

**ESTRATÉGIAS DE GESTÃO ACTIVA
EM PORTFÓLIOS DE ACÇÕES**

Ramiro Manuel Marques Loureiro

**Projecto de Mestrado
em Finanças**

Orientador:

**Prof. Luís Oliveira, Prof. Auxiliar, Director Programa de Mestrado Executivo em
Finanças, ISCTE Business School, Departamento de Finanças**

Maio 2011

Resumo

Nos mercados accionistas, existem alguns modelos desenvolvidos ao longo de décadas, que ajudam os investidores na sua tomada de decisão para a compra de uma acção. Ao comprar uma acção, o investidor torna-se dono de uma parte da empresa. Esse título representa parte do capital da empresa e confere dando ao seu detentor o direito de voto nas assembleias gerais, partilha dos resultados empresa e participação nos lucros, por norma sob a forma de dividendos. Desta forma, ao adquirir hoje uma acção, o investidor fá-lo na perspectiva de ganho futuro. A grande questão é saber se o preço que está a pagar por essa participação se situa acima, abaixo ou no justo valor da mesma.

Nesta dissertação pretendemos fazer uma nova abordagem de investimento em acções, baseada em modelos matemáticos e estatísticos, ou seja, numa realidade quantitativa. O objectivo final passa pela criação de uma carteira de gestão activa, assente em processos automáticos de filtragem de títulos do mercado norte-americano (por uma questão de dimensão), mas que gere melhores resultados que os índices de referência, assumindo como *benchmark* o S&P 500 e o Nasdaq 100.

Palavras chave: CAPM, Teoria da Carteira, rentabilidade, indicadores, testes de hipóteses, estratégias.

Summary

Several models have been developed throughout the last decades that have helped investors in the decision making process regarding the stock market. When an investor buys a share it becomes a stakeholder of that company. This share represents part of the company's capital and gives its holder voting rights at the shareholders meetings and also gives it the right to participate in profit distribution (normally through dividends).

As such, by buying a stock, the investor expects to earn future profits. The big question is to know if the price it pays for such a stock is above, below or at its fair value.

In this thesis we aim to approach equity market investments through mathematical and statistical models, i.e., a quantitative approach. The final goal is to create an active managed portfolio based on an automatic process that filters US stocks (due to its dimension), but which outcomes are better than its benchmarks (S&P 500 and Nasdaq 100).

Keywords: CAPM, Portfolio Theory, profitability, indicators, hypothesis testing, strategies.

Agradecimentos

Aos meus pais.

À Bárbara e ao meu filho Diogo por tudo o que me dão.

À equipa do Millenniumbcp que colabora directamente comigo – em especial à Sónia Martins, Marco Barata e Rita Silva, e aos meus superiores hierárquicos – Dr. António Seladas e Dr. Luís Féria – pelo apoio que me deram para a realização do meu mestrado.

E por fim, ao Prof. Luís Oliveira pela sua orientação na minha tese.

Índice

Resumo.....	i
Summary.....	ii
Agradecimentos.....	iii
Capítulo 1 – Introdução.....	5
1.1 – Nota introdutória.....	5
1.2 – Moderna Teoria da Carteira.....	6
1.2.1 – O Modelo de Gestão de Carteiras de Markovitz.....	6
1.2.2 – O Capital Asset Pricing Model.....	9
Capítulo 2 – Uma realidade quantitativa.....	15
2.1 – Abordagem geral.....	15
2.2 – Definição das variáveis por processos quantitativos.....	16
2.2.1 – Fase 1: Criação de Hipótese.....	16
2.2.1.1 – Definição dos Indicadores.....	18
2.2.2 – Fase 2: Teste de Hipótese.....	23
2.2.3 – Fase 3: Análise de Performance e Conclusões.....	26
2.3 – Erros a ter em conta.....	29
Capítulo 3 – Índice Technical US.....	31
3.1 – Descrição do Índice Technical US.....	31
3.2 – Construção do Índice.....	32
3.2.1 – Data de Início e Valor.....	32
3.2.2 – Elegibilidade das componentes e outros requisitos.....	32
3.2.3 – Ajustamento dos pesos.....	33
3.2.4 – Tratamento dos dividendos.....	34
3.2.5 – Equação do Índice.....	35
3.3 – Manutenção do Índice.....	36
3.3.1 – Detalhes de alterações de acções.....	36
3.3.2 – Mudanças Programadas dos Constituintes.....	36
3.3.3 – Mudanças não programadas dos constituintes.....	37
3.4 – Comportamento do Índice THUS.....	38
3.4.1 – Evolução do Índice.....	38
4 – Conclusões.....	42
Referências Bibliográficas.....	43

Capítulo 1 – Introdução

1.1 – Nota Introdutória

Se o desenvolvimento das empresas espelha a evolução da economia, os mercados de acções são das melhores métricas para avaliar a cada momento as expectativas de evolução de um país ou região. Esta é uma das razões para que os mercados accionistas perdurem no tempo, passando por guerras, atentados, catástrofes naturais, crises tecnológicas ou financeiras e adaptando-se sempre às novas realidades. Ainda hoje é comum *traders* e investidores de referirem a uma acção como "papel", isto porque ainda não há muitos anos, antes da era tecnológica em que a manutenção passou a ser electrónica, estes títulos eram impressos em papel, que representava a parte que o seu detentor tinha numa determinada empresa. Uma das vantagens de comprar acções é que as perdas são limitadas ao capital investido, ou seja, a perda máxima é o montante de investimento, o que pode não ser verdade noutro tipo de investimentos, ainda que, em caso de insolvência, os accionistas estejam no final da cadeia para receberem a fracção equivalente do que restar da empresa.

Uma das questões que tem estado presente ao longo de décadas prende-se com a eficiência dos mercados. Será que a evolução dos mercados financeiros traduz de uma forma eficiente a evolução dos activos que eles representam? Ou poderão existir num determinado momento discrepâncias entre o preço a que uma acção é transaccionada no mercado e o valor que a mesma deveria ter, com base em modelos teóricos, elaboradas a partir de expectativas de rendimentos futuros? Conseguirão os mercados financeiros captar a cada momento toda a informação dos diversos intervenientes?

Graça (1999) explica as razões pelas quais a Teoria Financeira adopta modelos baseados no pressuposto de que as cotações de mercado reflectem o valor fundamental dos activos, ou seja, a avaliação feita na óptica de um investidor racional. Graça descreve dois elementos necessários para a determinação do valor teórico, ou fundamental, dos activos:

- um modelo teórico de avaliação de activos financeiros, para determinação do equivalente actual de fluxos financeiros futuros incertos;
- um processo de formação de expectativas (ou previsões) óptimas relativamente ao valor futuro das variáveis necessárias para o modelo de avaliação, utilizando toda a informação relevante existente (expectativas racionais);

definindo a transacção de activos financeiros como uma permuta entre um valor monetário presente (conhecido) por uma sequência de fluxos monetários futuros (incertos, mas parcialmente previsíveis). Para esta permuta ser justa, os investidores bem informados deveriam retirar uma utilidade equivalente entre as opções de manter o activo ou vender o activo. A cotação de mercado de um activo deveria assim corresponder à utilidade esperada pelos investidores que nele actuam e assim a cotação a que um activo transacciona deveria estar muito próxima do seu valor teórico.

A grande questão reside no facto de nenhum modelo teórico ser considerado perfeito para determinar o valor teórico dos activos.

1.2 – Moderna Teoria da Carteira

A falta de unanimidade em torno dos modelos teóricos de avaliação de activos levou ao aparecimento da Moderna Teoria da Carteira (*Modern Portfolio Theory*), na segunda metade do século XX.

Um dos modelos mais conhecidos é o *Capital Asset Pricing Model* (CAPM), desenvolvido por Sharpe (1964), Litner (1965) e Mossin (1966), a partir da simplificação do modelo de gestão de carteira proposto por Markowitz (1959).

1.2.1 – O Modelo de Gestão de Carteiras de Markovitz

O modelo proposto por Markowitz defendeu que a gestão de uma carteira de investimentos deve ter em conta a relação entre a rentabilidade e risco da carteira de todos os activos detidos pelo investidor e não a relação da rentabilidade e risco para cada título considerado de forma isolada. Markowitz propôs a diversificação de carteiras de forma a reduzir o risco total tomado pelo investidor, para um mesmo nível de retorno esperado. Para tal assumiu princípios de normalidade da distribuição de probabilidades das taxas de retorno expectáveis

para cada activo. Uma vez que a distribuição normal é descrita através de dois parâmetros (média e variância), as funções de utilidade dos investidores são descritas em função da taxa de retorno esperada (que corresponde à média) e o nível de risco, medido pela variância (ou pelo desvio-padrão).

Markowitz estabelece desta forma a relação:

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^n W_i E(R_i) , \quad (1.1)$$

sendo

$E(R_p)$ – taxa de retorno esperada da carteira p ;

$E(R_i)$ – retorno médio do título i ;

W_i – peso relativo do título i na carteira p .

Assim, a taxa de retorno esperada da carteira é igual à média das taxas de rentabilidade esperadas para os títulos que integram a carteira, ponderados pelo seu peso relativo.

No que respeita à variância esta soma deixa de ser linear, uma vez que, por norma, a variância de um *portfolio* é inferior à soma das variâncias dos títulos que o compõem, excepto nos casos em que as variações nas taxas de retorno dos títulos são perfeitamente correlacionadas. A variância da carteira é dada por:

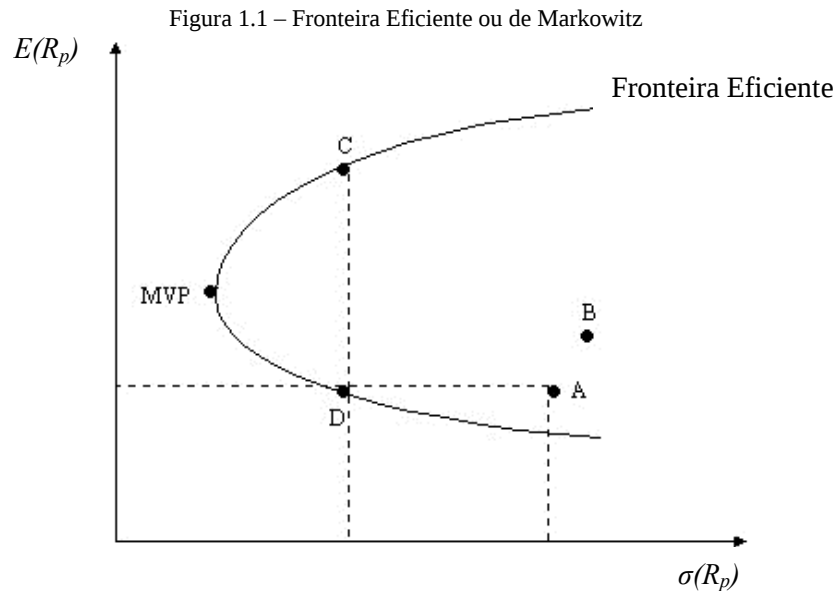
$$Var(R_p) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_i W_j Cov(R_i, R_j) \quad (1.2)$$

Markowitz demonstra ser possível criar carteiras de investimento de variância mínima para cada uma taxa de retorno esperada, através da selecção de títulos que optimizam a função:

$$\underset{W_i, \dots, W_j}{\text{Min}} \quad Var(R_p) \text{ s.a.: } E(R_p) = \kappa, \quad (1.3)$$

sendo κ a taxa de retorno esperada do investimento.

Do conjunto de carteiras que é possível formar através da combinação dos vários títulos, para cada nível de rentabilidade apenas uma deverá corresponder ao *portfolio* de variância mínima. O conjunto de todas as carteiras de variância mínima, para os vários níveis de riscos encontra-se sobre a linha designada por Fronteira Eficiente.



Um investidor mais avesso ao risco iria optar pela carteira que apresenta o nível de risco mais baixo, designada por *Minimum Variance Portfolio* (MVP). Por outro lado, para o mesmo nível de retorno esperado, o investidor escolhe sempre o *portfolio* de menor risco, isto é, prefere a carteira D à carteira A. No entanto, as carteiras A, B e D seriam sempre preteridas, em detrimento de uma carteira situada na parte superior da fronteira eficiente global. A razão prende-se no facto de, para o mesmo nível de risco ($\sigma(R_p)$), os investidores procurarem o *portfolio* que lhes pode proporcionar o maior retorno ($E(R_p)$), ou seja, um investidor optaria pela carteira C, em detrimento da D.

O modelo demonstra assim que o contributo de um determinado activo numa carteira de investimento está directamente relacionado com o seu contributo para o risco total do *portfolio*.

No entanto, o modelo de Markowitz é de difícil aplicação prática. A primeira razão prende-se com a necessidade de estimar as covariâncias entre os activos que constituem a carteira quando se trata de *portfolios* extensos (por

exemplo, para uma carteira com 100 títulos seria necessário estimar cerca de 4450 covariâncias). A segunda questão prende-se com o pressuposto de normalidade – como veremos no Capítulo 2 as taxas de retorno dos activos financeiros seguem uma distribuição com excesso de Kurtosis face à normal.

Vários autores desenvolveram simplificações ao modelo de Markowitz, que resultaram no modelo CAPM.

1.2.2 – O *Capital Asset Pricing Model*

O *Capital Asset Pricing Model* (CAPM) é um modelo obtido a partir da simplificação do modelo de Markowitz e estabelece uma relação entre rentabilidade e risco. Os principais pressupostos do modelo são:

- a) Os mercados financeiros funcionam em concorrência perfeita;
- b) Os investidores têm o mesmo horizonte temporal de investimento (*single-period model*);
- c) O universo de investimento é composto apenas por activos transaccionados em mercados financeiros e tais activos são perfeitamente divisíveis¹;
- d) Não existem custos de transacção nem impostos;
- e) Os investidores têm acesso simultâneo e gratuito a toda a informação (mercados eficientes);
- f) É possível efectuar aplicações financeiras e contrair financiamentos à taxa de juro do activo sem risco (R_f), identificada em ambos os casos para todos os investidores;
- g) Os investidores são *rational mean-variance optimizers*, ou seja:
 - 1. São não-saciáveis;
 - 2. São avessos ao risco;
 - 3. Formulam as suas decisões de investimento apenas com base na taxa de rentabilidade esperada e o respectivo desvio padrão (risco), das carteiras de investimento;

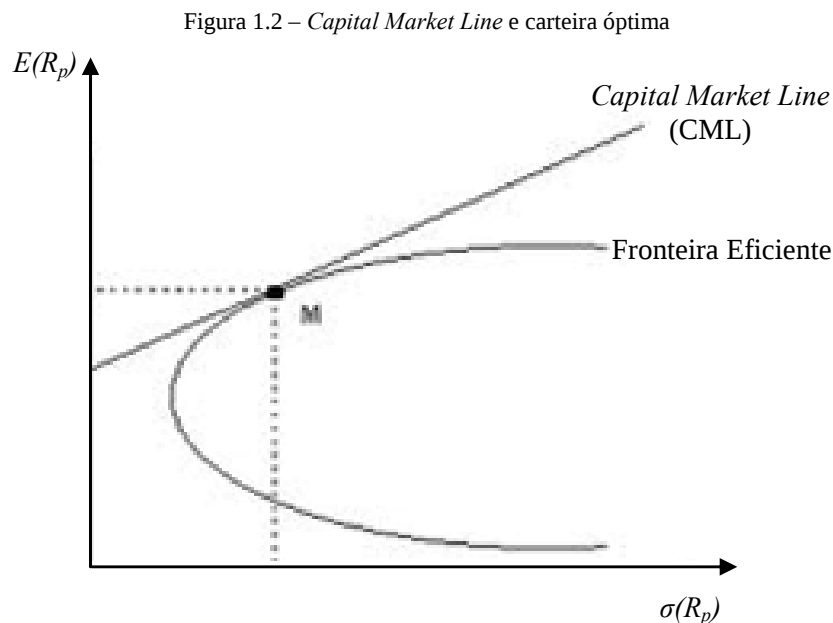
¹ Pressuposto exigido para garantir a continuidade da fronteira eficiente de Markowitz e da *Capital Market Line*.

- h) Os investidores têm expectativas homogéneas, ou seja, as taxas de rentabilidade esperadas, os desvio-padrão e as covariâncias entre os diversos activos financeiros são idênticos para todos os investidores.

A ideia do CAPM é a de que os investidores, em vez de se limitarem a escolher uma carteira de activos com risco sobre a fronteira eficiente de Markowitz, poderão criar uma carteira composta pela combinação de activos com risco e pelo activo sem risco. Visto que a fronteira eficiente é igual para todos os investidores, tal como a taxa de juro, logo todos os investidores possuem a carteira de tangencia.

A carteira de tangencia é a carteira cópia de mercado, que na prática é aproximada a um índice bolsista como o S&P 500 ou o Nasdaq 100.

Desta forma, a carteira óptima (M), do ponto de vista do investidor, situa-se sobre a semi-recta que passa pelos pontos representativos do activo sem risco e da carteira cópia de mercado. Esta semi-recta é designada por *Capital Market Line* (CML).



Para um investidor que possuiu uma carteira de activos, o importante é a rentabilidade esperada e o desvio-padrão dessa carteira. Mas qual é o contributo do activo i no *portfolio*? Qual é o contributo desse activo na rentabilidade esperada e na variância do *portfolio*?

A variância de uma carteira de activos é dada por:

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n x_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1, j \neq i}^n x_i x_j \sigma_{ij} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j \sigma_{ij}, \quad (1.4)$$

onde x_i representa a fracção investida no activo i .

No caso concreto de *portfolio* de mercado a variância é dada por:

$$\sigma_m^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_{im} x_{jm} \sigma_{ij}, \quad (1.5)$$

sendo x_{im} a proporção do activo i na carteira de mercado.

No entanto, a equação (1.5) representa a covariância da rentabilidade do activo i com a rentabilidade de mercado. Ou seja, a variância da carteira de mercado é igual à média ponderada das covariâncias de cada um dos activos com a carteira de mercado. Isto mostra que o contributo da activo i para a variância da carteira de mercado depende da covariância da rentabilidade deste activo com a rentabilidade da carteira de mercado. Assim, em equilíbrio, os activos com maior covariância com o *portfolio* de mercado (que contribuem mais para o risco da carteira) devem apresentar uma rentabilidade esperada mais elevada. Como veremos mais à frente, essa relação é dada pela expressão

$$E(R_i) = R_f + \left[\frac{\overline{R_m} - R_f}{\sigma_m^2} \right] \sigma_{im}. \quad (1.6)$$

No espaço $(\sigma_{im}, E(R_i))$ a equação anterior é uma recta com intersecção na origem R_f e declive $(\overline{R_m} - R_f) / \sigma_m^2$.

Se um activo tiver covariância nula com a carteira de mercado ($\sigma_{im} = 0$), então a sua rentabilidade esperada é igual à rentabilidade do activo sem risco, uma vez que esse activo em nada contribui para o risco da carteira de activos, ou seja, não tem contribuição para a variância do *portfolio*.

Outra implicação da equação (1.6) é de que se um activo com risco tiver covariância negativa com o *portfolio* de mercado ($\sigma_{im} < 0$), a sua rentabilidade é inferior à do activo sem risco, pelo que ao deter o activo i , o risco da carteira de mercado é menor do que seria sem o mesmo. No entanto, em termos práticos esta situação é invulgar.

A última implicação da equação (1.6) é que se a covariância do activo i com a carteira de mercado for $\sigma_{im} = \sigma_m^2$, a sua rentabilidade esperada é igual à rentabilidade esperada da carteira de mercado, $E(R_i) = \overline{R_m}$.

Relação entre rentabilidade esperada e o beta do activo

Apesar da importância da relação entre a rentabilidade esperada de um activo e a sua covariância com o mercado, o mais frequente é medir o risco sistemático de um activo pelo seu beta. O parâmetro β_i (beta do activo i) mede a sensibilidade do activo i às variações na rentabilidade da carteira de mercado e é dado por

$$\beta_i = \frac{\sigma_{im}}{\sigma_m^2} \quad (1.7)$$

Usando a definição anterior de β_i a equação (1.6) pode vir da seguinte forma:

$$E(R_i) = R_f + [\overline{R_m} - R_f] \beta_i \quad (1.8)$$

A equação (1.8) define uma recta no espaço $(\beta, E(R))$, em que a intersecção na origem é a rentabilidade do activo sem risco e o declive da recta

$$[\overline{R_m} - R_f]$$

Esta recta é designada por *security market line*, sendo a recta de avaliação de activos financeiros.

Esta relação fundamental do CAPM mostra que as cotações dos activos em equilíbrio deverão ser tais que a taxa de retorno esperada para o mesmo inclua apenas o prémio pelo risco sistemático do activo, medido pelo seu beta.

Algumas críticas aos pressupostos do CAPM

Ainda que o CAPM continue a ser válido como modelo de avaliação de activos, existem algumas críticas aos seus pressupostos, como a existência de expectativas homogéneas, passando pela existência de um activo sem risco, até ao acesso em simultâneo e gratuito a toda a informação por parte dos investidores (mercados eficientes).

Mesmo o criador da designação "mercados eficientes" sentiu a necessidade de redefinir essa eficiência. Fama (1970), definiu três formas de eficiência:

- eficiência na forma fraca: os preços reflectem apenas a informação contida nas cotações históricas;
- eficiência na forma semi-forte: os preços reflectem toda a informação pública disponível;
- eficiência na forma forte: os preços reflectem toda a informação disponível, pública ou privada.

Segundo o CAPM, o retorno esperado num activo é afectado exclusivamente pelo risco de mercado (risco sistemático) e pelo beta do activo. Fama e French (1992), colocaram em causa o modelo, através de estudos empíricos que mostravam outros factores de risco.

Dada a complexidade, nenhuma teoria é consensual e têm surgido métodos alternativos. Shiller (1987) definiu a tomada de uma decisão de investimento como uma actividade social, e, como tal, passível de ser influenciada por fenómenos de modas ("fads" ou "fashions"), associando este processo à psicologia de massas. No fundo, é como entornar um copo de água, cada partícula acaba por ser empurrada na mesma direcção do conjunto.

Apesar de cada investidor ter uma estratégia própria, a sua forma de interpretar a informação disponível, os sectores de actividade preferenciais ou a maior ou menor apetência para o risco, existem a cada momento opiniões dominantes, que, uma vez transmitidas, influenciam o comportamento de mercado.

A Moderna Teoria da Carteira assenta no pressuposto de que o preço de uma acção não é previsível, mas as suas variações podem ser estimadas por processos matemáticos, baseados em probabilidades, permitindo uma avaliação do risco a que um investidor está sujeito. Esta teoria baseia-se em pressupostos de normalidade das variações que ocorrem numa acção em determinados períodos de tempo (no nosso estudo consideraremos dados diários), e em que as variações são independentes.

É neste enquadramento que propomos uma nova metodologia para a avaliação e selecção de acções, que tem por base a formação histórica de preços. No Capítulo 2 descrevemos o processo de avaliação de empresas e a elaboração de estratégias de investimento. O Capítulo 3 é dedicado à metodologia do índice desenvolvido e à sua evolução desde 2000, com os indicadores de performance. No Capítulo 4 deixamos as considerações e conclusões finais.

Capítulo 2 – Uma realidade quantitativa

2.1 – Abordagem geral

Um dos métodos mais utilizados pelos investidores e pelos *traders* que determinam as entradas e saídas dos mercados baseia-se na análise técnica das cotações históricas. Os seguidores desta teoria justificam a sua opção com padrões comportamentais de uma acção, que a poderá levar a subir ou a cair. Murphy (1999) definiu a análise técnica assente em três pilares:

- o mercado move-se por tendências;
- o preço desconta tudo;
- a história repete-se.

Os analistas técnicos acreditam na riqueza da informação dada pela evolução do preço de uma acção, dado que esta incorpora todos os eventos históricos da empresa cotada em bolsa. Segundo estes, as diversas fases evolutivas da empresa estão espelhadas na sua formação de preço, que poderá repetir-se no futuro. Esta convicção leva-os a analisar tendências, níveis máximos e mínimos de cotação, padrões comportamentais (canais de subida ou descida, triângulos de consolidação, etc.), de forma a preverem movimentos futuros.

Naturalmente, este tipo de análise levanta algumas questões. Para além da subjectividade, a maior questão está relacionada com a impossibilidade de teste, uma vez que não existe um modelo de avaliação. Na grande maioria das vezes a opinião resulta da observação directa da evolução do preço da acção. O nosso estudo sugere uma abordagem diferente dos mercados de acções – a análise e selecção de acções baseada em processos quantitativos para a gestão activa de carteiras.

O nosso universo de empresas foi o índice S&P 500 e o índice Nasdaq 100. Escolhemos o mercado norte-americano por ser um mercado antigo, altamente desenvolvido e com uma disponibilização da informação histórica bastante alargada. Utilizando séries de cotações de mercados, foi construída uma

base de dados com todas as empresas que desde 2000 fizeram parte deste Universo. Actualmente o Universo contém cerca de 550 empresas, uma vez que algumas são comuns a estes dois índices. Na nossa base de dados constam mais de 600 empresas, dado que a construção do índice proposto se baseou na constituição dos dois índices norte-americanos a cada momento, contendo, por conseguinte, empresas como a Lehman Brothers, que declarou falência a 15 de Setembro de 2008, após 158 anos de existência.

2.2 – Definição das variáveis por processos quantitativos

A criação do modelo quantitativo aplicado ao mercado de acções envolveu três fases:

Fase 1 – criação de hipótese;

Fase 2 – teste de hipótese;

Fase 3 – análise de performance e conclusões.

Na **Fase 1** analisámos exaustivamente quais os indicadores que poderiam ajudar a perceber e a prever a evolução dos mercados, para a criação da hipótese;

Na **Fase 2** fizemos a recolha dos dados históricos para a elaboração da base de dados e para os testes de hipóteses. Depois, através de um *software* designado por *Wealth-Lab* foram desenvolvidos modelos de programação (*if, then, else*) para testar cada indicador;

Na **Fase 3** foi analisada a performance de cada indicador testado e as conclusões estatísticas do mesmo.

2.2.1 – Fase 1: Criação de Hipótese

No mercado de acções participam diferentes intervenientes, com diferentes ideias, expectativas e prazos de investimento distintos, ou seja, diversos perfis de investidores, que por conseguinte têm filosofias de investimento distintas – investidores de *momentum* ou de curto prazo (onde se enquadram os *traders* das

salas de mercado), investidores de longo prazo (mais focados nos fundamentais das empresas), que procuram empresas com valor e com perspectivas de crescimento e distribuição de lucros (dividendos) interessantes, investidores de tendência (procuram detectar e aproveitar ciclos positivos), entre muitos outros.

A evolução da cotação de uma empresa resulta da actividade conjunta de todos os tipos de investidores, pelo que se torna difícil estabelecer um padrão único de investimento, e é neste capítulo que entra a análise de padrões comportamentais de uma acção ou índice.

A Fase 1 consistiu, portanto, na análise de dados que possam ser determinísticos de padrões comportamentais de uma acção – médias móveis de cotação, modas, volatilidade, tendência evolutiva, sazonalidade, *momentum*, força de um movimento, medida pelo RSI, reacção da cotação a pagamento de dividendos (se desconta ou não a sua totalidade no *ex-date*), sensibilidade a divulgação de resultados, são alguns exemplos de dados recolhidos para a formulação de indicadores a testar na Fase 2.

No nosso trabalho definimos e testámos vários dados, de forma individual e combinada, que nos permitiram estabelecer quatro indicadores de classificação global, aplicados ao curto/médio prazo e ao médio/longo prazo:

- 1 – Tendência;
- 2 – *Momentum*;
- 3 – Sazonalidade;
- 4 – Ciclos.

O somatório dos indicadores de classificação global forneceu-nos uma opinião de curto prazo (OCM) e uma de longo prazo (OML).

Considerámos ainda quatro indicadores representativos de perfis de investimento distintos, que designamos por alertas:

- 1 – *Reverse* (ou de inversão);
- 2 – *Divergência*;
- 3 – *Breakout*;
- 4 – *Consolidação*.

E por fim indicadores de níveis de Suporte e Resistência, que no fundo funcionam como barreiras psicológicas de numa acção, sendo normalmente mínimos os máximos históricos de cotação, respectivamente.

A opinião global, ou classificação técnica (*CT*), é dada pelo somatório do curto/médio e do médio/longo prazo:

$$CT = COM + OML \quad (2.1)$$

Este modelo de avaliação elabora um relatório de avaliação individual para cada empresa, permitindo hierarquizar o conjunto de empresas do Universo, segundo cada indicador. Desta forma, conseguimos criar estratégias de gestão activa em *portfolios* de acções, obtendo carteiras geridas exclusivamente por processos quantitativos.

2.2.1.1 – Definição dos Indicadores

Esta secção é mais exaustiva, uma vez que descreve os indicadores que utilizámos no nosso modelo. No final da secção apresentamos um quadro com a interpretação de cada indicador.

Os indicadores de classificação global foram definidos da seguinte forma:

Tendência – o indicador de tendência mede a persistência de um movimento no preço de uma acção ao longo do tempo.

Momentum – medida da diferença de preço ao longo do tempo. Para o curto prazo definimos a variação da cotação da acção face à variação do mercado, ou seja, de uma acção norte-americana do índice S&P 500 em relação ao próprio índice. Se consideramos momentos positivos de mercado, pretendemos seleccionar acções com maior aceleração face ao mercado. No longo prazo captamos o potencial de reversão de preços, tentando apanhar o efeito da segunda derivada, de forma a antever momentos de inversão de tendência (primeira derivada) da acção. No mercado de acções a primeira derivada representa a variação dos preços, enquanto a segunda derivada traduz a aceleração.

Sazonalidade – estudo de padrões repetitivos, confirmados pela correlação entre séries de dados anuais de uma acção num determinado período.

Ciclos – tal como a sazonalidade, os ciclos baseiam-se no estudo de padrões repetitivos. Os mercados de acções não sobem e descem de forma linear. Olhando para o gráfico de uma acção ou índice verificamos a existência de ciclos de subida e descida mais curtos ou mais longos. Este indicador mede a aderência do movimento histórico da acção a ciclos de senos e co-senos.

Enquanto os indicadores de classificação global definem zonas mais ou menos favoráveis de investimento, os indicadores representativos de perfis de investimento são mais restritos, tentando captar o momento exacto de compra e venda de uma acção. Naturalmente, são mais erróneos, daí termos propositadamente designado por alertas, uma vez que como o termo designa, um alerta nem sempre vem a ser confirmado. O nosso objectivo ao introduzirmos estes indicadores é captar momentos como euforia ou pânico, que possam ter levado os investidores a cometerem excessos, levando a uma inversão de tendência, ou momentos de arranque após uma fase de estabilização no preço da acção durante um período de tempo.

Desta forma considerámos quatro indicadores:

Reverse – este indicador foi programado para detectar reacções a situações extremas, provocadas por exageros dos investidores, que poderão levar a uma inversão da tendência da acção no curto prazo (últimas sessões). O indicador considera que deve existir pelo menos um de dois cenários para ser detectada a possibilidade de inversão de tendência:

- a) variação superior a 10% em 4 sessões, em que a última foi em sentido inverso ao movimento, mas com variação inferior a 1%;
- b) RSI em valores inferiores a 30 ou superiores a 70.

O RSI (*Relative Strength Index*) foi desenvolvido por Wilder (1978) e é provavelmente o oscilador mais utilizado pelos investidores que olham para a formação de preços das acções para tomarem uma decisão de investimento. Varia entre 0 e 100 e é determinado pela fórmula

$$RSI = 100 - 100 / (1 + RS), \quad (2.2)$$

sendo *RS* o rácio entre a média das variações positivas e a média, em valor absoluto, das variações negativas, num determinado período (14 sessões é o mais usual). Valores de RSI acima de 70 indicam que a acção está sobrecomprada (*overbought*) ², enquanto que abaixo de 30 indicam que a acção está sobrevendida (*oversold*) ². Quando o RSI está acima de 70 ou abaixo de 30, uma divergência entre o indicador e a acção subjacente indica uma possibilidade de reversão da tendência.

Divergência – o indicador procura divergência entre a evolução do preço da acção e outros dados que possam apontar para um esgotamento da tendência. Basicamente testámos duas situações:

- a) divergência entre os picos relativos da acção com o RSI, quando este se encontra (ou veio) acima dos 70 ou abaixo dos 30 (por

² Diz-se que uma acção está sobrecomprada (*overbought*) quando apresenta sinais de pode ter subido de forma exagerada, por euforia dos mercados, e sobrevendida (*oversold*) quando apresenta sinais de venda exagerada, provocados por excesso de pessimismo.

exemplo, a acção atinge novo máximo relativo, mas o RSI é inferior ao anterior, numa altura em que o seu valor está (ou esteve no pico anterior) acima dos 70;

b) divergência entre a evolução do volume ³ da acção e a evolução sua cotação (volume a cair com acção a subir).

Breakout – o *breakout* define-se como a quebra de linhas de tendência de uma acção. As linhas de tendência dão-nos a direcção em que uma acção está a transaccionar. Uma linha de tendência positiva é traçada pela união de dois mínimos relativos consecutivos. Uma linha de tendência negativa resulta da união de dois máximos relativos consecutivos. A linha será tanto mais relevante quantos mais mínimos ou máximos relativos estiverem sobre ela. Diz-se que a tendência é de subida (*uptrend*) quando os máximos e os mínimos são cada vez mais elevados e de descida na situação inversa (*downtrend*). Quando os activos seguem sem tendência definida, diz-se que estão a lateralizar (*sideways*). O sinal de reversão será dado quando o activo quebrar em baixa a linha de mínimos (sinal *bearish*) ou em alta a linha de máximos (sinal *bullish*). No entanto, para esta quebra, em alta ou em baixa, ser considerada relevante, deve ser confirmada por um aumento de volume.

Na análise de volume, um dos indicadores mais populares é o OBV (*On Balanced Volume*). Criado por Granville (1963), é utilizado para confirmar a tendência do mercado. O indicador soma o volume das sessões positivas e subtrai o das sessões negativas. A tendência do mercado será forte se for acompanhada pelo mesmo movimento no OBV (queda ou subida), caso contrário será um sinal de reversão.

Consolidação – a consolidação da cotação de uma acção é na generalidade das vezes um padrão de curto prazo, que caracteriza uma estabilização do preço de uma acção, depois de um período prolongado de subida ou descida, ou após uma fase de forte variação da cotação.

³ O volume de uma acção representa a quantidade de títulos transaccionados pela mesma num determinado período de tempo. No nosso caso considerámos períodos diários.

Para desenvolver este indicador recorreu-se a uma das métricas mais utilizadas pelos *traders* - as médias móveis (MM).

As médias móveis são obtidas a partir da média das cotações num determinado número de sessões. É um indicador seguidor de tendência, cujo objectivo é identificar o início/fim de um movimento. Numa análise mais simples, o sinal de compra ou venda é dado quando o preço cruza em alta ou baixa a MM, respectivamente. Numa estratégia baseada em MM de diferentes prazos, será dado um sinal de compra ou de venda sempre que a MM curta passar para cima ou para baixo da MM longa, respectivamente.

Associado ao conceito de médias móveis utilizámos dois indicadores:

- O indicador **MACD** (*Moving Average Convergence/Divergence*): desenvolvido por Appel (1985), o *MACD* combina duas médias móveis exponenciais de preços de fecho. O sinal de compra é dado quando a linha do *MACD* cruza em alta a média mais lenta e vice-versa. Pode usar-se o histograma do *MACD* para ter uma indicação da força da tendência actual do activo: histograma acima de zero com tendência de queda indica fraqueza da tendência positiva do mercado e vice-versa.
- O indicador de **Estocásticos**: oscilador popularizado por Lane (1998), que utiliza duas linhas, que variam entre 0 e 100, por forma a determinar a posição relativa do preço da acção no último fecho, face ao intervalo de preços em que transaccionou num determinado números de sessões anteriores. A linha principal, denominada por %K é dada por

$$\%K = \left[\frac{CF_i - \min_n}{\max_i - \min_n} \right] \times 100, \quad (2.3)$$

em que

CF_i – cotação de fecho da acção na sessão i ;

$\min_n$ – mínimo de n sessões na cotação da acção, incluindo a sessão i ;

$\max_i$ – valor máximo na cotação da acção na sessão i .

A segunda linha corresponde a uma média móvel de %K, com um período escolhido. Valores acima de 80 indicam que a acção está sobrecomprada e abaixo

de 20 indicam que a acção está sobrevenida. O sinal de compra é dado quando ambas as linhas estão abaixo dos 20 e a linha principal cruza em alta a sua média móvel. O sinal de venda surge quando a linha principal cai abaixo da média móvel, estando ambas acima dos 80.

Deste modo, definimos uma fase de consolidação como uma lateralização da cotação. A ideia é marcar um arranque positivo quando as médias móveis mais rápidas (período mais reduzido) cruzam as MM mais lentas (períodos mais dilatados), bem como as situações em que a cotação de fecho ultrapassa o intervalo de valores em que a acção transaccionou nas últimas sessões.

Por fim, há a considerar os níveis de **Suportes e Resistências**. Empiricamente, os suportes são valores mínimos na cotação histórica, correspondentes a um nível ou área onde a atracção pela compra é suficientemente forte para eliminar a pressão vendedora, tendo como consequência a subida do preço da acção. Por seu turno, as resistências são valores máximos na cotação histórica, correspondentes a um nível ou área onde a atracção pela venda é suficientemente forte para eliminar a pressão compradora, tendo como consequência a descida do preço da acção. Desta forma, é natural que a quebra em baixa de um suporte o transforme numa resistência e a quebra em alta de uma resistência a transforme num suporte.

Recorrendo a processos quantitativos, poderemos obter diversos níveis de suporte e resistência, definindo-os como o mínimo ou máximo de n sessões anteriores e de n sessões seguintes, respectivamente.

Para cada um dos indicadores, o modelo de teste atribui sinal -1 (opinião negativa, ou de venda), 0 (opinião neutra ou sem opinião) ou 1 (opinião positiva, ou de compra), que estão descritos no Anexo I.

1.2.2 – Fase 2: Teste de Hipótese

Na Fase 2 o primeiro passo consiste na recolha de dados históricos para a elaboração da base de dados e para os testes de hipóteses. Depois, através de

modelos de programação (*if, then, else*), é testada a performance de cada indicador.

No nosso trabalho, para cada acção do universo a base de dados agrega dados de cotação histórica diária existente, a partir de 1929 – preço de abertura, máximo, mínimo, preço de fecho e volume.

Por exemplo, um indicador de tendência agrega dados de fecho diário. Define-se que um determinado fecho é máximo relativo se este corresponder ao valor de fecho mais elevado de um determinado número de sessões anteriores e de igual número de sessões seguintes, sendo número mais baixo ou mais elevado consoante o prazo que queiramos testar. Os modelos de programação permitem ainda a optimização destas variáveis, mas no nosso trabalho não vamos entrar nesta matéria.

Diz-se que uma acção está com tendência de subida se os máximos relativos forem superiores aos anteriores, de lateralização se os máximos relativos se situarem ao nível dos anteriores (conceito de formação de *tops* ou *bottoms*) e de queda no caso em que os mínimos relativos tendem a ser cada vez menores.

A aplicação do Logaritmo às séries de preços nos mercados

Enquanto as variações de curto prazo das acções podem assumir uma distribuição normal, na realidade a evolução da cotação de uma acção segue uma distribuição lognormal. Esta distribuição caracteriza-se por ser semelhante à normal, excepto nas abas. A aba esquerda tende para zero de forma abrupta, enquanto a aba direita é mais alongada.

Para melhor compreensão deste facto consideremos o seguinte exemplo: No instante inicial, uma acção vale o mercado \$10. De seguida podem ocorrer um de dois cenários:

1. Ganho de 50% no 1º dia e ganho de 50% no segundo dia;
2. Perda de 50% no primeiro dia e perda de 50% no segundo dia.

No final do segundo dia, considerando o primeiro cenário a acção valeria

$$\$10 \times (1.5) \times (1.5) = \$22.5.$$

Já no segundo cenário a acção valeria

$$\$10 \times (0.5) \times (0.5) = \$2.5.$$

Assim, no primeiro caso teríamos um retorno de \$12.5 (ganho), enquanto no segundo cenário teríamos um retorno de -\$7.5 (perda). Como cada cenário tem a mesma probabilidade de ocorrência, assim se comprova que as variações sucessivas positivas geram em termos absolutos maior retorno que variações negativas sucessivas com a mesma amplitude percentual, o que explica o facto da aba direita ser mais longa que a esquerda.

Por esta razão, as séries de preços utilizadas nos testes dos indicadores foram logaritmizadas.

Programação dos Indicadores

Ao programar um indicador, o objectivo é que o mesmo dê sinais de compra ou venda para uma acção ou índice, com vista à maximização do lucro do investidor. Para tal é necessário inserir os parâmetros em que o indicador assume a compra (*buy*) e a venda (*sell*).

Figura 2.1 – Sinais de compra (*buy*) e venda (*sell*) de um indicador



Fonte: *Wealth-Lab* – sessões *intraday*⁴ positivas (barras azuis) e negativas (barras vermelhas)

⁴ Sessão *intraday* é considerada desde a abertura até ao fecho de mercado. A variação *intraday* reflecte a relação preço de fecho/preço da abertura enquanto a variação diária é medida com base em preços de fecho de sessões consecutivas.

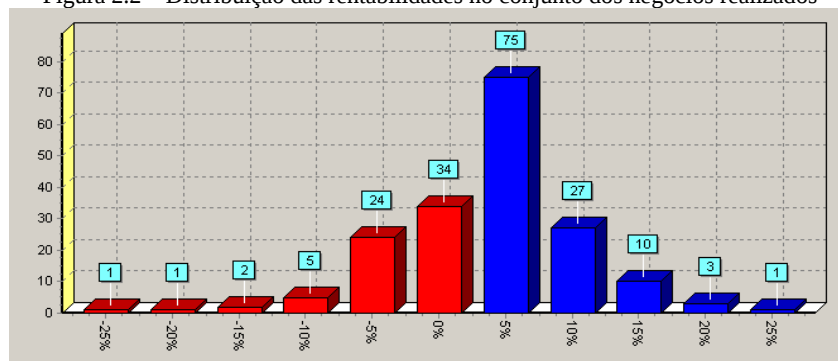
2.2.3 – Fase 3: Análise de Performance e Conclusões

A Fase 3 consiste na análise da performance de cada indicador testado através do *software Wealth-Lab*, que nos apresenta dados estatísticos do teste, com um grau de confiança a 95%.

Um bom indicador não é somente aquele que revelou uma performance positiva e superior ao mercado, mas acima de tudo aquele que revela consistência ao longo do tempo. Por essa razão, é dada extrema importância à distribuição de ganhos e perdas no conjunto de todas as recomendações de compra e venda dadas pelo indicador a testar.

O desejável é que a distribuição de ganhos e perdas assuma uma distribuição idêntica à normal, com média positiva.

Figura 2.2 – Distribuição das rentabilidades no conjunto dos negócios realizados



Fonte: *Wealth-Lab* – número de variações negativas (a vermelho) e positivas (a azul) por intervalo, entre sinais de *buy* e *sell* no indicador.

Como vimos no Capítulo 1, a normalidade da distribuição das taxas de rentabilidade dos activos financeiros, que neste caso são calculadas a partir da variação logarítmica dos preços, é um dos pressupostos mais importantes dos modelos de Teoria Financeira clássica, como a Teoria da Carteira ou o modelo CAPM.

No entanto, constatou-se que distribuições empíricas são leptocúrticas, isto é, apresentam um maior número de observações no centro e nas abas (valores extremos de rentabilidade) quando comparadas com a distribuição normal.

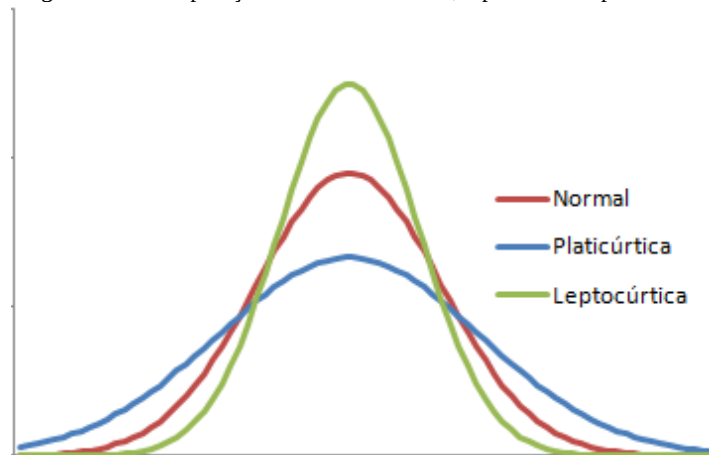
O coeficiente de Kurtosis é uma medida de dispersão que nos dá uma ideia do achatamento da curva representativa da função de distribuição, sendo definido por

$$K = \frac{m_4(\mu)}{\sigma^4}, \quad (2.4)$$

onde $m_4(\mu)$ é o quarto momento central e σ o desvio-padrão.

O coeficiente de Kurtosis de uma distribuição normal é $K=3$. As funções de distribuição com esta característica designam-se de mesocúrticas. Quando $K>3$ a distribuição caracteriza-se por ser mais afunilada que a normal. Neste caso diz-se que a função de distribuição de probabilidade é leptocúrtica, ou de abas pesadas. Se $K<3$ a distribuição caracteriza-se por ser mais achatada que a normal e designa-se por platicúrtica.

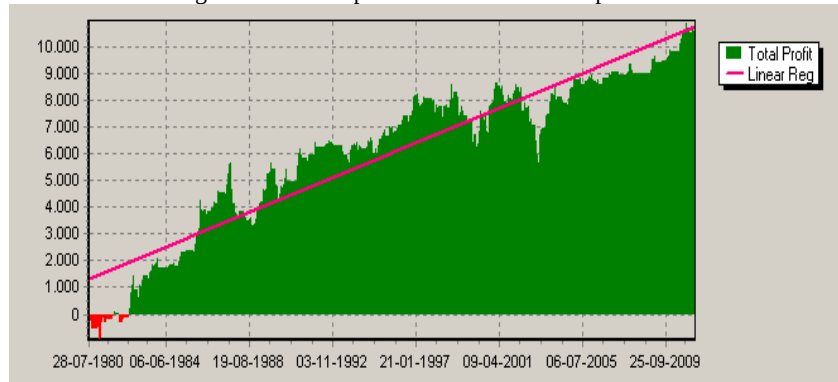
Figura 2.3 – Comparação entre curva normal, leptocúrtica e platicúrtica



As abas pesadas das distribuições empíricas podem ser explicadas pela forma como os agentes reagem à informação. Para Peters (1996) a informação não surge de forma suave e contínua, tal como prevê a Hipótese da Eficiência dos Mercados, mas aparece de forma brusca e em grandes quantidades. Quando isto acontece, os investidores ignoram essa informação até que as tendências se definam. Só depois é que reagem em massa a toda a informação acumulada, podendo então aparecerem as caudas pesadas que resultam das variações acentuadas no preço (para cima ou para baixo).

A consistência do indicador traduz-se numa evolução homogénea dos proveitos ao longo do período em análise, idêntica à demonstrada pela Figura 2.3.

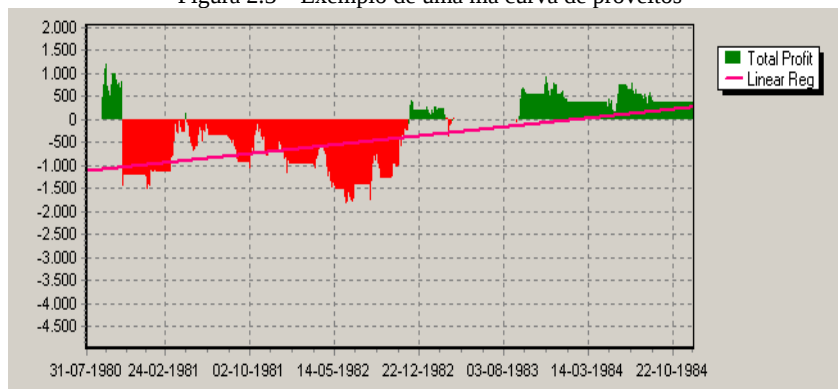
Figura 2.3 – Exemplo de uma boa curva de proveitos



Fonte: *Wealth-Lab* – curva de evolução de proveitos (a sombreado), e respectiva regressão linear simples

Caso contrário, a valorização obtida poderia resultar de um fenómeno de *jackpot* em alguma fase do passado, que seria quase irrepetível no futuro. A figura 2.4 demonstra que as recomendações do indicador geraram perdas durante um largo período de tempo.

Figura 2.3 – Exemplo de uma má curva de proveitos



Fonte: *Wealth-Lab* – curva de evolução de proveitos (a sombreado), e respectiva regressão linear simples

Por fim, a análise de performance do indicador revela-nos os principais dados estatísticos. Os de maior relevo são o número de negócios (*trades*) realizados, o ganho médio por *trade*, a percentagem de *trades* positivos e negativos, e ganho médio nos *trades* positivos e negativos, a perda máxima expectável (correção máxima desde um sinal de compra até um sinal de venda no pior negócio executado).

Tabela 2.2 – Quadro resumo da performance de um indicador

1)	Investimento	\$5.000,00	Investimento inicial em cada negócio
2)	Ganho líquido	\$10.573,27	7)-13)
3)	Número de negócios	183	Número de negócios realizados
4)	Ganho médio por negócio	\$57,78	2)/3)
5)	Nº negócios positivos	116	Nº de negócios que geraram lucro
6)	Negócios positivos (%)	63,39%	5)/3)
7)	Ganho Total	\$28.992,25	Ganho total nos negócios positivos
8)	Ganho médio	\$249,93	7)/5
9)	Ganho médio (%)	5,0%	8)/1)
10)	Nº máximo de ganhos consecutivos	9	
11)	Nº negócios negativos	67	Nº de negócios que geraram prejuízo
12)	Negócios negativos (%)	36,61%	11)/3)
13)	Perda Total	\$18.418,98	Perda total nos negócios positivos
14)	Perda média	\$274,91	13)/11)
15)	Perda média (%)	5,5%	14)/1)
16)	Nº máximo de Perdas consecutivas	4	
17)	Rácio Ganhos/Perdas	1,57	7)/13

Fonte: *Wealth-Lab* – dados de performance

2.3 – Erros a ter em conta

Essencialmente podemos distinguir quatro tipos de enviesamento a ter em conta na criação de estratégias de investimento baseadas em métodos quantitativos:

Data Mining Bias – ocorrem quando se tenta adaptar uma estratégia a uma só série de dados. Na presente tese, testámos a nossa estratégia no universo das empresas que à data de cada rebalanceamento compunham o índice S&P 500 e/ou o índice Nasdaq 100. Os resultados foram estatisticamente significativos, a um nível de confiança de 95%. Das múltiplas estratégias que testámos, a que vamos apresentar no Capítulo 3 foi a que mostrou uma melhor relação entre o risco e retorno.

Look Ahead Bias – surge quando se utilizam dados que à data do teste ainda não são conhecidos⁵. No nosso caso foram usadas séries de preços e volumes históricos, que em cada data já eram naturalmente conhecidos e reflectiam as condições de mercado no dia da tomada de decisão.

Time-period Bias – diz respeito à utilização de um período de teste que não abrange as diversas fases do mercado, positivas e negativas⁶. Para eliminar tipo de enviesamento, no nosso modelo iniciámos a observação a 1 de Janeiro de 2000, estudando assim o comportamento das estratégias em diferentes fases do mercado, numa base mensal, em mais de 11 anos – em *Bear Market*⁷, em *Bull Market*⁷ e em momentos sem definição de tendência. Desta forma testámos a reacção de cada indicador aquando do rebentar da tecnológica de 2000, nos três anos de *Bear Market* até 2003, no *Bull Market* 2003-2007, na crise financeira que arrastou os mercados de acções para perdas significativas, entre 2007 e 2009, e na subida desde essa data até ao final do período em análise.

Survivorship Bias – ocorre quando não são consideradas para o *backtest* empresas que já faliram, foram adquiridas ou saíram de bolsa, mas que naquela data faziam parte do índice. Esse factor também foi tido em consideração e uma das nossas preocupações foi aplicar os filtros sobre a composição que os índices tinham em cada um desses momentos, testando assim a composição real do índice em cada data.

A estratégia adoptada teve como objectivo final a criação de um índice de acções a que designamos por índice Technical US (THUS), cuja metodologia e performance se encontram descritas no Capítulo 3.

⁵ Por exemplo, estar a utilizar para o *backtesting* um valor do PIB do 1º trimestre de 2003 para uma tomada de decisão em Abril de 2003, quando a essa data o valor ainda não era conhecido, apenas havia uma estimativa.

⁶ Por exemplo, se testarmos uma estratégia num período positivo (de subida nas cotações) de mercado é natural que a mesma obtenha ganhos significativos, mas não tem em conta o comportamento da mesma noutro tipo de ambientes, como por exemplo num período de queda acentuada nas cotações.

⁷ Em linguagem de mercados de acções, utiliza-se a expressão *Bull Market* para definir um período relativamente prolongado em que se verifica uma subida nas cotações dos mercados e por *Bear Market* um período relativamente extenso de queda das cotações.

Capítulo 3 – Índice Technical US

3.1 – Descrição do Índice Technical US

O índice Technical US replica a performance de empresas cotadas no S&P 500 ou Nasdaq 100. Esta abordagem selecciona as acções através da aplicação dos seguintes filtros:

- a) Dados disponíveis: a acção tem de ter um mínimo de capitalização bolsista de \$2 mil milhões, transaccionar em média (30 dias) mais de \$2 milhões e transaccionar um volume médio (30 dias) superior a 100 mil acções;
- b) Força da Tendência: a acção tem de ter um *rating* positivo na base de dados;
- c) Suportes & Resistências: a acção tem de ter o indicador de Suporte & Resistência com sinal positivo;
- d) Padrões técnicos: a acção deve despoletar pelo menos um dos alertas: *Reverse*, *Consolidação*, *Divergência* ou *Breakout*.

Para a construção do índice THUS assumimos revisões mensais, no início de cada mês, seleccionando um número variável de acções.

Aplicámos uma metodologia que na entrada atribui igual peso a todas as acções, até um limite máximo de 20%. Desta forma, caso o filtro seleccione menos de 5 acções, cada uma terá um peso de 20% e o restante será alocado a *cash* (não remunerado). Esta metodologia de pesos iguais assegura que cada acção será representada de forma idêntica no índice, sendo uma das razões para a periodicidade mensal dos rebalanceamentos – restabelecer o peso de cada componente de tal forma que cada um deles tenha a mesma influência na performance do índice THUS. O índice é calculado usando preços de fecho de sessão à data de cada rebalanceamento.

3.2 – Construção do Índice

Esta secção define os pontos-chave na construção e cálculo do índice, incluindo requisitos de elegibilidade, fórmulas, selecção de títulos e ajustamentos extra revisão.

3.2.1 – Data de Início e Valor

O índice THUS tem a seguinte dada de início e valor:

Índice	Data início	Valor base	# Componentes	Peso
THUS	3 Janeiro 2000	1000	Variável	PI*

* PI = ponderação idêntica

3.2.2 – Elegibilidade das componentes e outros requisitos

Para que uma empresa seja considerada elegível, para entrar no índice THUS em cada revisão mensal, tem de cumprir os requisitos seguintes:

1. Universo de investimento

- Acções ordinárias incluídas no S&P 500 ou Nasdaq 100;
- Capitalização bolsista superior a \$2 mil milhões;
- Transaccionar em média (30 dias) mais de \$2 milhões;
- Transaccionar um volume médio (30 dias) superior a 100 mil acções.

2. Força da Tendência

As acções que fazem parte do Universo de investimento são classificadas com base nos indicadores de classificação global. A classificação global é baseada em preços correntes e usa os indicadores abordados em 2.2.1:

- Tendência;
- Momentum*;
- Sazonalidade;
- Ciclos.

São seleccionadas empresas com classificação global não negativa. Sendo que cada um dos quatro indicadores emite sinais de Compra (1), Neutral (0)

ou Venda (-1), um para o curto e outro para o longo prazo, a classificação global do título pode variar entre -8 e 8.

3. Suportes & Resistências

Os títulos dentro do universo de investimento são hierarquizados de acordo com a proximidade do Suporte (potencial de queda até ao nível de suporte) e da Resistência (potencial de subida até ao nível de resistência) mais importante. As diferenças entre o potencial de subida e o de descida irão dar uma indicação positiva, neutral ou negativa. A ideia é procurar títulos que transaccionem em níveis próximos de suportes históricos importantes, com um potencial de valorização superior ao de queda. O filtro selecciona apenas empresas com indicação positiva.

4. Padrões técnicos

As acções dentro do Universo de investimento são verificadas em termos de alertas técnicos descritos em 2.2.1:

- a) Reversão;
- b) *Breakout*;
- c) Divergência;
- d) Consolidação.

Para uma acção ser seleccionada deverá apresentar sinal de Compra (1) em pelo menos um alerta técnico.

3.2.3 – Ajustamento dos pesos

O índice THUS tem duas componentes: (i) títulos com pesos idênticos e (ii) *cash*. No momento de cada rebalanceamento mensal:

- i. se o Número Total de Acções (*NTA*) for superior a cinco (5), cada acção será representada pelo Valor do Índice dividido pelo Número Total de Acções (*NTA*). A alocação em *Cash* será nula;
- ii. se o *NTA* for menor ou igual a cinco (5) cada acção irá representar 20% do valor do Índice Valor. O restante é alocado a *Cash*.

No início de cada rebalanceamento mensal, o Número de Acções no Índice (NA_i) e o Número de Acções em *cash* (NA_c) são definidos com as regras acima descritas de tal forma que:

- i. se existirem até cinco (5) constituintes, cada um terá um peso de 20%. O NA_i é representado pela seguinte equação:

$$NA_i = \frac{20\% \times VI_r}{P_{i(t)}} \quad (3.1)$$

e

$$NA_c = 20\% \times (5 - NTA) \times VI_r \quad (3.2)$$

onde

VI_r – valor do índice no dia do rebalanceamento (r), mas antes do mesmo ocorrer;

$P_{i(t)}$ – Preço da Acção i no momento t ;

NTA – representa o Número Total de Acções;

- ii. se existirem mais de cinco (5) constituintes, cada um terá um peso de 1 dividido pelo NTA . O NA_i é representado pela equação seguinte:

$$NA_i = \frac{VI_r}{NTA \times P_{i(t)}} \quad \text{e} \quad NA_c = 0\% \quad (3.3)$$

3.2.4 – Tratamento dos dividendos

O valor do índice não incorpora o pagamento de dividendos ordinários. Os dividendos extraordinários requerem um tratamento diferenciado (descrito na secção 3.3.3), de forma a evitar distribuições no índice de preço. Apesar do pagamento de dividendos melhorar a performance do índice que desenvolvemos, por se tratar de um ganho adicional, não o considerámos, para permitir a comparação com o *benchmark*, uma vez que os índices S&P500 e Nasdaq 100 também não incorporam os dividendos.

3.2.5 – Equação do Índice

O valor do índice é calculado usando a seguinte equação:

$$I_{(t)} = \sum_{i=1}^n [P_{i(t)} \times NA_{i(t)}] + NA_{c(t)} \quad (3.4)$$

sendo

$I_{(t)}$ – valor do índice no momento t ;

n – número de acções no índice;

t – dia no qual o índice é calculado

$P_{i(t)}$ – cotação do título i no momento t ;

$NA_{i(t)}$ – número de acções do título i no momento t ;

$NA_{c(t)}$ – número de acções em *cash* no momento t .

O índice assume valor 1000 na data de início, a 3 Janeiro 2000.

Destacamos algumas características-chave deste processo:

- O número de acções no índice NA_i e o valor do índice são construções artificiais. O NA_i presente nas equações é uma construção artificial, não tendo qualquer relação com o número de acções cotadas. Estas podem incluir um número de acções não inteiro e serem menores que 1. Assim, o Valor do Índice é também uma construção artificial. Estes termos são usados apenas com o fim de mostrar a semelhança entre a metodologia de cálculo dos índices *equally weighted* e *capitalization-weighted*.
- O retorno do Índice corresponde a uma média aritmética e não geométrica. Entre dois períodos de rebalanceamento, o retorno do Índice será uma média aritmética da rentabilidade dos títulos multiplicada pelo seu peso no índice.
- O índice não tem sempre ponderadores idênticos. Entre dois períodos de rebalanceamento o THUS não terá normalmente pesos idênticos, uma vez que o número de acções é variável. Desta forma, um cálculo de rentabilidade que tenha início numa data diferente da do rebalanceamento não irá coincidir com a média aritmética da rentabilidade dos constituintes do índice entre essas duas datas.

3.3 – Manutenção do Índice

Esta secção descreve as circunstâncias que requerem alterações ao Índice, bem como os detalhes de como proceder a tais alterações.

3.3.1 – Detalhes de alterações de acções

Os seguintes eventos requerem ajustamento ao número de acções no índice (NA_i) :

- *Stock Splits*;
- *Reverse Splits*;
- *Spin-offs*;
- Aumentos de capital.

O ajustamento ao NA_i é feito de forma a que o peso dos componentes do índice fique inalterado após o evento, assegurando assim não só a continuidade do índice bem como a representação de cada componente no índice. O preço de uma acção que faça o pagamento de um dividendo extraordinário é ajustado pela adição do dividendo extraordinário por acção à cotação de fecho do dia ex-dividend. Também neste ponto de vista foram seguidos os critérios que a S&P utiliza para o cálculo dos índices. Qualquer outro evento extraordinário será tratado de uma forma que seja consistente com a política de ajustamentos apresentada nesta secção, descritos abaixo na Tabela 3.1.

3.3.2 – Mudanças Programadas dos Constituintes

A elegibilidade e *ranking* de cada componente são revistos em momentos programados ao longo do ano. O índice é rebalanceado mensalmente. As alterações são feitas usando a cotação de fecho do primeiro dia de bolsa de cada mês (primeiro *trading day* do mês), ficando efectivo na abertura da bolsa do dia seguinte. Contudo, caso um ou mais mercados dentro do Índice estejam fechados, então o rebalanceamento será feito no dia útil seguinte quando todas as bolsas estiverem abertas.

3.3.3 – Mudanças não programadas dos constituintes

Poderão ocorrer alterações dos componentes entre os momentos da revisão programada do índice e rebalanceamento, caso exista algum evento específico da empresa, que faça com que a acção se torne inelegível. Os eventos seguintes poderão levar à substituição de uma componente, e estão descritos na Tabela seguinte.

Tabela 3.1 – Lista de eventos que podem levar a revisões não programadas e respectivos procedimentos

Evento	Procedimento
Fusão ou aquisição	Se uma fusão ou aquisição resultar na absorção de uma das componentes por outra a empresa que resultar da operação mantém-se enquanto a empresa absorvida é substituída. Se uma empresa que não pertence ao índice absorver uma empresa que pertence, esta última é eliminada e o seu peso correspondente será alocado a <i>cash</i> .
Spin-off	Se uma empresa fizer um <i>split</i> ou um <i>spin-off</i> de uma das suas áreas de negócio para criar uma ou mais empresas, a acção da empresa que resultar que tenha o maior valor de mercado mantém-se como componente desde que cumpra os critérios de elegibilidade. A elegibilidade das acções das restantes empresas será avaliada para uma possível adição ao índice.
Falência	Uma componente será eliminada e o peso correspondente será alocado a <i>cash</i> , logo após o pedido de falência.
Saída bolsa	Uma componente será eliminada e o peso correspondente será alocado a <i>cash</i> , logo após a retirada do mercado primário.
Suspensão	Se a suspensão for inferior a cinco dias, a última cotação da empresa constituinte mantém-se para efeitos de cálculo diário do índice. A partir do quinto dia é analisada a sua situação no mercado primário, para uma eventual substituição. Nunca ocorreu em mais de 11 anos de teste.
Dividendo extraordinário	Quando uma empresa paga um dividendo extraordinário, assume-se que a sua cotação irá corrigir pelo mesmo montante do dividendo; o ajustamento do divisor reflecte a queda no valor de mercado do índice.

3.4 – Comportamento do Índice THUS

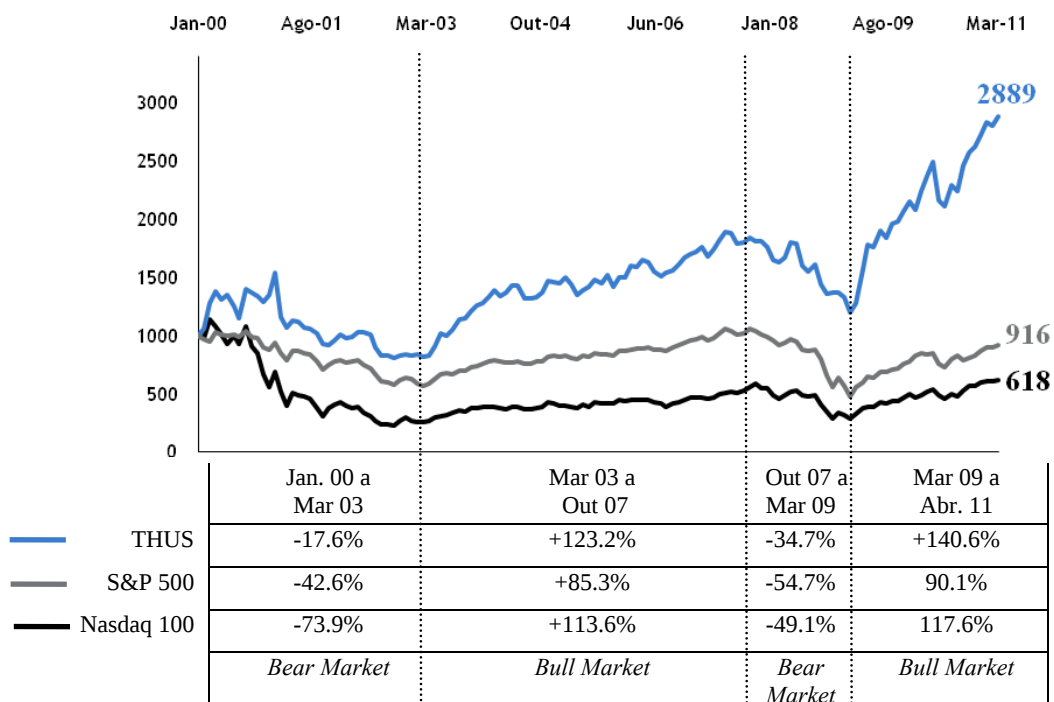
Esta secção mostra a evolução do índice desde 2000, realçando as principais características em momentos positivos e negativos de mercado. Apresentam-se ainda os indicadores de performance no período de análise.

3.4.1 – Evolução do Índice

Esta secção demonstra a evolução do THUS, índice de acções desenvolvido a partir de dois índices de referência no mercado norte-americano como são o S&P 500 e o Nasdaq 100.

O índice desenvolvido acumulou um ganho de 188.9% desde 3 de Janeiro de 2000 até 1 de Abril de 2011 (11 anos), o que lhe confere um CAGR de 9.9% (taxa de retorno médio anualizado). No mesmo período, o S&P 500 caiu 8.4% e o Nasdaq 100 desvalorizou 38.2%. O THUS revelou um bom desempenho face ao *benchmark* (S&P500 e Nasdaq 100), tanto em momentos de *Bull Market* como em *Bear Market*.

Figura 3.1 – Evolução do índice THUS e dos índices S&P 500 e Nasdaq 100 desde 2000



*Os resultados foram obtidos a partir de observações mensais (do 1º dia útil de cada mês ao 1º dia útil do mês seguinte), até 1 de Abril de 2011.

Evolução detalhada por períodos do THUS, S&P 500 e Nasdaq 100

Como se pode verificar pela Figura 3.1 foi possível construir um índice de acções que consegue bater a performance do *benchmark*, quer de uma forma global, quer considerando os vários períodos de mercado, em *Bear Market* e em *Bull Market*. Vejamos:

- desde o início do histórico de teste, em Janeiro de 2000, até Março de 2003, o THUS recuou 17.6%, enquanto o índice S&P perdeu 42.6% e o índice Nasdaq 100 desvalorizou 73.9% ⁸;
- entre Março de 2003 a Outubro de 2007, o THUS subiu 123.2%. No *benchmark*, o índice S&P500 ganhou 85.3% e o Nasdaq 100 valorizou 113.6%;
- desde o aparecimento da crise tecnológica, entre Outubro de 2007 e Março de 2009 assistimos a mais um período de queda, mas também aqui com melhor desempenho do nosso índice. O THUS perdeu 34.7%, enquanto o S&P 500 recuou 54.7% e o Nasdaq caiu 49.1%;
- por fim, desde Março de 2009 até 1 de Abril de 2011, o THUS acumula um ganho de 140.6%, superior aos 90.1% do S&P 500 e aos 117.6% do Nasdaq 100.

A Tabela 3.2 contém dados de performance comparativos entre o índice THUS e os índices S&P 500 e Nasdaq 100, relativos ao período em análise (Janeiro de 2000 a Abril de 2011), bem como algumas métricas analisadas por gestores de carteiras para a tomada de decisões de investimento.

⁸ O Nasdaq é um índice tecnológico, e o *Bear Market* 2000- 2003 é conhecido pelo rebentar da bolha tecnológica, depois de uma fase de forte subida no preço nos anos anteriores a 2000, motivada pelo aparecimento das chamadas *dot-com*.

Tabela 3.2 – Dados de performance do THUS, S&P 500 e Nasdaq 100

	S&P 500	THUS	Nasdaq 100
Ganho Máximo Mensal	15,7%	22,7%	26,5%
Perda Máxima Mensal	-16,8%	-24,8%	-24,5%
% Meses Outperformance*	-	56,3% / 57,8%	
Volatilidade Anualizada	17,8%	21,9%	30,5%
Volatilidade últimos 12M	17,7%	20,4%	20,3%
Performance últimos 12M	9,5%	21,8%	19,6%
Performance Total	-8,4%	188,9%	-38,2%
CAGR	-0,8%	9,9%	-4,2%
Tracking Error*	-	17,4% / 30,5%	
Information Ratio*	-	0,61 / 0,46	-

* Comparativamente ao S&P 500 (à esquerda) e ao Nasdaq 100 (à direita)

Como se pode constatar, o índice THUS apresenta uma melhor performance em relação ao *benchmark* e um nível de risco, que apesar de ser ligeiramente superior ao do índice S&P 500 é inferior ao do índice Nasdaq 100. O índice superou o benchmark em cerca de 58% dos meses, mas a rentabilidade média anual é bastante superior (188.9%, contra os -8.4% do S&P 500 e os -38.2% do Nasdaq 100).

O *Tracking Error* (TE) mede a forma como um *portfolio* replica o *benchmark*, ou seja, o quanto as suas variações se afastam ou se aproximam do *benchmark*, Grinold (1999) sendo dado pela fórmula:

$$TE = \sqrt{\text{Var}(P_i - B_i)} \quad (3.5)$$

em que $P_i - B_i$ designa o conjunto das diferenças entre a rentabilidade do *portfolio* e a rentabilidade do *benchmark* em cada momento i . Um investidor que pretenda um *portfolio* que replique de perto o *benchmark*, prefere o *tracking error* tão próximo de zero quanto possível.

O *Information Ratio* (IR) é uma medida que relaciona o risco de um *portfolio* com o excesso de retorno do mesmo em relação ao *benchmark*. Em

termos práticos, é produto da divisão da diferença do CAGR do *portfolio* e do CAGR do *benchmark* pelo *Tracking Error*, ou seja,

$$IR = \frac{E(R_p - R_b)}{TE} \quad (3.6)$$

em que R_p designa o retorno do *portfolio* e R_b o retorno do *benchmark*.

Capítulo 4 – Conclusões

A construção de *portfolios* de acções que repliquem de forma eficaz a evolução do *benchmark* é um assunto que durante décadas tem merecido a atenção dos investidores, e principalmente dos gestores de fundo. No entanto, por norma, a uma rentabilidade esperada superior está associado um risco mais elevado. Desde que Markowitz estabeleceu essa relação, vários autores têm feito diversas abordagens ao modelo proposto, efectuando simplificações que levaram ao aparecimento do modelo CAPM que ainda hoje conhecemos. No entanto, até à data não existe nenhum modelo que reúna unanimidade, razão pela qual surgem novos modelos de avaliação de activos. Neste contexto apresentámos uma metodologia alternativa para gestão activa de carteiras de acções, que no período de análise (desde 2000) superou a performance do *benchmark*, para um universo composto pelos índices de acções norte-americanos S&P 500 e Nasdaq 100.

Como nota final, referimos que todo o desenvolvimento foi efectuado tendo em vista a construção de um índice de acções, comparável com o *benchmark*. Como desafio, para um gestor de carteiras que assuma esta estratégia para a rotatividade do seu *portfolio*, seria interessante analisar qual a taxa de dividendos esperada para este tipo de estratégia, a acrescentar à rentabilidade gerada pelo *portfolio*.

Referências Bibliográficas

Appel, G.(1985), *The Moving Average Convergence-Divergence Trading Method* (Advanced Version).

Edwards, Robert D., John Magee (2001), *Technical Analysis of Stock Trends*.

Fama, Eugene F.(1970), *Efficient Capital Markets, A Review of Theory and Empirical Work*, Journal of Finance 25, 387-417.

Fama, Eugene F. French, Kenneth R. (1992), *The Cross-Section of Expected Stock Returns*, Journal of Finance 47, 427-465.

Graça, João A. (1999), *Limitações do Paradigma dos Mercados Financeiros Eficientes*, 55-100.

Granville, Joseph E. (1963), *New Key to Stock Market Profits*.

Grinold, R., Kahn, R. (1999), *Active Portfolio Management*, McGraw-Hill.

Kestner, L. (2003), *Quantitative Trading Strategies*.

Lane, George C., Caire (1998), *Getting Started With Stochastics*, 2-3.

Litner, John (1945), *The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets*, Review of Economics and Statistics 47, 13-37.

Markowitz, H. (1952), *Portfolio Selection*, Journal of Finance 7, 77-91.

Mosssin, J. (1966), *Equilibrium in a Capital Asset Market*, Econometrica, 34, 768-783.

Mota, A. G., Barroso, C. D., Pimentel, D., Lourenço, J. M., Nunes, J. P., Oliveira, L., Ferreira, M. A., Alpalhão, R. (2009), *Investimentos Financeiros – Teoria e Prática*, Edições Sílabo, 129-154.

Murphy, John J. (1991), *Intermarket Technical Analysis*.

Murphy, John J. (1999), *Technical Analysis of the Financial Markets*.

Peters, Edgar E. (1996), *Chaos and Order in the Capital Markets*, second Edition.

Pires, Cesaltina P.(2006), *Mercados e Investimentos Financeiros*, Escolar Editora, 104-179.

Sharpe, William F. (1963), *A Simplified Model of Portfolio Analysis*, Managed Science 13, 277-293.

Sharpe, William F. (1964), *Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk*, Journal of Finance 19, 425-442.

Shiller, Robert J. (1987), *Fashions, Fads and Bubbles in Financial Markets*, in Jack Coffee, ed., *Knights, Raiders and Targets: The Impact of the Hostile Takeover*. Oxford University Press.

Wilder, J. Welles (1978), *New Concepts in Technical Trading Systems*, Trend Research.

Anexo I – Resumo dos sinais dados pelos indicadores técnicos

Sinal Indicador ⇒ Tendência ↓			<i>Momentum</i> de curto prazo	<i>Momentum</i> de longo prazo	Sazonalidade	Ciclos	<i>Reverse</i>	Divergência	<i>Breakout</i>	Consolidação	Suportes & Resistências
-1	Venda	Bem definida negativa	Desaceleração no crescimento do preço da acção superior à registada pelo mercado	Desaceleração no crescimento do preço, embora a variação continue a ser positiva	Efeitos sazonais favorecem uma descida	Preço da acção encontra-se na parte superior de um ciclo, com tendência de reversão	Ganho superior a 10% nas últimas 4 sessões da acção, com perda inferior a 1% na última ou RSI acima dos 70	Máximo relativo superior ao anterior na acção, mas não no RSI, estando (ou tendo vindo) este acima dos 70 ou volume a cair sucessivamente à medida que a acção sobe	Quebra em baixa de linha de tendência de subida, com OBV em queda	Médias móveis mais rápidas cruzam em baixa as mais lentas ou sinal de venda no estocástico	Preço da acção significativamente mais próximo de uma resistência
0	Neutral	Indefinição de tendência	Ausência de indicação por indefinição de tendência ou aceleração do preço da acção em linha com o mercado	Ausência de indicação ou indefinição de tendência no preço da acção	Sem efeitos sazonais	Ausência de um ciclo ajustável à série de preço da acção ou o preço da acção encontra-se a meio de um ciclo ajustável	Variação inferior a 10% nas últimas 4 sessões e RSI entre 30 e 70	RSI está entre 30 e 70 e volume convergente com movimento da acção	OBV acompanha o movimento da acção	Sem sinais de cruzamento das médias móveis	Preço da acção situado num ponto intermédio
1	Compra	Bem definida positiva	Aceleração no crescimento do preço da acção superior à registada pelo mercado	Aceleração no crescimento do preço da acção	Efeitos sazonais favorecem uma subida	Preço da acção encontra-se junto à parte inferior de um ciclo ajustável, com tendência de reversão	Perda superior a 10% nas últimas 4 sessões da acção, com ganho inferior a 1% na última ou RSI abaixo dos 30	Acção faz mínimo relativo inferior ao anterior, mas RSI não, estando (ou tendo vindo) este abaixo dos 30, ou volume a recuar à medida que a acção desce	Quebra em alta de uma linha de tendência de descida com OBV a subir	Médias móveis mais rápidas cruzam em alta as mais lentas ou sinal de compra no estocástico	Preço da acção significativamente mais próximo de um suporte