utilizou um novo método de análise das séries temporais e através do estudo dos preços de futuros de milho no mercado de Chicago corrobora a teoria de Working (1960). Contudo, surge com o conceito de tendência, afirmando que esta pode ter reversões no curto prazo, mas no longo prazo assume uma correlação fraca entre os dados. A amostra recolhida teve dois períodos distintos, nomeadamente de 1922-1932 e 1949-1958. Através da análise destes dados verificou que 80% dos dados extraídos assumiam um comportamento muito similar a uma distribuição normal mas que 20% dos dados apresentavam valores extremos.

Smidt (1960) através da sua investigação sobre futuros de soja afirmou que

esses preços apresentavam uma dependência negativa com significância estatística no mês de maio. Alexander (1961) através dos estudos dos índices bolsistas DJIA e do índice bolsista Standard & Poor's 500 (S&P500) tentou rejeitar a hipótese de passeio aleatório mas não obteve suporte estatístico para fundamentar a sua teoria. Confirmou apenas que a distribuição dos retornos era leptocúrtica. Na sua teoria utilizou uma técnica de filtros. Definiu que se a cotação de um título oscilasse positivamente X% o investidor devia comprar esse ativo e vendê-lo quando este descesse X% da subida que já tinha ocorrido. Utilizou-se um período temporal de 1897 a 1929 no caso do índice DJIA e o período de 1929 a 1959 para o índice S&P500. Os osciladores utilizados podiam estar compreendidos entre os [5%;50%].

Mandelbrot (1963) no seu artigo "*The Variation of Certain Speculative Prices*" criticou fortemente os resultados obtidos por Alexander (1961). Refere que este investigador sobrestimou os retornos alcançados através da técnica de investimento recorrendo à utilização de filtros. Afirma que o valor obtido é sempre menor do que o esperado. Outra crítica apresentada foram as comissões praticadas pelos bancos. Refere que estas contribuem para uma redução das rendibilidades esperadas. Estas vão sendo cada vez mais reduzidas consoante a variação do filtro for cada vez menor. No longo prazo esta estratégia especulativa transformar-se-á num jogo justo, ou por outras palavras será semelhante em termos de resultado a uma estratégia *Buy&hold*.

Alexander (1964) devido às críticas que obteve corrigiu algum enviesamento encontrado no seu artigo anterior e efetuou novas investigações através do índice S&P500 industrial. Observou que extraído o efeito dos custos de transação a maioria dos filtros geravam ganhos anormais em determinadas estratégias. Alexander (1964) verificou que quando o mercado assume uma tendência de crescimento a sua estratégia de filtros apresentava resultados inferiores do que uma estratégia *Buy&hold* e com um risco associado maior.

Samuelson (1965) através da sua publicação intitulada de "*Proof that Properly Anticipated Prices Fluctuate Randomly*," estuda esta temática. Samuelson (1965, p.44) refere o seguinte: "*This means that there is no way of making an expected profit by extrapolating past changes in futures prices*", afirmando mesmo que essas previsões não podem ser atingidas através da análise de gráficos nem mesmo de algoritmos mais complexas. Fama (1965) refere tal como os seus antecessores que as sucessivas flutuações no preço das cotações são independentes e aleatórias mas que os retornos encontrados não seguiam uma distribuição normal.

A independência é exemplificada pela seguinte expressão:

$$\Pr (X_t = X \mid X_{t-1}, X_{t-2}, \dots) = \Pr (X_t = X) \quad (2.1.1)$$

Fama (1965) refere que o termo à direita é a probabilidade incondicional que a mudança de um determinado preço durante um determinado período (t) irá assumir o valor (X). O termo à esquerda do sinal de igualdade refere-se à probabilidade condicional que a variação dos preços irá assumir o valor (x), condicional no conhecimento das alterações dos preços que ocorreram nos valores X_{t-1} , X_{t-2} , e assim sucessivamente. Em todos os testes efetuados, e em todos os intervalos analisados as correlações entre os preços históricos e os subseqüentes eram marginais e em muitos casos inexistentes corroborando assim a hipótese de passeio aleatório. Fama (1970) define a hipótese de eficiência dos mercados de capitais. Este refere que num mercado eficiente as cotações refletem totalmente a informação disponível, não existindo a possibilidade de antecipar movimentos e obter retornos anormais com previsões de mercado. Estes conceitos serão abordados no capítulo II desta dissertação de forma mais aprofundada.

Na década de 80, Black (1986) veio originar uma disrupção na forma de investir no mercado criando um novo perfil de investidor ao qual designou por “*noise trader*”. Este tipo de investidor não investe de acordo com informação intrínseca nem igualmente por razões exógenas. Fischer Black refere mesmo que este tipo de investidores investem em algo que não tem por base informação pública ou privada. Alguns investidores podem ser considerados como “*noise traders*” por razões diferentes como por exemplo, um individuo que vende ações no final do ano de modo a obter benefícios fiscais, um avô que compra ações de uma empresa para o seu neto que possa obter um benefício futuro, entre outros³. Esta diversidade de ruídos são importantes e contribuem para o aumento de liquidez de um determinado ativo.

Na década seguinte Campbell, Lo e Mackinlay (1997) surgem com a possibilidade de dividir as hipóteses de *Random walk* de três formas. Estas vão ser apresentadas de seguida.

³ A ferramenta análise técnica abordada nos capítulos seguintes da presente tese é classificada como fazendo parte do “*noise trading*” pelo motivo de esta se basear na análise de gráficos, padrões e outros indicadores em detrimento da informação relativa às variáveis fundamentais de uma empresa.

- *Random Walk I*: retornos independentes e identicamente distribuídos (IID)

$$P_t = \mu + p_{t-1} + \epsilon_t, \quad \epsilon_t \sim IID(0, \sigma^2) \quad (2.1.2)$$

Os autores consideram esta hipótese a mais simples do modelo *RW I*. Em que (P_t) refere-se ao preço dinâmico, (μ) a expectativa de variação do preço, (p_{t-1}) significa o preço de um ativo do período anterior. Por fim *IDD* ($0, \sigma^2$) significa que (ϵ_t) é independente e igualmente distribuído com média zero e variância (σ^2). Esta função implica que os retornos não estejam auto correlacionados, e que as funções não lineares dos retornos também não estão igualmente correlacionadas.

- *Random Walk II*: retornos independentes

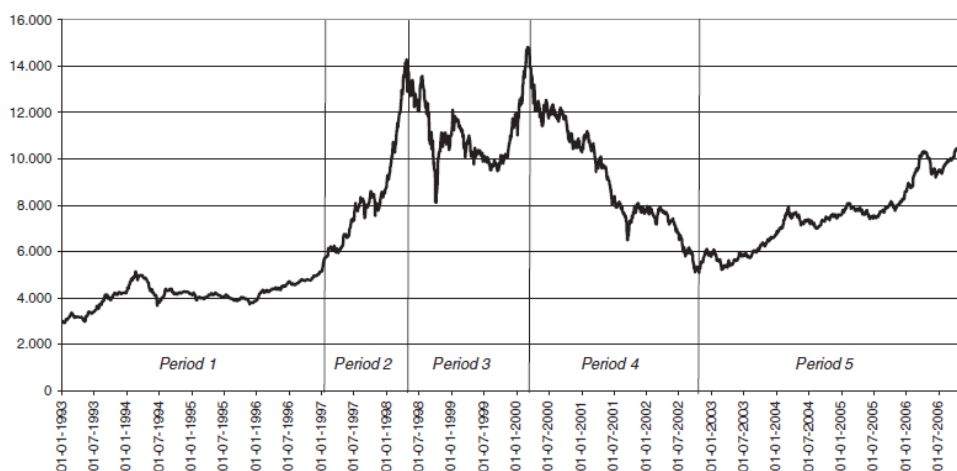
No segundo modelo os pressupostos sofrem alterações face ao modelo *RW I*. Neste modelo os retornos não são identicamente distribuídos. Estes referem que os preços dos ativos financeiros sofrem alterações através dos ciclos financeiros causados por crises financeiras, crescimento económico, entre outros. Este modelo assume apenas a independência dos preços futuros face aos históricos.

- *Random Walk III*: retornos não correlacionados

O *RW III* assume uma definição mais ampla. Esta hipótese é mais simplista tendo em conta que, não existe a necessidade dos retornos serem IID conforme referido no *RW I* e hipótese da independência presente no *RW II* também pode não se verificar. Logo, no *RW III* os retornos podem ser dependentes deste que não estejam correlacionados entre si.

Mais recentemente Borges (2011) no seu artigo "*Random Walk Tests for the Lisbon Stock Market*" analisou o índice bolsista português (PSI-20) com o intuito de verificar se o índice português assumia comportamentos de *Random Walk* ou ao invés, se os comportamentos futuros das cotações eram de alguma forma previsíveis contrariando assim a hipótese de eficiência de mercado na sua forma fraca. O período amostral utilizado ocorreu entre janeiro de 1993 e dezembro de 2006. A amostra foi subdividida em 5 períodos conforme figura abaixo.

Figura 2. Lisbon stock market PSI 20 index – closing prices



Fonte: Borges, M. R. (2011, p. 634)

Os resultados alcançados nos períodos 4 e 5 foram similares a um comportamento *RW* com evidência obtida através de testes de correlação entre as cotações do índice bolsista Português (PSI-20), *run tests*, *Augmented Dickey-Fuller* (ADF), e testes de rácio de múltipla variância propostos por Lo & MacKinlay (1988). Pierdziuch et al. (2014) testaram a hipótese de passeio aleatório no ouro. Através desse estudo verificaram que as variáveis macroeconómicas utilizadas possuíam um bom poder preditivo na obtenção de excesso de rentabilidade com as estratégias utilizadas assim como, um bom rácio de sharpe. Porém, ao incluírem-se os custos de transações as diferenças entre as estratégias ativas e a estratégia *Buy&hold* eram mais ténues.

Neste estudo foram utilizadas 250 reamostragens que comprovaram desempenhos superiores à estratégia *Buy&hold*.

2.2. Eficiência de Mercado

Será que os mercados incorporam toda a informação disponível? Todos os investidores têm acesso à informação nas mesmas condições? A ineficiência de mercado pode gerar com estratégias de investimento robustas na obtenção de rentabilidades?

A hipótese de mercado eficiente (HME) está relacionada com a teoria de *RW* analisada no ponto anterior. Esta assume a premissa que os preços correntes das ações refletem toda a informação disponível sobre uma determinada empresa e devido a esse

facto não existe nenhuma estratégia que permita beneficiar de uma ineficiência de mercado com o intuito de gerar lucros adicionais ao investidor.

Os pressupostos da HME assentam nas seguintes premissas:

- Ausência de custos de transação nas ordens de bolsa;
- A informação é disponibilizada sem custos para os agentes económicos;
- Existe concordância entre todos os intervenientes sobre os efeitos da informação nos preços atuais dos valores mobiliários e expectativas quando ao valor futuro.

De acordo com Sewell (2012) a eficiência de mercado surge pela primeira vez através do matemático Cardano (1564) através da publicação do seu livro ainda redigido em latim com o título "*Liber de ludo Alae*". Este investigador neste livro abordou conceitos probabilísticos que iriam suportar mais tarde a teoria dos jogos, que assenta na premissa que todos os jogadores têm a mesma probabilidade de vencer. Conforme verificado no ponto anterior o conceito de hipótese de eficiência dos mercados durante várias décadas não é dissociada do pressuposto de passeio aleatório, existindo assim em termos empíricos uma similaridade entre estes dois conceitos.

Fama (1965b) no artigo "*The Behavior of Stock-Market Prices*" refere que mercado eficiente de títulos, é um mercado onde a informação disponível sobre determinado ativo em períodos temporais distintos, refletem uma boa previsão do seu valor intrínseco. Através deste conceito transmite-nos que os valores das cotações são influenciados pela informação que é transmitida, como por exemplo a informação das demonstrações financeiras, as expectativas de crescimento, ou ao invés, por informação negativa que iria afetar negativamente o seu valor de mercado. Este investigador ainda nesta fase não refere de que modo a informação influencia a cotação do título, se poderá existir alguma ineficiência ou até mesmo o ruído da própria informação referido por Black (1986) praticamente duas décadas depois. Fama (1970) através das suas investigações e com base nos seus trabalhos anteriores menciona que um mercado que reflete toda a informação disponível é denominado como mercado eficiente. Refere que a eficiência de mercado pode subdividir-se em três categorias distintas utilizando a divisão já proposta por Roberts (1967).

As categorias referidas por Fama (1970) são as seguintes:

- Mercados eficientes na forma forte – Insere-se nesta categoria quando o mercado incorpora toda a informação pública e privada disponível. A hipótese de eficiência forte é a mais restrita de todas as hipóteses pelo facto de se iniciar do pressuposto que os investidores não conseguem obter de alguma forma rentabilidades superiores visto que, o mercado assimila toda a informação disponível no seu valor de mercado. Devido a esse comportamento aleatório que deriva das diferentes fontes de informação não permite ao investidor aproveitar algum *gap* entre o valor intrínseco e o valor de mercado;
- Mercados eficientes na forma semiforte – Os mercado nesta hipótese refletem apenas toda a informação pública disponível. A título de exemplo podemos referir que enquadra-se na hipótese semiforte os anúncios de *stock splits*, elementos contabilísticos, entre outros;
- Mercados eficientes na forma fraca – Estamos presentes na hipótese de eficiência na forma fraca quando os preços dos valores mobiliários incorporam toda a informação histórica. Os preços históricos de ativo não nos permitem fazer projeções sobre o preço futuro do mesmo.

Jensen (1968) sendo defensor da teoria de hipótese de eficiência de mercado refere o seguinte: *"I believe there is no other proposition in economics which has more solid empirical evidence supporting it than the Efficient Market Hypothesis"*. Segundo este investigador a hipótese de eficiência de mercado assume a premissa que o mercado se encontra em equilíbrio e que não é possível obter rentabilidades adicionais com determinadas estratégias de investimento. Refere igualmente que o mercado é eficiente no que respeita à informação disponibilizada em θ_t o que faz com que seja impossível obter lucros baseando-se igualmente nessa informação obtida em θ_t . Porém, este investigador não exclui a possibilidade de em estudos posteriores não possam surgir anomalias a esta hipótese.

Grossman & Stiglitz (1980) através das suas investigações concluem que os mercados não conseguem ser informacionalmente eficientes. Segundos estes, a obtenção de determinada informação pode ser bastante dispendiosa. Referem igualmente que se os investidores optassem por essa via através de *pools* de investigadores mesmo assim o binómio rentabilidade versus custo poderia não

compensar. Os autores não abordam o impacto da informação nos benefícios sociais deixando essa sugestão para trabalhos posteriores.

Ainda na mesma década surge Summers (1985) analisa a questão da Eficiência de mercado de um outro prisma. Nas suas investigações questiona-se se os mercados racionais refletem o valor das variáveis fundamentais nas cotações dos valores mobiliários. No seu artigo analisa as várias formas de eficiência e conclui que os testes utilizados não conseguem rejeitar a hipótese nula. Se os seus modelos fossem mais avançados poderiam ser capazes de identificar algumas ineficiências obtendo assim rentabilidades superiores.

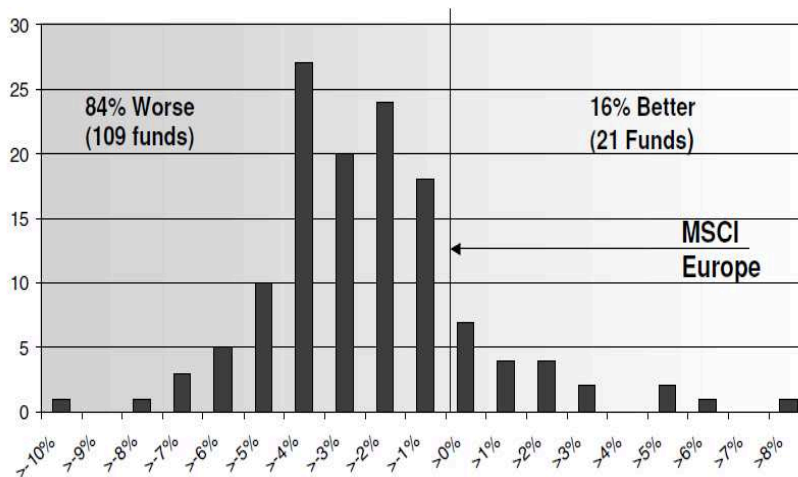
Três anos depois Fama & French (1988) analisaram o comportamento de carteiras de ações durante o período de 1926 a 1985. Verificaram que existe uma autocorreção negativa forte nas rentabilidades das ações nos prazos superiores a 1 ano. Interessava também analisar se essas autocorreções estavam conotadas com determinadas empresas (diferentes setores, dimensão, etc), ou se eram fatores mais amplos e que podiam ser verificados na generalidade das empresas. Através dos seus estudos concluíram que a autocorreção negativa das rentabilidades era um fenómeno macroeconómico e não apenas uma característica peculiar de um determinado setor. Relatam que as autocorreções negativas das rentabilidades refletem ineficiências de mercado ou por outro lado, advêm das expectativas racionais dos investidores colocando novamente o mercado em equilíbrio.

Malkiel (2003) continuando a sua posição quanto à eficiência de mercados e sobre o comportamento aleatório dos mesmos, refere mesmo que o mercado de ações pode até não ser matematicamente um *RW* perfeito, mas realça a importância da distinção entre a significância estatística e a significância económica. Afirma mesmo que nem a utilização da análise técnica utilizando padrões nos preços históricos, nem mesmo a utilização da análise fundamental observado os elementos económicos financeiros de uma organização permitem ao investidor obter rentabilidades superiores a uma estratégia *Buy&hold* suportada pela aleatoriedade dos mercados, pelo menos com o mesmo nível de risco assumido. O mesmo refere que em termos de incorporação da informação nos preços das ações estas ocorrem de forma rápida e sem desfasamento não permitindo ao investidor obter alguma rentabilidade adicional com essa ineficiência da informação. Anos mais tarde Malkiel (2005) aborda novamente a temática da HME analisando desta vez o desempenho do gestor de fundos de investimento de modo a inferir se este consegue obter rentabilidades superiores ao índice de referência. Analisa-

se neste estudo a forma como o mercado é ou não eficiente em termos de assimilação da informação pública no valor das unidades de participação de um fundo de investimento. Foram efetuados vários estudos comparativos entre o desempenho de determinados fundos e o índice bolsista de referência com o intuito de inferir qual a percentagem em que os gestores conseguiram superar o índice.

Na figura 3 abaixo serão apresentadas os desempenhos obtidos através dos gestores de fundos europeus versus o índice de referência num período de observação que está compreendido entre 1992-2002.

Figura 3. European Equity managers compared with MSCI Europe Index



Fonte: Malkiel, B.G. (2005, p. 7)

Verifica-se que em 109 fundos o desempenho obtido foi bastante inferior ao seu índice de referência. Apenas 16 % do total do universo amostral conseguiram obter rentabilidades superiores e mesmo assim, sem considerar os valores dos custos de transação. Benjamin Graham⁴ foi um influente economista americano e defensor da estratégia *Buy&hold*. A sua filosofia era comprar ações de empresas solidas e com boas perspectivas de crescimento e depois mantê-las em carteira com a expectativa futura da sua valorização.

⁴ Foi utilizado um excerto da entrevista que o economista Benjamin Graham concedeu ao *Financial Analysts Journal*, 1976.

Na sua última entrevista ao jornal *Financial Analysts* refere o seguinte:

“I am no longer an advocate of elaborate techniques of security analysis in order to find superior value opportunities. This was a rewarding activity, say, 40 years ago, when Graham and Dodd was first published; but the situation has changed. Today I doubt whether such extensive efforts will generate sufficiently superior selections to justify their cost. I’m on the side of the ‘efficient market’ school of thought”.

Na presente dissertação serão analisados dados igualmente o mercado europeu através do índice bolsista STOXX50E com o intuito de analisar se os resultados obtidos são divergentes dos valores obtidos por Malkiel (2005). As estratégias a utilizar vão ser analisadas com maior detalhe no capítulo da Análise Técnica.

Mais recentemente Ball (2009) relaciona a correlação das crises financeiras com a hipótese de eficiência de mercados. Se o mercado assumir os pressupostos de eficiência, significaria que estaria em equilíbrio assim como, não permitia a existência de bolhas em determinados setores e evitaria o colapso de instituições financeiras, assim como todo o risco sistémico inerente. A insolvência da instituição financeira denominada *Lehman Brothers* na primeira observação mais superficial poderia levar-nos a concluir que os mercados comportavam-se de forma irracional e ineficiente. A presença dessas bolhas poderiam estar na génese dessa ineficiência que não sendo percecionada pelos investidores iriam traduzir-se em perdas colossais nas suas carteiras. Porém, para Ball (2009) a correção dos valores de mercados de forma abrupta são sinónimos de eficiência de mercado. Incorrer em riscos elevados através de uma alavancagem financeira pode gerar perdas massivas, perdas essas que são resultado novo equilíbrio entre as forças de mercado.

Um ano depois Lee et al. (2010) volta a analisar de novo esta corrente no mercado de ações com diferentes níveis de desenvolvimento. Neste caso foram utilizados o índice real das ações apresentadas em log retornos naturais que abrangem o período amostral de janeiro de 1999 a maio de 2007. Os dados obtidos nesta investigação foram recolhidos através dos indicadores macroeconómicos da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE) e abrangem 32 países desenvolvidos assim como 26 países em desenvolvimento. O objetivo deste estudo era analisar a estacionariedade das séries temporais e verificar de que forma

elas se comportavam. Concluiu que a estacionariedade das series era incoerente com a hipótese de eficiência de mercados e com esta evidencia existiam oportunidades de arbitragem.

De Hong Kong os investigadores Tang & Zhang (2014) trazem novos contributos científicos sobre os comportamentos das rentabilidades das ações no mercado asiático. Nesta investigação foram recolhidos dados dos preços de fecho das cotações, valores de mercado, número de transações entre outras. Estas investigações contabilizam um total 635 dados semanais. Os investigadores analisaram vários fenómenos abaixo mencionados com o intuito de analisar as possíveis ineficiências.

Os fenómenos abordados foram os seguintes:

- Efeito da sazonalidade de janeiro⁵;
- Efeito dimensão da empresa⁶;
- Efeito liquidez⁷;
- Efeito custos de transação⁸.

Apesar das anomalias encontradas referem que as mesmas no seu ponto de vista não são suficientes para rejeitar a HEM, referindo que não devemos afirmar que o mercado não é eficiente sempre que nos possamos deparar com ineficiências de menor magnitude.

Em suma, referem que o mercado acionista de Hong Kong assume algumas ineficiências contrariando a hipótese de eficiência de mercado na sua forma fraca.

A eficiência de mercado investigada ao longo dos tempos não está classificada nos extremos, isto é, não é totalmente eficiente nem totalmente ineficiente. Apresenta sim consoante as geografias e mercados, diferentes graus de eficiência.

No subcapítulo seguinte será analisada a corrente teórica que analisa os comportamentos do mercado financeiro através de gráficos e indicadores e que tem a denominação de Análise técnica.

⁵ Chen & Singal (2004) referem que este fenómeno ocorre por razões fiscais. Considera que os investidores vendem os seus títulos em Dezembro e voltam a recompra-los em Janeiro.

⁶ Fama & French (2012) encontram evidências que as rentabilidades diminuem com a dimensão da empresa, excepto no caso do Japão.

⁷ Narayan & Zheng (2011) analisam que a falta de liquidez tem impacto negativo nas rentabilidades. Estes analisaram o índice bolsista de Shanghai e Shenzhen.

⁸ Tang & Zhang (2014) referem que os custos de transação diminuem substancialmente os retornos obtidos principalmente nos títulos que têm menor liquidez.

2.3. Análise Técnica

2.3.1. Análise Técnica: Conceitos Introdutórios

A análise do mercado acionista pode ser efetuada segundo duas abordagens: Análise fundamental e Análise técnica. A análise fundamental baseia-se na informação obtida através das demonstrações financeiras das empresas. Os analistas fundamentais através da análise de elementos financeiros da empresa, dos órgãos de gestão, setor de atividade onde esta está inserida têm como objetivo mensurar o valor intrínseco de uma entidade por exemplo através dos fluxos de caixa descontados. Segundo estes, se a mesma apresentar os valores das variáveis fundamentais robustos possivelmente o mercado incorpora positivamente essa informação na cotação da ação. Porém, não significa que os resultados obtidos até apresentem valores positivos mas o valor de mercado da empresa até pode sofrer uma correção no curto prazo.

A análise técnica segue uma abordagem diferente. Os analistas técnicos de modo a optarem por uma determinada decisão de investimento utilizam um conjunto de indicadores e gráficos gerados pelo preço histórico das cotações assim como, pelo volume de transações verificadas num determinado período.

Esta abordagem assenta no princípio que é possível prever os comportamentos futuros dos mercados com base no comportamento histórico dos mesmos. Pring (1991) define a análise técnica da seguinte forma:

“The art of technical analysis, for it is an art, is to identify a trend reversal at a relatively early stage and ride on that trend until the weight of the evidence shows or proves that the trend has reversed”. (p.3)

Segundo Murphy (1999) a análise técnica assenta em três pilares, tais como:

- O preço desconta tudo (toda a informação disponível está incorporada na cotação de um ativo financeiro);
- O preço move-se segundo tendências (ao longo do tempo a cotação pode assumir uma tendência de curto ou longo prazo, esta pode ser ascendente ou desentende);
- A história repete-se (significa que os investidores assumem determinados padrões de comportamento que podem ser similares no futuro deparados com a mesma situação).

Charles Dow co-fundador do jornal ao qual este designou por “*Wall street journal*” é considerado o pai da análise técnica. Para este, o mercado movimenta-se segundo tendências, e as cotações dos valores mobiliários podem assumir comportamentos distintos. O autor aponta para a existência de vários tipos de tendências, mas define três com principal destaque: 1. Tendências primárias - aqui podem encontrar-se as tendências ascendentes ou descendentes com duração normalmente compreendida entre 1 ano e 2 anos. Estas podem terminar com uma inversão de tendência, isto é, um período de subidas sucessivas de cotações de um título pode terminar com um período de correções prolongadas; 2. Tendências secundárias - estas assumem ciclos económicos de menor horizonte temporal, estes podem assumir semanas e até meses. Este movimentos são contra cíclicos, ou seja, não se movimentam da mesma forma do que a tendência primária. As tendências secundárias são uteis visto que, permitem outra forma de corroborar se a tendência primária está a chegar ao seu término, e 3. Tendências terciárias - segundo Pring (1991, p. 17) a tendência terciária assume períodos bastante limitados no tempo, normalmente tem a durabilidade de ocorrência entre 2 a 4 semanas de vigência no máximo. Estas demarcam um fim de tendência secundária e podem indiciar mudança de tendência primária. Este tipo de tendência pode ser influenciada rapidamente por novas informações, que podem estar igualmente associadas a períodos de elevada incerteza provocando uma aumento da volatilidade dos títulos.

Existem alguns padrões comportamentais dos investidores que se podem tangibilizar através de formações gráficas. Conforme foi referido anteriormente a análise técnica refere que estes comportamentos são ciclos, e por essa via é possível obter rendabilidades adicionais. As principais formações gráficas utilizadas são apresentadas de seguida.

Linhas de Tendência – As linhas de tendência são formadas por alterações consistentes de um determinado ativo em que no caso da tendência ascendentes, nestas os máximos das cotações vão sempre ser superiores e os mínimos também vão sendo também cada vez superiores. Numa linha de tendência descendentes, ocorre exatamente o inverso.

As linhas de tendência são formadas de acordo com as expectativas dos investidores, derivando da lei da oferta e da procura. Nas fig. 4 e fig. 5 abaixo são apresentadas tendências ascendentes e descendentes.

Figura 4. Tendência ascendente das ações GoodYear no período outubro de 1992 a novembro de 1993



Fonte: Achelis, S.B. (1995, p. 23)

Figura 5. Tendência descendente das ações Merck & CO no período setembro de 1992 a novembro de 1993



Fonte: Achelis, S.B. (1995, p. 24)

Os gráficos são considerados a ferramenta mais básica utilizada pelos analistas técnicos. Os gráficos têm a vantagem de permitir aos analistas e investidores visualizarem graficamente as oscilações dos preços e volumes. Conforme já foi referido anteriormente a análise técnica assenta no pressuposto que os padrões repetem-se ao longo do tempo, por isso é importante conhecer algumas formações mais características desta corrente. As mesmas vêm referidas abaixo no texto.

Head & Shoulders – Este gráfico demonstra uma alteração de tendência. Esta formação possui três pontos característicos, o primeiro ponto denomina-se por ombro esquerdo ainda enquadrado numa tendência de subida e seguidamente de um ponto mais elevado que se atribui o nome de cabeça. A cotação do título começa a ter uma progressão decrescente, corrigindo depois e assumindo um terceiro ponto que se atribui o nome de ombro direito. Este ponto é inferior ao ombro esquerdo em que o volume de transação é bastante inferior ao anterior, Seguidamente assume uma tendência de queda. A fig. 6 apresenta a respetiva formação gráfica.

Figura 6. Formação *Head & Shoulders* das opções American Barried no período outubro de 1992 a novembro de 1993



Fonte: Achelis, S.B. (1995, p. 163)

Triângulos – Nesta formação gráfica os movimentos entre a linha de suporte e a linha de resistência vão convergindo para um determinada cotação acompanhados por um decréscimo de volume associado. Podem existir triângulos ascendentes, descendentes ou simétricos. Na figura abaixo somos deparados com um triângulo descendente.

Figura 7. Formação de triângulo descendente das ações da Boeing no período outubro de 1992 a novembro de 1993



Fonte: Achelis, S.B. (1995, p. 165)

Double top & bottoms – O *double top* surge quando um preço de um ativo atinge um nível de resistência com um volume de transações significativo. Seguidamente o preço corrige e volta a seguidamente a atingir novamente a resistência mas desta vez com nível de volume bastante inferior. Após esse cenário começa-se a seguir uma nova tendência conforme pode ser verificado na figura abaixo.

Figura 8. Formação Double top das ações da Caterpillar no período de 1089 a 1993



Fonte: Achelis, S.B. (1995, p. 165)

Nos gráficos atrás citados provavelmente o mais utilizado seja o *Head & Shoulders* de Edwards & Magee (1966).

A análise técnica foi alvo de críticas fortes ao longo da literatura. A primeira é que esta viola os pressupostos que o mercado é eficiente conforme foi abordado no ponto 2.2 da presente tese. Este pressuposto afirma que os preços incorporam a informação disponível e por essa razão um investidor que tente implementar uma estratégia de obtenção de rentabilidades adicionais não vai ter sucesso. Outra crítica elencada a esta abordagem traduz-se no facto da utilização de dados históricos para determinar uma tendência futura. Um investidor pode efetuar vários *Backtests* com base em informação passada contudo, segundo os críticos no futuro as cotações podem não se comportar de forma idêntica.

Uma terceira crítica refere que as arbitragens momentâneas tendem a ser corrigidas. Significa que a análise técnica se recorre de um conjunto de indicadores e osciladores para implementar uma determinada técnica de investimento.

Se todos os investidores utilizarem esses mesmos conceitos iria significar que possivelmente ninguém iria obter rentabilidades adicionais e nessa situação o mercado iria assumir um comportamento aleatório.

As principais teorias que divergem da análise técnica são o comportamento *Random walk* demonstrado nos estudos de Cowles (1960), Samuelson (1965) e mais recentemente a Borges (2011), e a teoria da hipótese de eficiência de mercado seguida por Fama (1970), Ball (2009), Lee et al. (2010) e mais recentemente por Tang & Zhang (2014). Não obstante, estas teorias díspares apresentam limitações e por isso os investigadores voltam a revisitar a análise técnica e a encará-la como forma de previsão assente na não verificação da eficiência na forma fraca.

Atualmente, face ao número de operações de bolsa que são efetuadas muito devido aos custos de transação praticado pelas corretoras, e pela automatização dos mesmos períodos de ineficiência são cada vez mais curtos. A informação sobre uma determinada empresa é incorporada de forma cada vez mais rápida na cotação da sua ação.

A análise técnica não é apenas composta por um conjunto de formações gráficas que servem de utensílios para prever o comportamento futuro das cotações dos títulos mas igualmente, munida de um conjunto de indicadores como as médias móveis, ou osciladores como o índice de força relativa, *moving average convergence divergence* (MACD) entre outros. No âmbito desta investigação vão ser abordados os conceitos de médias móveis e o indicador *RSI*.

2.3.2. Indicadores e Osciladores utilizados na análise técnica

2.3.2.1. Médias Móveis

O cálculo da média é uma ferramenta estatística que resulta do somatório de todos os elementos da amostra, divididos pelo número total de elementos. A média móvel surge porque a primeira cotação de um ativo sai do conjunto e passa a entrar a última cotação disponível. A média móvel é útil para alisarmos as cotações eliminando o ruído do mercado, permitindo-nos assim perceber tendências de mercado que foram já descritas anteriormente. Elaborando uma nova subsérie com os valores obtidos com as médias de curto prazo se calcularmos uma amostra de 20 ou 50 dias, ou por exemplo uma média de longo prazo quando utilizamos uma amostra de 200 dias. A

utilidade é que com esta nova subsérie podemos definir um filtro em que só assumimos uma posição de compra quando a cotação está acima da média móvel 200 quando assumimos uma posição longa.

Ao invés, podemos assumir uma posição de venda quando a cotação cruza a média móvel 200 no sentido descendente.

2.3.2.2. *Relative Strength Index*

Este oscilador foi elaborado por Wider (1978). Este pode ser obtido através das seguintes expressões:

$$RS = \frac{avgU}{avgD} \quad (2.3.2.2.1)$$

em que,

$$RSI = 100 - \left(\frac{100}{1+RS} \right) \quad (2.3.2.2.2)$$

De acordo este investigador começamos calcular indicador *relative strength* (RS). O numerador desta equação é composto pela soma de todos os movimentos de subida nas últimas N sessões divididas por N (avgU), enquanto o denominador é formado pela soma de todos os movimentos de descida nas últimas N sessões divididas por N (avgD). Wider (1978) para cálculo deste oscilador definiu que a variável N assumia o valor 14 logo, são utilizados os valores positivos/negativos das últimas 14 sessões. Seguidamente aplicando a fórmula (2.3.2.2.2) seria possível determinar o indicador *relative strength index*. Os valores deste indicador podem assumir valores compreendidos entre 0 e 100. O valor 50 significa que o mercado avalia o título em consonância com o seu próprio valor intrínseco. Valores acima de 70 significa que o título está sobreavaliado enquanto valores abaixo de 30 simbolizam que o título está sub-avaliado. Este indicador pode igualmente ser incorporado num filtro em que se o valor estiver entre > 50 e <70 assumimos uma posição compradora, ou se os valores estiverem abaixo de <50 assumimos uma posição vendedora.

2.3.3. **Alguns estudos que utilizaram estas ferramentas**

Ao longo dos tempos muitos foram os investigadores que utilizaram filtros nas suas estratégias de investimento, podemos destacar estudos pioneiros de Alexander (1961), Alexander (1964) que através desta técnica verificaram que o índice *S&P500*

não assumia um comportamento de passeio aleatório, assim como o estudo de Brock et al. (1992), que analisou as médias móveis e os intervalos de saída sobre o índice bolsista DJIA utilizando a metodologia *bootstrap* proposta por Efron (1979).

De acordo com a literatura também outros investigadores não encontraram provas para rejeitar a hipótese de que existe possibilidades de obter rentabilidades adicionais. Ready (2002) analisou 7846 regras de investimento sobre os preços diários do índice bolsista DJIA, e não encontrou evidências significativas para rejeitar a hipótese nula, refere mesmo que os seus dados podem estar associados a uma regressão espúria. Borges (2010) analisa vários índices europeus nomeadamente, França, Alemanha, Espanha, Grécia e por fim Portugal. Esta investigadora analisou estes índices entre 1993 e 2007 verificando que Portugal e Grécia após 2003 assumem um comportamento aleatório não conseguindo evidência estatística para rejeitar a estratégia *Buy&hold*.

Mobarek *et al.* (2008) através das suas investigações defende que a análise técnica só tem indícios de ser rentável em mercados em desenvolvimento incluindo a China, Hungria, Bangladesh e Turquia.

Mais recentemente, Metghalchi et al. (2012) aplicaram diversas regras baseadas em médias móveis em 16 ações europeias abrangendo o período amostral de 1990 a 2006 com o objetivo de analisarem se estes mercados eram eficientes. Segundo estes investigadores se estes indicadores não foram robustos na previsão do comportamento dos preços futuros significava que as rentabilidades obtidas nos dias *Buy* eram iguais aos dias de *Sell*. Nesse caso os dias *Buy&hold* seriam também iguais aos dias de compra e aos dias de venda. Porém, os resultados através da estatística t demonstram que existem diferenças positivas significativas entre os dias *Buy* e os dias *Sell*. As médias móveis nesta investigação conseguem gerar rentabilidades superiores e significativas estatisticamente comparando com a estratégia *Buy&hold*. Neste estudo foram introduzidos custos de transação mas mesmo assim, os resultados continuavam a ser robustos. Esta estratégia assumiu rentabilidades superiores nos mercados europeus com pequena ou média capitalização.

Rossilo et al. (2013), Wang (2014) e Metghalchi et al. (2015) encontram evidências positivas na obtenção de rentabilidades superiores à estratégia *Buy&Hold*. Este último investigador utilizou o índice da bolsa de Madrid durante o período de 1/2/1975 a 12/31/2012 e encontrou significância estatística nas três subamostras que efetuou abrangendo um período de trinta e anos. As suas descobertas além de

encontrar significância estatística na utilização de estratégias de investimento, consegue um desempenho à estratégia *Buy&Hold* mesmo em termos de risco e já com a aplicação de custos de transação.

Yang et al. (2015) através do estudo em economias emergentes como o México, Indonésia, Coreia do sul e Turquia concluindo que estes mercados bolsistas assumem um comportamento aleatório no período da amostra analisada compreendida entre 2004 a 2012. Referem assim que não é possível prever os comportamentos futuros com base em informação histórica.

Cohen & Cabiri (2015) comparam as rentabilidades obtidas através da estratégia *Buy&hold* com a obtida através da utilização dos osciladores RSI e MACD. Os índices bolsistas utilizados foram o DJIA, FOOTSIÉ 100, Nikkei 225 e Tel Aviv 100. O período utilizado de observação pelos investigadores para este estudo foi de 2007 a 2012. Os resultados analisados pelos investigadores demonstram que os osciladores RSI e MACD geram uma rentabilidade superior ao mercado na estratégia *Bear*. Ao invés, quando este assume uma tendência de subida neste caso a estratégia *buy&hold* revela ser a mais lucrativa e com menor risco incorrido.

No ponto seguinte será abordado o conceito de risco de mercado assim como, as abordagens paraméricas e não paramétricas mais utilizadas para mensurar o *VaR*.

2.4. Risco

2.4.1. Risco de Mercado

O conceito de risco ao longo da literatura é abordado por diversos autores, identificando vários tipos de riscos assim como, quais as metodologias que podem ser utilizadas para mensurar e antever os mesmos. Kungwani (2014) refere que:

“In finance, risk is the probability that an investment’s actual return will be different than expected. This includes the possibility of losing some or all of the original investment. A fundamental idea in finance is the relationship between risk and return. The greater the potential return one might seek, the greater the risk that one generally assumes”. (p. 83)

Kungwani (2014) menciona que o risco pode-se traduzir em perdas potenciais ou efetivas em determinados ativos, estes podem ser financeiras, sociais, entre outros. Ao invés, o risco também pode resultar em ganhos potenciais ou efetivos dependendo do diferencial entre a situação inicial e final.

J.P.Morgan (1996) define risco como o grau de incerteza das futuras rentabilidades líquidas. Para este investigador a incerteza pode assumir diversas formas. Este faz a seguinte divisão consoante o tipo de incerteza:

- Risco de Crédito – Refere-se à perda potencial gerada pela impossibilidade de uma contraparte não cumprir as suas responsabilidades;
- Risco Operacional – Refere-se ao risco gerado por erros resultantes de atividades operacionais;
- Risco liquidez - Resulta na dificuldade de em transformar ativos menos líquidos, em ativos líquidos. Esta dificuldade pode ser causada por falta de mercado para transacionar um determinado ativo;
- Risco de Mercado – Refere-se à incerteza na obtenção de rentabilidades futuras em determinados investimentos devido a alterações das condições de mercado.

De acordo com o nosso conhecimento a mensuração do risco surge em meados dos século XX devido à rápida expansão do tecido empresarial da época assim como, á necessidade de minimizar e controlar os riscos incorridos nesses processos.

Markowitz (1952) e Markowitz (1959) através da *Portfolio Theory* depara-se com a problemática risco-rentabilidade. Para este investigador o conceito de risco e volatilidade são sinónimos. A volatilidade em termos financeiros caracteriza-se por ser uma medida de dispersão da rendibilidade de um determinado ativo. Para mensurar a o risco foi utilizado o desvio padrão (σ). O σ é uma medida de dispersão dos valores em torno da média em que valores próximos de 0 significa que os valores da amostra ou população estão próximos da sua média.

O σ pode ser representado pela seguinte expressão:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\chi_i - \bar{\chi})^2}{n-1}} \quad (2.4.1.1)$$

Markowitz (1959) além da utilização do desvio padrão nos seus estudos utilizou outra medida de risco, o semi desvio padrão. Esta medida de dispersão permite-nos analisar as flutuações das rentabilidades que se encontram abaixo da média. Esta medida de risco é similar ao desvio padrão referido anteriormente mas em vez de determinar as flutuações que um determinado ativo pode estar exposto, permite identificar qual a perda⁹ numa determinada carteira de investimento que um investidor pode incorrer. Esta medida de risco também foi utilizada por Sortino & Price (1994) e mais recentemente por Berger et al. (2013) e Baele et al. (2014).

O semi desvio padrão pode ser representado pela seguinte expressão:

$$\text{Semi Desvio padrão} = \sqrt{\frac{1}{N} * \sum_{\chi_i < \bar{\chi}} (\bar{\chi} - \chi_i)^2} \quad (2.4.1.2)$$

O semi desvio padrão obtém-se através da raiz quadrada da semi variância. Esta é obtida através da média dos desvios dos valores observados que possuem um resultado inferior à média. A variável N representa o total de observações inferiores à média, o χ_i representa os valores observados e por fim a variável $\bar{\chi}$ diz respeito à média obtida.

Ao longo da literatura outra medida de risco surge associada a outra teoria, neste caso a teoria *capital asset pricing model* (CAPM). Este modelo teórico tem como finalidade determinar a taxa de rentabilidade de um determinado ativo. Os investigadores que deram o contributo para esta teoria segundo o nosso conhecimento foram Treynor (1961), Lintner (1965) e Sharpe (1966) com base no trabalho pioneiro de Markowitz (1952).

Este modelo teórico apresenta a seguinte expressão matemática:

$$R_i = R_f + \beta_i (R_m - R_f) \quad (2.4.1.3)$$

⁹ Parte negativa do desvio padrão.

Neste caso a rentabilidade esperada de um ativo é representada por R_i , o R_f refere-se à rentabilidade de um ativo sem risco. Comumente é utilizada a taxa das obrigações da dívida pública denominadas por obrigações do tesouro (OT). O β_i é a medida de risco que mede a sensibilidade do excesso da rentabilidade de ativo em relação ao excesso de rentabilidade do mercado. Por fim, a diferença entre a variável independente R_m e a variável independente R_f caracteriza-se por prêmio de risco do mercado.

A variável de risco β_i através do modelo CAPM é obtida da seguinte forma:

$$\beta_i = \frac{Cov(R_i, R_m)}{Var(R_m)} \quad (2.4.1.4)$$

Neste caso o β_i é o resultado da divisão entre a covariância do ativo e a do mercado $Cov(R_i, R_m)$ pela variância do mercado $Var(R_m)$.

Estas medidas de risco possuem algumas limitações. Logo, o facto de a sua distribuição ser simétrica é impossível efetuar uma distinção entre os ganhos e perdas. Essa premissa tem subjacente que as rentabilidades não podem ser assimétricas nem possuírem evidência estatística da presença de curtose. Fama (1965) verifica através dos comportamentos das rentabilidades do índice DJIA que os mesmos apresentam curtose apesar de estarem sob a hipótese da normalidade dos retornos. Harvey (2014) mais recentemente implementa estratégias de investimento ativas e passivas no índice STOXX50E e verifica que as rentabilidades são assimétricas e possuem excesso de curtose. O desvio padrão possui a limitação de apresentar uma grande sensibilidade a dados extremos de uma determinada série.

O risco total compreende o risco sistemático e risco não sistemático ou específico. O β_i apresenta a limitação por não mensurar o risco total que o investidor incorre, apenas uma parte dele, isto é, o risco de mercado. Um $\beta_i = 0$ significa que a rentabilidade de um ativo não está correlacionada com o mercado. Enquanto que um $\beta_i > 1$ a rentabilidade do ativo além de ter uma correlação positiva varia mais do que o mercado. De forma a mitigar estas limitações na mensuração do risco será no ponto seguinte utilizado o VaR. Este mede a perda máxima (considerando o risco total) de um investimento num intervalo de tempo definido assumindo um determinado nível de confiança

2.4.2. Value-at-Risk

“VaR is a statistical measure of the risk that estimates the maximum loss that may be experienced on a portfolio with a given level of confidence”. (Best, 2000, p. 10).

A necessidade da mensuração do risco por parte das empresas adquiriu uma maior magnitude na década de 90 devido a fatores como a globalização e internacionalização empresarial. Devido a estes fenómenos o tecido empresarial assumiu uma maior dimensão e complexidade, beneficiando igualmente da alavancagem proporcionada pelo recurso aos mercados bolsistas. O VaR assumiu um maior destaque após o grande *crash* bolsista ocorrido 1987. Com o intuito de alterar o paradigma instalado um ano seguinte foi elaborado o acordo de Basileia I (1998).

Fundamentalmente neste acordo foi estabelecido os requisitos mínimos de capital exigidos para o risco de crédito que correspondem a 8% dos ativos ponderados pelo risco. O regulador *Securities Exchange Commission* (SEC) por analogia definiu os requisitos de capitais necessários às entidades financeiras assim como, a perda máxima que estas possam vir a incorrer com 95% de confiança durante um período de 30 dias. Em 1995 a comissão de supervisão bancária de Basileia define que os requisitos de capital nos bancos comerciais passam a ser mensurados pelo VaR.

O acordo Basileia II (2004) considera a seguinte fórmula para apuramento dos requisitos de capital:

$$MRC_t^{IMA} = Max \left(k \frac{1}{60} \sum_{i=1}^{60} VAR_{t-i}, VAR_{t-1} \right) + SRC_t \quad (2.4.2.1)$$

O *Market risk charge* (MRC) corresponde aos requisitos de capitais que são determinados por modelos internos num determinado período (t). Este é determinado através da média VaR nos últimos 60 dias multiplicado pelo múltiplo k que é definido pelo reguladores em que o valor 3 o dígito mínimo assim como, tem em consideração o VaR do dia anterior adicionados dos *Specific Risks Charge* (SRC), estes últimos podem estar relacionados com um mercado específico ou com um título específico. Os parâmetros subjacentes a esta fórmula são os seguintes:

- Assumir o horizonte temporal de 10 dias;
- Um intervalo de confiança de 99%;
- Observação de uma amostra de dados em que a série utilizada tenha pelo menos 1 ano de dados.

A crise do *subprime* iniciou-se em julho de 2007 devido aos empréstimos hipotecários de alto risco. Esta provocou uma correção abrupta do índice DJIA e devido ao seu efeito sistémico provocou em hecatombe nas bolsas mundiais. Face a este cenário em 2009 procedeu-se à revisão do acordo comumente conhecido por Basileia II. Foram implementados testes de esforço ao próprio modelo *VaR*. Estes testes servem para avaliar com a solidez das instituições quando são deparadas com situações atípicas, de modo a averiguar se as suas almofadas de capital são suficientes. Foram adicionados novos multiplicadores ao cálculo de *VaR* definidos pelas autoridades de supervisão.

Mais recentemente Basileia III (2011) exige às instituições novas medidas de regulamentação, nomeadamente novos requisitos de liquidez e de endividamento bancário.

Segundo Jorion (1996) podemos definir o *VaR* como a perda máxima durante um horizonte temporal, assumindo um determinado intervalo de confiança. Por exemplo, o investidor pode efetuar uma previsão para o dia seguinte ou mesmo para a semana seguinte. Segundo este investigador o *VaR* traz muitos benefícios para empresas de modo a controlares melhor a sua exposição ao risco, para ele esta metodologia veio para ficar.

Hammoudeh et al. (2012) descreve algebricamente o *VaR* da seguinte forma. Considera que a rentabilidade de um ativo se obtém através da seguinte expressão:

$$R_t = \mu_t + \varepsilon_t \quad (2.4.2.2)$$

Em que $\varepsilon_t | \Omega_{t-1} \sim (0, h_t)$, Ω_{t-1} corresponde à informação recolhida para o $t - 1$ e h_t corresponde á variância condicional para o período t . Logo, podemos definir que o *VaR* é uma medida que mede a probabilidade de ocorrência de um evento, em que p , corresponde ao quantil condicional. Assim a probabilidade de ocorrência de $VaR_{t|t-1}(p)$ pode ser descrita como:

$$P(R_t \leq VaR_{t|t-1}(p) | \Omega_{t-1}) = p \quad (2.4.2.3)$$

O *VaR* corresponde ao quantil p das distribuição dos R_t que mede a máxima perda potencial num determinado horizonte temporal assumindo um determinado nível de confiança $1 - p$. O $VaR_{t|t-1}(p)$ assume um intervalo de previsão unilateral para R_{t+1}

em que $] VaR_{t+1}(p); +\infty [$. Para mensurar o valor em risco podem ser utilizados vários *p-values*, $p = 0,05$, $p = 0,025$, $p = 0,01$ ou $p = 0,005$. O *Riskmetrics* de J.P.Morgan (1996) utiliza um $p = 0,05$ enquanto a comissão de supervisão bancária de Basileia (1998 e 1995) utiliza um $p = 0,01$.

A título de exemplo, se consideramos $VaR_{t+1}(0,005) = -2,576\%$ significa que a probabilidade o log retorno em $t + 1$ pode assumir valores entre $-2,576\%$ e $+\infty$ é de 99,5%. E ainda se multiplicarmos o $-2,576\%$ pelo valor aplicado podemos inferir qual o valor monetário que efetivamente pode estar em risco de perda no dia seguinte. No ponto seguinte vão ser abordadas algumas das abordagens de mensuração *VaR* mais utilizadas.

2.4.3. Abordagens de Mensuração *VaR*

Na literatura existem diversas abordagens de mensuração do *VaR*. Estas são abordadas de forma detalhada por Duffie & Pan (1997), Hull (2000) e Dowd (2002). As metodologias para determinar o *VaR* podem dividir-se em dois blocos principais: não paramétricas e paramétricas. No primeiro bloco será abordada a Simulação Histórica e a simulação de Monte Carlo. No segundo bloco será abordado o método variância-Covariância e *Exponentially Weighted Moving Average* (EWMA).

Existem na literatura outros modelos de mensuração de risco mais avançados como por exemplo os modelos *generalized autoregressive conditional heteroscedasticity* (GARCH) desenvolvidos dos Engle (1982) e Bollerssev (1986), o modelo Asymmetric Power Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (APARCH) implementado por Ding et al. (1993) e o modelo *Filtered Historical Simulation* (FHS) Barone-Adesi et al. (1998) e Barone-Adesi et al (1999) — este último método vem corrigir algumas limitações da abordagem simulação histórica¹⁰.

Existe ainda a *Extreme Value Theory* (EVT) proposta recentemente por Araújo Santos et al (2013) através do modelo *Duration based Peaks Over Threshold* (DPOT) e *Peaks Over Random Threshold* (QUASI-PORT) que tem por base a análise do valor em risco e que é adequado para análise de séries financeiras longas. Nestes modelos o objetivo é obter um número reduzido de violações ajustando o modelo com uma baixa probabilidade de ocorrência.

¹⁰ Será abordada em detalhe no ponto seguinte “Modelos paramétricos”.

2.4.3.1. Modelos Não Paramétricos

- Simulação Histórica

A simulação histórica consiste numa abordagem *VaR* de fácil implementação. Esta abordagem assume como pressuposto que os dados são estacionários e que o comportamento do mercado se repete em termos de risco. Neste método a previsão $VaR_{t+1}(p)$ é elaborada estimando o quantil $1 - p$ através da função distribuição empírica. Este método tem por base o comportamento histórico de um ativo, com a finalidade de compreendermos o potencial comportamento futuro dessa série. Os log retornos da série são ordenados de forma ascendente, ou seja, do valor mais negativo para o menos negativo. Seguidamente é definido o intervalo de confiança. Os mais utilizados na literatura são 90%, 95% e 99%. Por exemplo, $VaR_{t+1}(0,01)$ estima o percentil 1 utilizando os últimos log retornos. O *VaR* neste caso assume valores entre $]VaR_{t+1}(0,01); +\infty [$. Porém, esta abordagem apresenta algumas limitações.

Esta abordagem assume que as rentabilidades são IID não considerando a correlação existente entre estes. Outra limitação atribuída a esta abordagem é ao facto de considerar que todas as observações têm a mesma ponderação para efeitos de mensuração do valor em risco, o que significa que assumindo esse pressuposto do modelo que o *VaR* pode assumir incorreções.

- Simulação de Monte Carlo

O Método de Monte Carlo (MMC) surgiu com a necessidade de analisar a aleatoriedade presente na repetição de eventos nos casinos de Monte Carlo. De acordo com Jorion (2007) este método possui várias semelhanças com o método da simulação histórica definido anteriormente. Este método difere do anterior porque incorpora mudanças nos preços de forma aleatória enquanto que, a simulação histórica considera que o comportamento dos dados permanecem inalterados. O MMC é uma ferramenta que tem por base a utilização de números aleatórios e estatísticos para a resolução de problemas. De modo a estimar a distribuição estatística são geradas simulações aleatórias de uma determinada amostra com a finalidade de analisar os diferentes cenários possíveis.

Este método é mais flexível do que o anterior porque permite a inclusão de diferentes parâmetros como por exemplo, taxas de juros, tempo, etc. Devido a essa flexibilidade apresenta uma grande desvantagem em termos de implementação

computacional. Esse motivo ocorre pelo fato da maioria das simulações possuem diversos parâmetros logo, o tempo de espera na obtenção desses resultados pode ser longo. Daí a necessidade de investimento em programas informáticos que possam agilizar esse processo.

2.4.3.2. Modelos Paramétricos

- Variância-Covariância

Esta abordagem está inserida nos métodos paramétricos e tem como finalidade de mensurar o valor em risco de uma carteira de ativos. Este método assume que as rentabilidades apresentam uma distribuição normal. Os parâmetros necessários para estimar o *VaR* segundo esta abordagem são: a média, desvio padrão e correlação das rentabilidades. Estes são obtidos através da análise de dados históricos durante um intervalo da amostra. Esta abordagem inclui fundamentos da teoria de carteira de Markowitz (1959).

A variância da carteira é calculada da seguinte forma:

$$\sigma_p^2 = \sum_i \omega_i^2 + \sigma_i^2 + \sum_i \sum_{j \neq i} \omega_i \omega_j \rho_{ij} \sigma_i \sigma_j \quad (2.4.3.1.1)$$

As variáveis ω_i e ω_j representam os pesos dos ativos enquanto a variável ρ_{ij} representa o coeficiente de correlação entre a rentabilidade do ativo i e o ativo j . O desvio padrão pode ser calculado através da raiz quadrada de σ_p^2 .

- *Riskmetrics*

O *Riskmetrics* de J.P.Morgan (1996) é um modelo paramétrico que foi baseado no método EWMA. Este método é considerado uma versão simplificada do modelo heterocedástico ARCH proposto por Engle (1982). A finalidade desta abordagem é estimar as variâncias e covariâncias condicionais assumindo que $\mu_t = 0$, uma distribuição normal para ε_t em que h_t é calculado do seguinte modo:

$$h_t = (1 - \lambda)\varepsilon_{t-1}^2 + \lambda h_{t-1} \quad (2.4.3.1.2)$$

Podemos considerar que ε_t é considerado um ruído branco que assume uma média igual a zero e uma variância de 1. Ao parâmetro λ J.P.Morgan (1996) atribuiu o valor 0,94 para as observações diárias dos dados enquanto para as observações mensais o parâmetro λ passa a assumir o valor de 0,97. O método de *Riskmetrics*®

assenta na hipótese *IGARCH* (1,1) em que a constante é zero assim como, a média condicional é igualmente nula. Esta abordagem será utilizada no capítulo da metodologia em conjugação com a abordagem *Bootstrap* referida nos métodos não paramétricos.

3. DADOS E METODOLOGIA

3.1. Dados

Foram obtidas cotações diárias do índice bolsista STOXX50E, de início a 1 de janeiro de 1987 até 4 de Junho de 2015. Estes dados compreendem um total de 7298 observações obtidas através de 28 anos e meio de negociação. Os dados desta série foram retirados do sítio <http://finance.yahoo.com/>.

Este índice é representativo do desempenho das maiores 50 empresas do espaço euro e capta aproximadamente 60% da capitalização bolsista em circulação presente no índice bolsista EURO STOXX. Abrange um conjunto de setores e países do espaço Europeu. Os países mais representados neste índice são a França, Alemanha e Espanha, enquanto os supersectores mais representados são a banca, bens e serviços e os seguros¹¹. A escolha deste Índice teve por base os motivos elencados por Harvey (2014), ou seja, a liquidez que as empresas cotadas apresentam assim como, o número de transações diárias, acessibilidade e transparência dos dados por um mercado relativamente recente (período da série entre os 15 e 30 anos) e sobretudo por ser um dos índices bolsistas mais transacionados do mundo.

3.2. Metodologia

No primeiro estudo foi utilizada uma simples regra de análise técnica a MA 200 utilizada por Brock et. al. (1992) em que se o preço da cotação cruzar positivamente a MA 200 o sistema efetua automaticamente uma ordem de compra (*Buy*). Ao invés, se cotação do preço cruzar de forma descendente a MA 200 o sistema gera automaticamente uma ordem de venda (*Sell*). No segundo estudo foi efetuada uma combinação de estratégias propostas por Wang (2014). Foram combinadas a MA 200 já definida anteriormente e o oscilador RSI proposto por Wider (1978).

¹¹ Consultar **Anexo A** – Composição do índice bolsista STOXX50E.

Logo, as estratégias de investimento utilizadas foram:

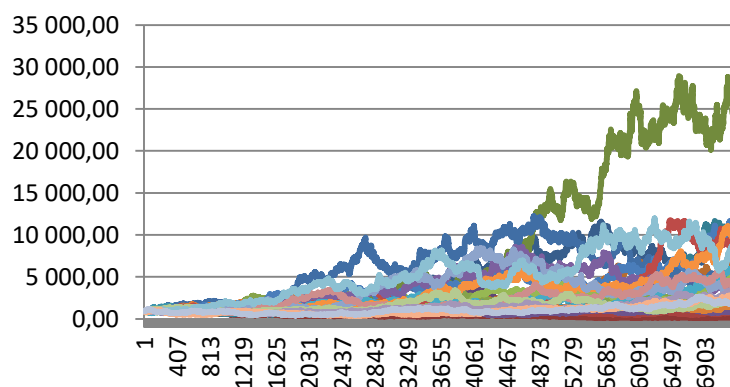
- *Bull* – Quando cotação cruza de forma ascendente a MA 200 entrado de uma tendência primária de longo prazo;
- *Bear* – Quando cotação cruza de forma descendente a MA 200 entrado de uma tendência primária de longo prazo;
- *Buy&hold* – Hipótese de assumir uma posição sempre longa no mercado.

O passo seguinte teve por base a aplicação do método de Bootstrap proposto por Efron (1979) que consiste em utilizar a serie de preços iniciais e simular novas reamostragens aleatórias com reposição, independentes e identicamente distribuídas (IID) com o mesmo comprimento. Significa que cada série (R_1, \dots, R_n) , IID foi convertida em novas 500 reamostragens com distribuição $T(R_1, \dots, R_n; F_n)$, As 500 simulações partem do valor de fecho de 1 de janeiro de 1987 em que $P_1 = 900,82$ eur.

As cotações foram convertidas em log retornos através da expressão $P_t = e^{R_t} * P_{t-1}$. As simulações de log retornos são IID, possuem a mesma volatilidade e a mesma distribuição incondicional dos preços da serie original do índice STOXX50E.

No gráfico abaixo são apresentadas 25 séries de cotações do índice bolsista STOXX50E sob a forma de comportamento *Random Walk* gerado através da abordagem *bootstrap*.

Gráfico 1. Simulação de 25 séries de cotações do índice bolsista STOXX50E utilizando a abordagem bootstrap



O risco da serie original e das novas simulações foi obtido através do *VaR*, através do *RiskMetrics* de J.P.Morgan (1996) utilizando a formula $h_t = (1 - \lambda)\varepsilon_{t-1}^2 + \lambda h_{t-1}$ em que $\lambda=0,94$. Além da rentabilidade e do risco também foi medido o índice de Sharpe proposto por Sharpe (1966) efetuando uma alteração à fórmula inicial dividindo as rentabilidades anuais em cada série pela média dos *value-at-risk* de cada simulação. Sendo assim, esta nova fórmula foi designada de Modified Sharpe Ratio (M Sharpe ratio). Foi utilizado este rácio como medida de comparação entre as rentabilidades obtidas e o risco incorrido em cada estratégia utilizada. Em termos práticos foram obtidas 500 simulações que derivam aleatoriamente da serie inicial e que assumem a nossa hipótese H_0 que nos refere que o mercado assume um comportamento aleatório, e que não existe forma de obter ganhos adicionais com nenhuma estratégia de investimento.

Utilizando apenas a MA 200 no primeiro caso e a combinação da MA 200 e RSI no segundo caso este estudo tem como finalidade encontrar evidências estatísticas para rejeitar a hipótese nula. Com esses resultados é igualmente importante comparar a rentabilidade, risco e binómio risco-rentabilidade entre as três estratégias de investimento.

Os log retornos foram utilizados em vez dos retornos simples porque estes assumem vantagens matemáticas peculiares, como por exemplo as suas vantagens aditivas. O somatório dos log retornos diários são iguais à diferença entre o primeiro log retorno e o log retorno final da serie, a demonstração é obtida através da seguinte expressão:

- $$r_t(k) = \log(1 + R_t(k)) = \log(1 + R_t) \dots (1 + R_{t-k+1}) = R_t + R_{t-1} + \dots + R_{t-k+1} \quad (3.2.1)$$

Os log retornos que vão ser recolhidos do índice de referência europeu vão ser calculados através da seguinte fórmula:

- $$R_{t+1} = \ln\left(\frac{S_{t+1}}{S_t}\right) \quad (3.2.2)$$

Em que S_{t+1} representa o preço de fecho da cotação do índice e S_t a preço de fecho de cotação do índice do dia anterior.

4. RESULTADOS E ANÁLISE DOS DADOS

Os gráficos abaixo demonstram o comportamento da série durante o período da amostra (Gráfico. 2) assim como, o comportamento dos log retornos do índice bolsista STOXX50E (Gráfico. 3).

Gráfico 2. Cotações do índice bolsista STOXX50E no período de 1 de Janeiro de 1987 a 4 de Junho de 2015

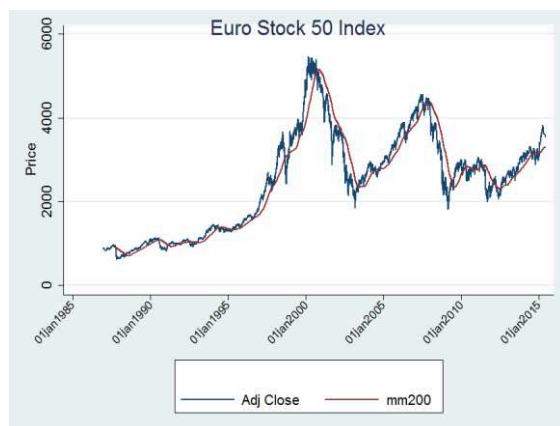
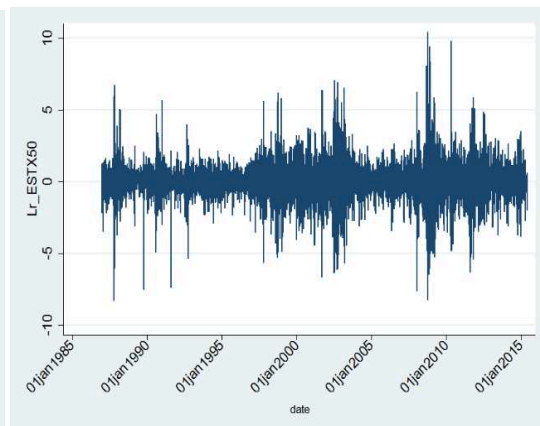


Gráfico 3. Log retornos do índice bolsista STOXX50E no período de 1 de Janeiro de 1987 a 4 de Junho de 2015



Pode-se verificar no gráfico à esquerda que as cotações deste índice tiveram grandes oscilações durante todo o período amostral. Este entrou em bolsa a cotar 900,82 eur por unidade e escalou até ao seu valor máximo de 5464,43 eur a 6 de Março de 2000. De seguida a sua cotação corrigiu abruptamente devido à bolha especulativa formada pelas empresas de tecnologia da informação e comunicação também conhecidas por empresas “dot.com”. Até ao ano 2000 estávamos na presença de uma tendência primária ascendente defendida por Charles Dow e pelos seus seguidores.

Após este período de turbulência dos mercados podemos verificar graficamente a entrada em outro ciclo económico. Podemos analisar essas oscilações através da observação dos log retornos na fig. 11 que atingiram valores compreendidas no intervalo seguinte $]-8,26; 10,44[$.

Seguidamente é apresentado o histograma das rentabilidades assim como, a análise descritiva de modo a ser possível tirar algumas ilações sobre a serie em análise.

Gráfico 4. Histograma dos log Retornos do índice bolsista STOXX50E no período de 1 de Janeiro de 1987 a 4 de Junho de 2015

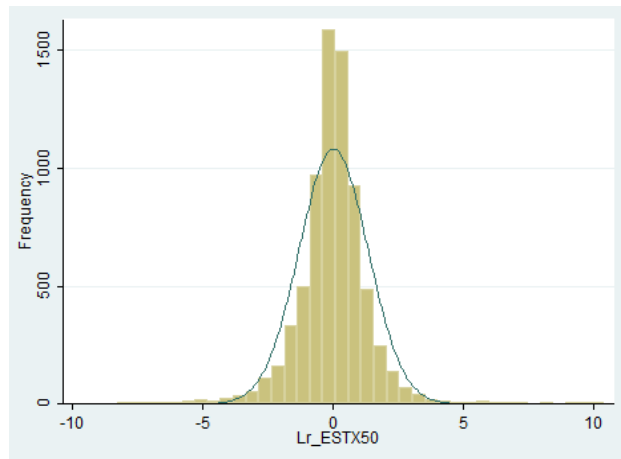


Tabela 1. Análise descritiva log Retornos do índice STOXX50E no período de 1 de Janeiro de 1987 a 4 de Junho de 2015

Média	0,018816
Erro-padrão	0,015496
Mediana	0,050531
Moda	0
Desvio-padrão	1,323771
Variância da amostra	1,752369
Curtose	5,88734
Assimetria	-0,15747
Intervalo	18,69946
Mínimo	-8,26181
Máximo	10,43765
Soma	137,3193
Contagem	7298

Pode-se verificar graficamente através do histograma das rentabilidades que a curva de distribuição dos log retornos não segue uma distribuição de Gauss, para isso $\mu = 0$ e

$\sigma = 1$, logo a sua função de densidade assumia a seguinte expressão $f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}$.

Confirma-se igualmente a presença de valores extremos os quais podem indicar que existiu períodos de grande volatilidade durante a amostra. Através da análise descritiva apresentada na figura à direita permite-nos corroborar os indícios fornecidos pelo histograma. A curva assume um comportamento leptocúrtico demonstrado pelo excesso de curtose que neste caso assume o valor de 5,88734 assim como uma assimetria negativa de -0,15747.

Harvey & Siddique (2000) através das suas investigações em carteiras de investimento denotam que os investidores assumem a sua preferência em instrumentos financeiros que assumam comportamentos assimétricos à direita ao invés dos comportamentos assimétricos à esquerda. Estes últimos assumem um risco superior por isso, apenas integram uma carteira de investimento se apresentarem uma curtose superior aos que assumem comportamento assimétrico à direita. Os log retornos foram calculados através da fórmula referida em (3.2.2). Foram obtidas 500 novas reamostragem com reposição e IID segundo a abordagem *bootstrap* proposta por Efron (1979). Este processo está exemplificado na tabela seguinte.

Tabela 2. Amostra e reamostras dos log retornos do índice bolsista STOXX50E

Posição	lr ESTX50	Reamostra 1	Reamostra 2	...	Reamostra 500
1	-1,0086	0,787696	0,520724	...	-1,38433
2	0,731802	0,384567	-2,43405	...	-0,19985
3	0,443174	0,012909	0,267445	...	0,36499
4	-0,35194	0,605714	-0,02153	...	0,986403
5	-1,31878	-1,25524	2,49801	...	1,2801
6	-2,17132	-0,4746	1,59459	...	0,162245
7	1,270243	0,606089	0,995733	...	-0,4768
8	-0,76135	0,326542	-0,79011	...	1,139185
9	0,417351	-0,18949	-0,69428	...	0,270178
10	0,906433	1,519734	0,11668	...	-0,7926
...
7298	-0,86709	-0,49171	1,321159	-0,66138

Cada nova simulação de preço gerada iniciou-se com $P_1 = 900,82$ eur valor que apresentava em 1 de janeiro de 1987. As posições seguintes foram obtidas através da aplicação da seguinte expressão. $P_t = e^{R_t} * P_{t-1}$.

Tabela 3. Novas simulações dos preços do índice bolsista STOXX50E

Posição	Simulação Preços 1	Simulação Preços 2	Simulação Preços 3	...	Simulação Preços 500
1	900,82	900,82	900,82	...	900,82
2	907,9437	905,523	909,1465	...	889,0894
3	911,4421	883,7482	919,9729	...	884,4459
...
7298	919,2967	900,7928	912,5942	...	820,0361

Nos pontos seguintes foram analisados os resultados obtidos resultantes da aplicação de um conjunto de estratégias de investimento de modo a verificar se as mesmas são eficazes em termos absolutos, no que concerne ao binómio risco-retorno assim como, se os resultados possuem significância estatística.

4.1. Estratégia de Investimento I – MA 200

Na estratégia de investimento I que diz respeito à utilização da média móvel 200 vão ser implementadas as seguintes regras.

- Regra #1 – Comprar (sinal +) caso se verifique a seguinte condição: o preço do índice estiver acima de MA 200;
- Regra #2 – Vender (sinal -) se se verificar a seguinte condição: o preço do índice estiver abaixo de média MA 200.

Aplicando a regra #1 vamos utilizar uma estratégia de investimento *Bull*, o que significa que o investidor entende que o mercado irá assumir um comportamento ascendente, essa regra servirá para o mesmo verificar indícios de que o mesmo irá começar a ter uma posição compradora superior à vendedora. Ao invés, a regra #2 tem subjacente uma estratégia de investimento *Bear*. Neste caso o investidor procura indícios que o mercado bolsista irá assumir um comportamento descendente por isso, verifica o ponto de inflexão onde o preço do índice fica inferior à sua própria média móvel 200. Quando essa tendência é formada existe normalmente um grande volume de ordens de bolsa associadas onde a pressão vendedora é superior à pressão compradora. Assim, os novos mínimos tendem a ser superiores aos mínimos verificados anteriormente.

Por defeito, assumiu-se o pressuposto de que o investidor que não assume nenhuma das regras descritas anteriormente está a praticar uma estratégia *Buy&hold*, ou seja, acredita que mantendo-se á deriva das oscilações do mercado consegue um retorno superior e com menor risco do que aqueles que tentam superar o índice aplicando determinadas regras.

Os resultados da tabela 4 refletem o sumário das 3 estratégias utilizadas através da aplicação *Bootstrap efetuada* ao índice bolsista STOXX50E.

Tabela 4. Sumário das estatísticas das 3 estratégias do índice bolsista STOXX50E (1)*

Strategy	N	Mean VaR one-day-ahead	Mean daily log returns	Annual Simple Return	M Sharpe type ratio
Bull	4680	-2,394941049	0,035070935	8,837875647	0,014643757
Bear	2419	-4,269180588	-0,012536484	-3,159193875	-0,002936508
Buy/Hold	7298	-3,006937964	0,018816018	4,892164678	0,006257534

* Rentabilidades sem considerar os dividendos

A estratégia de investimento *Bull* é a estratégia com menor risco associado esta, assume um risco de perda de -2,39%. A estratégia *Bear* pela sua especificidade apresenta um risco de perda de -4,27% medidos em termos de *VaR* diário. No que concerne às rentabilidades anuais a estratégia *Bull* apresenta uma rentabilidade de 8,84%. Estes resultados obtidos foram apresentados igualmente por Cootner (1964), Brock et al. (1992) e Wang (2014). Na última coluna é apresentado o binómio risco-retorno. Estes valores podem ser interpretados da seguinte forma. Na estratégia *Bull* em cada 0,0146 de log retornos diários obtidos o investidor incorre num risco de perda de 1%.

Face a estes resultados obtidos torna-se premente averiguar se em termos estatísticos um mercado que assuma um comportamento de *RW* definido na hipótese nula definida anteriormente pode gerar resultados superiores aos resultados obtidos através da observação de tendências primárias de longo prazo. A tabela 5 apresenta dos resultados das simulações *RW* na estratégia de investimento *Bull*.

Tabela 5. Resultados das Simulações *RW* na estratégia de investimento *Bull* (1)

Bull Strategy	Mean VaR one-day-ahead	Mean daily log returns	M Sharpe type ratio
Fraction <STOXX50E	0***	0,22	0,072*
STOXX50E	-2,394941049	0,035070935	0,014643757
Bootstrap Mean	-3,292788815	0,018788279	0,005698005
Bootstrap Std.deviation	0,066744662	0,020675146	0,006280552
Bootstrap Minimum	-3,533255165	-0,049579086	-0,018760824
Bootstrap P1	-3,458484958	-0,030271526	-0,009243224
Bootstrap P99	-3,126959616	0,067074864	0,020296266
Bootstrap Maximum	-3,113391166	0,076851237	0,023693828

***Representa significância a 1%

*Representa significância a 10%

A primeira linha (Fraction <STOXX50E) corresponde ao "*p-value*". O objetivo desta inferência é verificar se existe significância estatística a 1%, 5% ou mesmo a 10% de que o valores obtidos na serie inicial do índice STOXX50E são superiores às novas series geradas sob o pressuposto de comportamento *RW*. Pode-se verificar que mesmo o valor mínimo obtido das simulações *bootstrap* é menos negativo do que a serie de Euro Stock inicial o que significa que a serie inicial apresenta um *VaR* maior do que as series geradas aleatoriamente. Assim, com 1% de significância podemos rejeitar a hipótese nula de que todas as series simuladas apresentam um valor em risco inferior à serie STOXX50E original. Na terceira coluna apesar da média diária dos log retornos da

serie original assumir um valor expressivo de 0,03507 não existe evidencia estatística para rejeitar a hipótese nula a 1%, 5% ou 10%. Por fim, o rácio de *Sharpe* modificado apresenta significância estatística a 10%, o que por outras palavras significa que temos evidência estatística de que podemos rejeitar a hipótese nula com um nível de significância de 10%.

Na tabela 6 apresentam-se os resultados das simulações *RW* na estratégia *Bear*. A estratégia *Bear* traduz se na aplicação da regra#2, em que o investidor vende a descoberto (títulos que não tem em carteira e que são emprestados pela sua corretora) quando o seu valor cruza de forma descendente a MA200. Os resultados obtidos são apresentados na tabela abaixo.

Tabela 6. Resultados das Simulações *RW* na estratégia de investimento *Bear* (1)

Bear Strategy	Mean one-day-ahead	Mean daily log returns	M Sharpe type ratio
Fraction <STOXX50E	0***	0,192	0,104
STOXX50E	-4,269180588	-0,012536484	-0,002936508
Bootstrap Mean	-3,364124461	0,02194792	0,006530851
Bootstrap Std.deviation	0,071645264	0,025522017	0,007584207
Bootstrap Minimum	-3,571572288	-0,063648993	-0,014972528
Bootstrap P1	-3,458484958	-0,030271526	-0,009743097
Bootstrap P99	-3,126959616	0,067074864	0,020296266
Bootstrap Maximum	-3,113391166	0,076851237	0,023693828

***Representa significância a 1%

O *p-value* da média do valor em risco no dia seguinte é 0, ou seja, este valor é significativo estatisticamente a 1%. No que diz respeito à media dos log retornos e rácio de *Sharpe* modificado os valores apurados não são significativos em termos estatísticos o que significa que não temos evidencia estatística para rejeitar a hipótese de que o mercado se comporta de forma aleatória. Contudo, no caso do rácio de *Sharpe* modificado os valores ficaram muito próximos da significância a 10%.

No ponto seguinte vão ser apresentados e discutidos os resultados resultantes da estratégia de investimento II, esta tem por base a recomendação de Wang et al. (2014) que sugere a análise técnica de um ativo através da combinação da MA 200 e do oscilador de força relativa.

4.2. Estratégia de Investimento II – Combinação entre MA200 e RSI

A estratégia de investimento II tem como pressuposto a combinação de múltiplos indicadores técnicos. Neste caso como já referido anteriormente foi utilizado uma combinação do indicador de tendência através da MA200 e do oscilador RSI. É relevante avaliar o desempenho desta estratégia por si e efetuar uma comparação com a estratégia de investimento I de modo a inferir se existe uma melhoria face à estratégia anterior ou por outro lado se a mesma apresenta resultados inferiores. Se for esse o caso o investidor deve abortá-la e adotar a anterior.

As regras utilizadas para a implementação da presente estratégia de investimento são as seguintes:

- Regra #3 – Comprar (sinal +) se se verificar as seguintes condições: o preço do índice estiver acima da média móvel 200 e, o indicador RSI apresentar valores > 51 e < 70 ;
- Regra #4 – Vender (Sinal-) se se verificar as seguintes condições: o preço do índice estiver abaixo da média móvel 200 e, o indicador RSI apresentar valores < 49 .

A regra#3 assume que o investidor apenas deve adquirir um ativo se o preço cruzar positivamente a média móvel 200 e o oscilador *RSI* estiver compreendido entre os > 51 e < 70 . Wider (1978) refere um ativo que se encontre com o valor 50 se encontra avaliado pelo seu real valor. Se o valor estiver acima de 50 significa que o mercado atribui um valor superior ao próprio valor intrínseco do mesmo o pode indiciar uma pressão compradora.

Porém, ao passar a barreira dos 70 este indicador refere-nos que o ativo se encontra sobreavaliado o que pode gerar uma correção no preço praticado. Contrariamente, a regra#4 tem como pressuposto o investidor apenas entrar no mercado curto, ou seja, vender o título quando o preço cruzar de forma descende a media móvel 200 e simultaneamente o valor do RSI se encontrar < 49 . O *RSI* utilizado foi o RSI de 14 dias, podem ser igualmente utilizados outros períodos como o RSI de 7 ou 21 dias utilizados também por Chong (2014).

Nesta regra optou-se por não utilizar os valores > 30 e < 50 conforme utilizado por Chong (2014) mas sim, apenas gerar um sinal *sell* quando o oscilador assumir valores

<49 conforme estudo de Chong & Ng (2008). Na tabela seguinte pode-se observar o sumário das 3 estratégias utilizando esta combinação de indicadores técnicos.

Tabela 7. Sumário das estatísticas das 3 estratégias do índice bolsista STOXX50E (2)*

Strategy	N	Mean VaR one-day-ahead	Mean daily log returns	Annual Simple Return	M Sharpe type ratio
Bull	2047	-2,419775465	0,043339017	10,92379934	0,017910347
Bear	1449	-4,185112819	-0,035889839	-9,042616763	-0,008575597
Buy/Hold	7298	-3,006937964	0,018816018	4,742082655	0,006257534

* Rentabilidades sem considerar os dividendos

Na segunda coluna os valores dos dias de investimento diminuíram abruptamente face à estratégia de investimento I, ou seja, na estratégia II (*Bull*) existiu um decréscimo de 56,26% e face à anterior e na estratégia II (*Bear*) uma redução de 40,10% face à estratégia I (*Bear*). Significa que apesar de neste estudo não ter sido usado o fator custos de transação que com menos dias de negociação existiria menos custos de transação associados. Interessa agora verificar se isso está corroborado com as restantes variáveis em análise. Na coluna seguinte podemos verificar que os resultados que o a media *VaR* para o dia seguinte assumem a percentagem de 2,4198% no caso da estratégia *Bull* e 4,1851% na estratégia *Bear*. Estes resultados são congruentes com os apresentados na estratégia de investimento I.

As rentabilidades anuais apresentam na estratégia *Bull* o valor expressivo de 10,9280% e na estratégia *Bear* o valor de 9,0426%. Nesta última estamos presentes com uma variação positiva na rentabilidade de 286,23% comparando com as rentabilidades anuais da estratégia *Bear* na estratégia de investimento I.

Por fim, a ultima coluna referente ao rácio de Sharpe modificado na estratégia *Bull* apresenta um valor de 0,0179 traduzindo-se igualmente de uma melhoria face aos valores apresentados na estratégia de investimento I. Face a estes resultados que na sua globalidade são mais positivos na estratégia II do que na estratégia I podemos referir que existem indícios de otimização da nova estratégia, ou seja, a inclusão de um oscilador na estratégia de investimento conduziu a valores em risco para o dia seguinte similares aos anteriores, com resultados em termos de retornos anuais superiores em ambas as vertentes e com menos dias de negociação. Interessa saber igualmente se estes resultados podem ser validados em termos estatísticos e igualmente se os resultados permitem rejeitar a hipótese nula.

As tabelas 8 e 9 seguintes apresentam os resultados das simulações *Rw* para ambas as estratégias.

Tabela 8. Resultados das Simulações *RW* na estratégia de investimento *Bull* (2)

Bull Strategy	Mean VaR one-day-ahead	Mean daily log returns	Sharpe type ratio
Fraction < STOXX50E (“p value”)	0,000000***	0,000000***	0,000000***
STOXX50E	-2,419775465	0,043339017	0,017910347
Bootstrap Mean	-3,289783073	0,005147953	0,001564373
Bootstrap Std.deviation	0,064536319	0,011423431	0,003478033
Bootstrap Minimum	-3,469213355	-0,020333974	-0,006285396
Bootstrap P1	-3,435625799	-0,020211663	-0,006155639
Bootstrap P99	-3,162957	0,030493265	0,009409644
Bootstrap Maximum	-3,115061961	0,038734823	0,011699804

***Representa significância a 1%

Tabela 9. Resultados das Simulações *RW* na estratégia de investimento *Bear* (2)

Bear Strategy	Mean VaR one-day-ahead	Mean daily log returns	Sharpe type ratio
Fraction < STOXX50E (“p value”)	0,000000***	0,000000***	0,004000***
STOXX50E	-4,185112819	-0,035889839	-0,008575597
Bootstrap Mean	-3,36402269	0,012778125	0,003802268
Bootstrap Std.deviation	0,067782802	0,018002491	0,005356491
Bootstrap Minimum	-3,572699949	-0,031545851	-0,009462292
Bootstrap P1	-3,448082387	-0,009662152	-0,002887375
Bootstrap P99	-3,200533156	0,054613674	0,016148958
Bootstrap Maximum	-3,173858492	0,071738504	0,02138828

***Representa significância a 1%

Na tabela 8 verifica-se que todas as variáveis em estudo são significativas visto que o seu *p-value* é 0. Com esse resultado verificamos que com 1% de significância podemos referir que rejeitamos a hipótese nula, ou seja, o índice não assume um comportamento *RW*. Os resultados comprovam igualmente que ocorreu uma melhoria face à estratégia de investimento I (*Bull*) considerando que na anterior os valores obtidos eram menos robustos porque a média do *VaR* no dia seguinte era diferente de 0 mas significativa a 1%, e o rácio de Sharpe modificado significativo a 10%.

A tabela IX apresenta “*p-values*” muito próximos da estratégia *Bull* apenas na última coluna o rácio de Sharpe apresenta o *p-value* de 0,00400. Em todos os indicadores em análise da estratégia *Bear* permitem rejeitar a hipótese de que o mercado tem um comportamento aleatório com 1% de significância. Comparando com

a estratégia *Bear* da estratégia I, revela que também ocorreu uma otimização com a adição do oscilador *RSI*. Denote-se que a estratégia *Bear* apenas a média do risco do investimento no dia seguinte permitia rejeitar H_0 , as restantes rubricas não permitiam efetuar essa afirmação.

Na estratégia I e II pode-se constatar que a utilização da análise técnica com uma correta gestão de risco pode gerar um incremento de rentabilidade para o investidor. As tendências ascendentes ou descendentes definidas por Charles Dow permitem selecionar qual a estratégia a adotar. O investidor deve ser metódico a utilizar as regras que definiu, porque se não o efetuar pode deixar de efetuar uma estratégia de investimento mas simplesmente uma aposta. Quando o mercado não tem tendência definida em termos técnicos refere-se que o mesmo está a lateralizar e nesse caso existem outras estratégias que devem ser utilizadas como por exemplo a *Coin Collector* proposta por Heitkoetter (2016).

5. CONCLUSÕES

Com a presente dissertação pretendeu-se testar se o índice bolsista STOXX50E assume um comportamento *Random Walk*. Para isso delineou-se dois blocos de estratégias de investimento, usando os indicadores técnicos *Moving Average* (MA 200) e o *Relative Strength Index* (RSI). Estes indicadores foram analisados estatisticamente com recurso à ferramenta Bootstrap proposto por Efron (1979).

Este trabalho proporcionou-nos várias contribuições. A primeira diz respeito à evidência estatística para rejeitar a hipótese nula de que o mercado se comporta de forma aleatória. Na estratégia de Investimento I – MA 200 apenas conseguimos com 1% de significância rejeitar a hipótese nula de que todas as series simuladas apresentam um valor em risco inferior à serie STOXX50E original. Porém, na estratégia de investimento II – Combinação entre MA 200 e RSI conseguimos rejeitar a hipótese nula com 1% de significância em todos os parâmetros (risco, rentabilidade e rácio de Sharpe).

A Segunda contribuição diz respeito à utilização do indicador MA 200 aliado à estratégia Bootstrap. Na estratégia de investimento I – MA 200 verificou-se que a estratégia *Bull* gerou rentabilidades anuais de 8,84% e um risco de perda de 2,39%. Estes resultados superaram a estratégia *Buy&hold* e ao mesmo tempo apresentaram significância estatística em termos de risco a 1% e em termos de rácio de Sharpe modificado a 10%. A estratégia *Bear* só superou a estratégia *Buy&hold* em termos de risco de perda para o dia seguinte.

A terceira contribuição diz respeito à combinação de indicadores técnicos com osciladores. Na estratégia de investimento II - Combinação entre MA 200 e RSI foram combinados indicadores técnicos através da MA 200 e o oscilador RSI. Segundo a nossa revisão da literatura não tinha sido ainda utilizada esta combinação. Para demarcarmos ainda mais os resultados utilizámos igualmente a ferramenta bootstrap e a mensuração de risco através *RiskMetrics* proposto por J.P.Morgan (1996).

Esta combinação apresentou significância estatística a 1% em todos os parâmetros analisados. Além disso, os resultados em ambas as estratégias *Bull* e *Bear* apresentaram resultados mais robustos e com menos dias de negociação comparados

com a estratégia de investimento I. As rentabilidades anuais apresentaram na estratégia *Bull* o valor de 10,9280% e na estratégia *Bear* o valor de 9,0426%.

A quarta contribuição diz respeito à aplicação da análise técnica em mercados desenvolvidos. O presente estudo apresenta resultados divergentes dos encontrados por exemplo por Mobarek *et al.* (2008). Este investigador defendia que a utilização desta ferramenta só gerava rentabilidades acima da média em mercados em desenvolvimento.

Contudo, no presente estudo verificou-se que a aplicação desta ferramenta em mercados desenvolvidos mediante determinadas estratégias permitiu gerar lucros superiores à estratégia *Buy&Hold*.

Não existem trabalhos científicos sem limitação e este não é exceção. Como limitação encontrada é de realçar a utilização de apenas um índice bolsista e da ausência de custos de transação.

Seria interessante analisar vários índices bolsistas da OCDE e comparar os resultados com os estudos anteriores. Outros indicadores/osciladores podiam ser testados como por exemplo a média móvel exponencial 200 e oscilador MACD.

BIBLIOGRAFIA

- Achelis, S. B. (1995). *Technical analysis from A to Z*. Chicado: MacGraw-Hill.
- Alexander, S. S. (1961). Price movements in speculative markets: Trends or random walks. *Industrial Management Review*, 2 (2), 7–26.
- Alexander, S. S. (1964). Price movements in speculative markets: Trends or random walks. *Industrial Management Review*, 5 (2), 25–46.
- Araújo Santos, P. & Matos, P. C. (2014). Managing Expected Returns and Downside Risk with Information from Technical Analysis. publicado em: Atas da 14^a conferência da Associação Portuguesa de sistemas de informação. Évora: Fundação Luis de Molina, 188-1196.
- Araújo Santos, P., I. Fraga Alves and S. Hammoudeh (2013). High quantiles estimation with Quasi-PORT and DPOT: An application to value-at-risk for financial variables. *The North American Journal of Economics and Finance*, 26, 487-496.
- Aronson, D. (2011). *Evidence-Based Technical Analysis: Applying the Scientific Method and Statistical Inference to Trading Signals*. New Jersey: Wiley.
- Bachelier, L. (1900). Théorie de la speculation. *Annales Scientifiques de l'École Normal Supérieure*, 3 (17), 21–86.
- Baele, L., De Bruyckere, V., De Jonghe, O., & Vander Vennet, R. (2014). Do stock markets discipline US Bank Holding Companies: Just monitoring, or also influencing?. *The North American Journal of Economics and Finance*, 29(1), 124-145.
- Ball, R. (2009). The global financial crisis and the efficient market hypothesis: What have we learned?. *Journal of Applied Corporate Finance*, 21 (4), 8–16.

- Barone-Adesi, G., Bourgoin, F., & Giannopoulos, K. (1998). Don't look back. *Risk*, 11, 100-104.
- Barone-Adesi, G., Giannopoulos, K., & Vosper, L. (1999). *VaR without correlations for portfolio of derivative securities*. *Journal of Futures Markets*, (19), 583-602.
- Basu, S. (1977). Investment Performance of Common Stocks in Relation to Their Price Earnings Ratios: A Test of the Efficient Market Hypothesis. *The Journal of Finance*, 32 (3), 663-682.
- Berger, D., Pukthuanthong, K., & Yang, J. J. (2013). Is the diversification benefit of frontier markets realizable by mean-variance investors? the evidence of investable funds. *Journal of Portfolio Management*, 39(4), 36-48.
- Best, P. (2000). *Implementing value at risk*. Chichester: John Wiley & Sons.
- Black, F. (1986). Noise. *Journal of Finance*, 41 (3), 529-543.
- Bohan, J. (1981). Relative strength: further positive evidence. *Journal of Portfolio Management*, 8(1), 36-39.
- Bollerslev, T. (1986). Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of econometrics*, 31(3), 307-327.
- Borges, M. R. (2010). Efficient market hypothesis in European Stock Markets. *The European Journal of Finance*, 16 (7), 711-726.
- Borges, M. R. (2011). Random walk tests for the Lisbon stock market. *Applied Economics*, 43 (5), 631-639.
- Brock, W., Lakonishok, J. & LeBaron, B. (1992). Simple technical trading rules and stochastic properties of stock returns. *Journal of Finance*, 47(5), 1731-1764.

- Brown, R. (1828). A brief descriptions of microscopical observations made in the months of june, july and august. *Annalen der Physik*, 14(1), 294-313.
- Campbell, J. Y., Lo A. W., & Mackinlay, A.C. (1997). *The Econometrics of Financial Markets*, Princeton: University Press.
- Cardano, G. (1564). *Liber de ludo alae*. Venice: Opera Omnia.
- Chen, H., & Singal, V. (2004). All things considered, taxes drive the January effect. *Journal of Financial Research*, 27(3), 351-372.
- Chong, T. T. L., & Ng, W. K. (2008). Technical analysis and the London stock exchange: testing the MACD and RSI rules using the FT30. *Applied Economics Letters*, 15(14), 1111-1114.
- Chong, T. T. L., Ng, W. K., & Liew, V. K. S. (2014). Revisiting the Performance of MACD and RSI oscillators. *Journal of Risk and Financial Management*, 7(1), 1-12.
- Cohen, G. & Cabiri, E. (2015) Can technical oscillators outperform the buy and hold strategy?, *Applied Economics*, 47(30), 3189-3197
- Cootner, P. H. (1964). *The Random Character of Stock Market Prices*. Cambridge: The MIT Press.
- Cowles, A. (1933). Can stock market forecasters forecast?. *Econometrica*, 1 (3), 309–324.
- Dowd, K. (1998). *Beyond value at risk: the new science of risk management*. Chichester: John Wiley and Sons.
- Duffie, D., & Pan, J. (1997). An overview of value at risk. *The Journal of derivatives*, 4(3), 7-49.

- Efron, B. (1979). Bootstrap Methods: Another Look at the Jackknife. *The Annals of Statistics*, 7 (1), 1-26.
- Edwards, R. D. & Magee, J. (2001). Technical analysis of stock trends. (8th ed.).San Francisco: Crc Press.
- Engle, R. F. (1982).Autoregressive conditional heteroskedasticity with estimates of the variance of U.K. inflation .*Econometrica*, 50 (1), 987-1008.
- Enniful, k. & Dowling, M. M. (2013) Robust weak-form efficiency tests in volatile European equity indices. *Applied Economics Letters*, 20(9), 863-868.
- Fama, E. F. (1965). The behavior of stock-market prices. *Journal of Business*, 38 (1), 34–105.
- Fama, E. F. (1970). Efficient capital markets: A review of theory and empirical work. *The Journal of Finance*, 25 (2), 383–417.
- Fama, E. F. & French, K. R. (1988). Permanent and temporary components of stock prices. *Journal of Political Economy*, 96 (2), 246–273.
- Fama, E. F., & French, K. R. (2012). Size, value, and momentum in international stock returns. *Journal of financial economics*, 105(3), 457-472.
- Grossman, S. J. & Stiglitz, J. E. (1980). On the impossibility of informationally efficient markets. *The American Economic Review*, 70 (3), 393–408.
- Hamilton, W. (1922). The Stock Market Barometer: A study of its Forecast value based on Charles H. Dow's Theory of the Price Movement. New York: Barron's.
- Hammoudeh, S., Santos, P. A., & Al-Hassan, A. (2013). Downside risk management and VaR-based optimal portfolios for precious metals, oil and stocks. *The North American Journal of Economics and Finance*, 25 (1), 318-334.

- Heitkoetter, M. (2016). *The Simple Strategy - A Powerful Day Trading Strategy For Trading Futures, Stocks, ETFs and Forex*. USA: Autor.
- Hull, J. C. (2000). *Options, Futures and other Derivatives*. (8th ed.). Toronto: Prentice-Hall.
- Harvey, C. R. (2014). *Passive/Active Strategy on the Euro Stoxx 50 Index*.
- Harvey, C. R. & Siddique, A. (2000). Conditional Skewness in Asset Pricing Tests. *The Journal of Finance*, 55 (3), 1263-1296.
- Jensen, M. C. (1968). The performance of mutual funds in the period 1945-1964. *The Journal of Finance*, 23 (2), 389-416.
- Jorion, P. (1996). Risk2: Measuring the risk in value at risk. *Financial Analysis Journal*, 52 (6), 57-56.
- Jorion, P. (2007). *Financial risk manager handbook* (4th ed.). New Jersey: John Wiley & Sons.
- Kendall, M. (1953). The Analysis of Economic Time Series. *Journal of the Royal Statistical Society*, 116 (1), 11-34.
- Kungwani, P. (2014). Risk Management-An Analytical Study. *Journal of Business and Management*, 16(3), 83-89.
- Larson, A. B. (1960). Measurement of a random process in futures prices. *Food Research Institute Studies*, 1 (3), 313-324.
- Lee, C. C., Lee, J.-D. & Lee, C. C. (2010). Stock prices and the efficient market hypothesis: Evidence from a panel stationary test with structural breaks. *Japan and the World Economy*, 22 (1), 49-58.

- Lo, A. & MacKinlay, A. (1988). Stock market prices do not follow random walks: evidence from a simple specification test. *The Review of Financial Studies*, 1 (1), 41–66.
- Malkiel, B. G. (2003). The efficient market hypothesis and its critics. *The Journal of Economic Perspectives*, 17 (1), 59–82.
- Malkiel, B. G. (2005). Reflections on the efficient market hypothesis: 30 years later. *The Financial Review*, 40 (1), 1–9.
- Mandelbrot, B. (1963). The variation of certain speculative prices. *The Journal of Business*, 36 (4), 394–419.
- Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection. *The Journal of Finance* 7(1), 77-91.
- Markowitz, H. (1959). Portfolio Selection. New Haven, Connecticut: Yale University Press.
- Metghalchi, M., Marcucci, J., and Chang Y.-H. (2012). Are moving average trading rules profitable?. Evidence from the European stock markets. *Applied Economics*, 44(12), 1539-1559.
- Metghalchi, M., Chen, C.P. & Hayes, L. A. (2015). History of share prices and market efficiency of the Madrid general stock index. *International Review of Financial Analysis*, 40 (1), 178–184.
- Mobarek, A., Mollah, A. S., & Bhuyan, R. (2008). Market efficiency in emerging stock market evidence from Bangladesh. *Journal of Emerging Market Finance*, 7(1), 17-41.
- J.P.Morgan (1996). Riskmetrics, J.P. Morgan technical document. (4th ed.). New York: Reuters Ltd.

- Murphy, J. J. (1999). *Technical Analysis of the Futures Markets: A comprehensive guide to trading methods and applications*. Paramus: New York institute of finance.
- Narayan, P.K. & Zheng, X. (2011). The relationship between liquidity and returns on the Chinese stock market. *Journal of Asian Economies*, 22(1), 259-266.
- Osborne, M. M. (1959). Brownian motion in the stock market. *Operations research*, 7 (2), 145-173.
- Pierdzioch, C., Risse, M, & Rohloff, S. (2014). On the efficiency of the gold market: Results of a real-time forecasting approach. *International Review of Financial Analysis*, 32 (1), 95-108.
- Pring, M. J. (1991). *Technical Analysis: Explained*. (4th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Ready, M. (2002). Profits from technical trading rules. *Financial Management*, 31 (1), 43–61.
- Rhea, R. (1932). *The Dow Theory*. New York: Barron's.
- Roberts, H. (1967). *Statistical Versus Clinical Prediction of The Stock Market*. Unpublished Manuscript.
- Rossilo, R., Fuente, D. & Brugos, J. A. L. (2013). Technical analysis and the Spanish stock exchange: testing the RSI, MACD, momentum and stochastic rules using Spanish market companies. *Applied Economics*, 45 (12), 1541-1550.
- Samuelson, P. A. (1965). Proof that properly anticipated prices fluctuate randomly. *Industrial Management Review*, 6 (2), 41–49.
- Sewell, M. (2012). The efficient market hypothesis: Empirical evidence. *International Journal of Statistics and Probability*, 1(2), 164-178.

- Sharpe, W. F. (1966). Mutual fund performance. *The Journal of business*, 39(1), 119-138.
- Smidt, S. (1968). A New look at the Random Walk Hypothesis. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 1(1), 235-261.
- Summers, L. H. (1986). Does the stock market rationally reflect fundamental values?. *The Journal of Finance*, 41 (3), 591–601.
- Sortino, F. A., & Price, L. N. (1994). Performance measurement in a downside risk framework. *the Journal of Investing*, 3(3), 59-64.
- Tang, G. & Zhang, H. (2014). Stock return reversal and continuance anomaly: new evidence from Hong Kong. *Applied Economics*, 46 (12), 1335-1349.
- Wang, F., Yu, P. L. H. & Cheung, D. W. (2014). Combining trading rules using particle swarm optimization. *Expert Systems with applications*, 41 (6), 3016-3026.
- Wilder, J. (1978). *New Concepts in Technical Trading Systems*. Greensboro: Trend Research.
- Working, H. (1960). Note on the Correlation of First Differences of Averages in a Random Chain. *Econometrica*, 28 (4), 916–918.
- Yang, G. J. A., Lee, G. & Lee, C.H. (2015). Random walk in the Mist. *Journal of Asia-Pacific Business*, 16 (2), 92-104.

ANEXOS



Anexo A

(Composição do índice bolsista STOXX50E)

Anexo A – Composição do índice bolsista STOXX50E

Company	Supersector	Country
Total	Oil & gas	Fr
Sanofi	Health care	Fr
Bayer	Chemicals	De
Anheuser-busch inbev	Food & beverage	De
Siemens	Industrial goods & services	De
Sap	Technology	De
Daimler	Automobiles & parts	De
Telefonica	Telecommunications	Es
Ing grp	Banks	Nl
Danone	Food & beverage	Fr
Bco bilbao vizcaya argenteria	Banks	Es
Iberdrola	Utilities	Es
Airbus group se	Industrial goods & services	Fr
Eni	Oil & gas	It
Schneider electric	Industrial goods & services	Fr
Orange	Telecommunications	Fr
Enel	Utilities	It
Fresenius	Health care	De
Unibail-rodamco	Real estate	Fr
Deutsche post	Industrial goods & services	De
Engie	Utilities	Fr
Safran	Industrial goods & services	Fr
Volkswagen pref	Automobiles & parts	De
Assicurazioni generali	Insurance	It
E.on	Utilities	De

Company	Supersector	Country
Allianz	Insurance	De
Unilever nv	Personal & householdgoods	Nl
Basf	Chemicals	De
Bo santander	Banks	Es
Bnp paribas	Banks	Fr
Deutsche telekom	Telecommunications	De
Axa	Insurance	Fr
Lvmh moet hennessy	Personal & householdgoods	Fr
L'oreal	Personal & householdgoods	Fr
Vinci	Construction & materials	Fr
Air liquide	Chemicals	Fr
Intesa sanpaolo	Banks	It
Asml hldg	Technology	Nl
Industria de diseno textil sa	Retail	Es
Nokia	Technology	Fi
Muenchener rueck	Insurance	De
Grp societe generale	Banks	Fr
Bmw	Automobiles & parts	De
Essilor international	Health care	Fr
Philips	Health care	Nl
Vivendi	Media	Fr
Deutsche bank	Banks	De
Saint gobain	Construction & materials	Fr
Unicredit	Banks	It
Carrefour	Retail	Fr

Fonte: www.stoxx.com acedido em 13/12/2015