



INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO
Universidade Técnica de Lisboa

PATTERN: Identificação de Padrões em Mercados Bolsistas

Paulo Miguel Verde Antunes Parracho

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Informática e de Computadores

Júri

Presidente: Alberto Manuel Ramos da Cunha

Orientador: Prof. Rui Fuentecilla Maia Ferreira Neves

Co-orientador: Prof. Nuno Cavaco Gomes Horta

Vogal: Miguel Leitão Bignolas Mira da Silva

Outubro de 2010

Resumo

Nos mercados financeiros existe uma teoria, denominada por *Random Walk*, que é bastante apoiada pelos meios académicos na área da economia e das finanças. Este teorema sustenta que é impossível prever a evolução futura de um qualquer activo financeiro, uma vez que este já desconta todo o seu valor intrínseco. Ou seja, já reflecte no seu preço toda a informação disponível no mercado. Por isso é habitual argumentar-se que não é possível bater o mercado, uma vez que as acções se encontram em perfeito equilíbrio, e toda e qualquer pesquisa no sentido de se obterem ganhos superiores aos que advêm de uma estratégia *Buy & Hold*, será completamente fútil.

A literatura de apoio à análise técnica nos mercados financeiros documenta a existência de certas formações gráficas, que uma vez concluídas, preconizam com uma grande percentagem de acerto a tendência futura do activo subjacente.

Assim, o objectivo deste trabalho consiste na aplicação de técnicas de detecção de padrões gráficos e de tendências nos movimentos dos preços em mercados bolsistas, recorrendo para isso ao histórico dos respectivos activos financeiros. Em paralelo pretende-se aplicar a computação de alguns indicadores técnicos que permitam sustentar o processo de decisão e confirmar/estimar a evolução futura de uma determinada cotada, dada previamente pela análise de padrões gráficos. Ou seja, iremos recorrer a outros indicadores técnicos paralelamente à respectiva detecção de padrões, de forma a maximizarmos a rentabilidade obtida e a optimizarmos a nossa estratégia de investimento face a outras, como a do *Buy & Hold*.

Palavras-Chave: Padrões Gráficos, Tendências, Mercado Financeiro, Acção, Rentabilidade, Indicadores Técnicos

Abstract

In financial markets there is a theory called *Random Walk*, which is supported by academics in economics and finance. This theorem claims that it is impossible to predict the future evolution of any financial asset, since its intrinsic value is already reflected on itself. This means the asset's price already reflects all the information available in the market. Therefore it is customary to argue that you cannot beat the market, since all the actions performed in it are in perfect balance, and any research that is made in order to get higher gains than those that come from a *Buy & Hold* strategy will be completely futile.

Technical analysis in financial markets literature documents the existence of certain chart formations, which once completed advocate the future trend of the underlying asset, with a high percentage of accuracy.

Thus, the aim of this work involves the application of chart pattern and trends detection techniques on financial markets, using historical prices of the underlying financial assets. On a sideline we intend to use some additional technical indicators that allow us to sustain the decision process and confirm/estimate the future evolution of a particular listed company, given previously by the analysis of chart patterns. That is, we will use other technical indicators, in addition to the discovery of the aforementioned chart patterns, to maximize the profitability obtained and to maximize our investment strategy in the face of others, like *Buy & Hold*.

Keywords: Graphic patterns, Trends, Financial Market, Stock, Profitability, Technical Indicators

Agradecimentos

Quero agradecer aos meus orientadores a oportunidade concedida para a elaboração deste trabalho.

Agradeço ao meu orientador, Professor Rui Neves, pela sua disponibilidade, esclarecimentos, apoio e motivação durante o desenvolvimento desta Dissertação.

Agradeço de igual forma ao meu co-orientador, Professor Nuno Horta, pela sua acessibilidade, compreensão e acompanhamento continuado durante este ano lectivo de 2009/2010.

Agradeço também a ambos o depósito de confiança e feedback transmitidos de forma regular durante a realização deste trabalho.

Dedico ainda este trabalho aos meus pais, devido ao seu apoio constante em todas as fases da minha vida, tanto na vertente pessoal como académica. Agradeço igualmente a determinação e a força transmitida por ambos na conclusão do meu curso, sem os quais o mesmo não teria sido possível.

Quero ainda dedicar este trabalho ao meu irmão, que partilhou comigo a mesma Instituição de Ensino, agradecendo ao mesmo a entreaajuda disponibilizada na coordenação e gestão do mesmo espaço habitacional durante a nossa vida académica.

Por fim, um agradecimento especial à minha namorada, pelo seu constante apoio e compreensão, e à minha filha Matilde pela motivação acrescida que me deu para a conclusão deste trabalho.

Índice

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	1
1.1	MOTIVAÇÃO 3
1.2	OBJECTIVOS DO TRABALHO 3
1.3	PUBLICAÇÕES RELACIONADAS 4
1.4	ESTRUTURA DO DOCUMENTO 4
CAPÍTULO 2 – TRABALHO RELACIONADO	6
2.1	ANÁLISE FUNDAMENTAL OU TÉCNICA? 6
2.1.1	<i>Análise Fundamental</i> 6
2.1.2	<i>Análise Técnica</i> 7
2.1.2.1	Padrões Gráficos (Chart Patterns) 8
2.1.2.2	Indicadores Técnicos 14
2.2	HEURÍSTICA BASEADA EM TEMPLATES 18
2.3	DETECÇÃO DE PONTOS PERCEPTUALMENTE IMPORTANTES 22
2.3.1	<i>Distância Vertical</i> 23
2.3.2	<i>Escolha do Método de Detecção de PPIs</i> 23
2.3.3	<i>Exemplo Ilustrativo</i> 25
2.4	APROXIMAÇÃO POR PARTES AGREGADAS 25
2.5	DETECÇÃO DE PADRÕES RECORRENDO A PPIs 26
2.5.1	<i>Identificação de Padrões com base em Templates</i> 26
2.5.2	<i>Identificação de Padrões com base em Regras</i> 27
2.5.3	<i>Vantagens e Desvantagens</i> 28
CAPÍTULO 3 – ARQUITECTURA DA SOLUÇÃO	34
3.1	INTERFACE UTILIZADOR 35
3.2	PROCESSAMENTO DE DADOS FINANCEIROS 36
3.3	ALGORITMO DE TRADING 36
3.4	EXEMPLO APLICACIONAL 38
CAPÍTULO 4 – METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DO TRABALHO	41
4.1	RETURN ON INVESTMENT 42
4.2	SHARPE RATIO 42
4.3	AVERAGE ANNUAL TOTAL RETURN 43
4.4	PARÂMETROS ADICIONAIS 43
4.5	ESTRATÉGIAS COMPARATIVAS 44
4.6	CASOS DE ESTUDO 44
4.6.1	<i>Kernel de Optimização I</i> 45
4.6.1.1	Caso de Estudo 1 – S&P500 48
4.6.1.2	Caso de Estudo 2 – NYSE Composite Index 49
4.6.2	<i>Kernel de Optimização II</i> 51
4.6.2.1	Metodologia 55
4.6.3	<i>Kernel de Optimização III</i> 59
4.6.3.1	Filtragem de acções para análise 64
CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES	67
5.1	TRABALHO FUTURO 67
ANEXO A – TABELA COMPARATIVA DE PROPOSTAS	72

ANEXO B – RESULTADOS	75
ANEXO C – MANUAL DE UTILIZAÇÃO	97

Lista de Tabelas:

Tabela 1: ROI calculado para 5 acções distintas e respectivo total.....	42
Tabela 2: Matriz Template com tendência ascendente de 22° de inclinação.....	45
Tabela 3: Matriz Template com tendência ascendente de 45° de inclinação.....	45
Tabela 4: Matriz Template com tendência descendente de 22° de inclinação.....	46
Tabela 5: Matriz Template com tendência descendente de 45° de inclinação.....	46
Tabela 6: Configuração do Algoritmo Genético.....	48
Tabela 7: Parâmetros resultantes para os GA's encontrados no S&P500.....	49
Tabela 8: Configuração do Algoritmo Genético.....	50
Tabela 9: Parâmetros resultantes da Computação Evolutiva aplicada no NYSE CI.....	51
Tabela 10: Rentabilidade do algoritmo para três índices diferentes.....	51
Tabela 11: Rentabilidades obtidas para todas as combinações possíveis de FitBuy e FitSell.....	53
Tabela 12: Padrão Gráfico Bull Flag.....	53
Tabela 13: Padrão Gráfico Breakout.....	54
Tabela 14: Média de resultados obtidos para cada uma das metodologias consideradas.....	57
Tabela 15: Padrão Gráfico associado a uma Inversão de Tendência.....	60
Tabela 16: Tendência Ascendente + Inversão de Tendência.....	60
Tabela 17: Parâmetros resultantes para o GA encontrado no S&P500.....	62
Tabela 18: Resultados obtidos para algumas variações na dimensão das Janelas Deslizantes.....	62
Tabela 19: Resultados adicionais para algumas variações na dimensão das Janelas Deslizantes.....	63
Tabela 20: Resultados obtidos, depois de uma eliminação de 20% das acções mais voláteis, para algumas variações na dimensão das Janelas Deslizantes.....	65
Tabela 21: Resultados adicionais, depois de uma eliminação de 20% das acções mais voláteis, para algumas variações na dimensão das Janelas Deslizantes.....	65
Tabela 22: Comparação dos Resultados obtidos entre o caso em que se consideram todas as acções para análise e a situação em que surge uma filtragem prévia das acções a considerar através de um mecanismo de detecção da volatilidade.....	65
Tabela 23: Comparativo de Soluções Propostas.....	72
Tabela 24: Resultados para a Tendência Ascendente.....	75
Tabela 25: Resultados para a Tendência Ascendente + Bull Flag.....	77

Tabela 26: Resultados para a Tendência Ascendente + Breakout.....	79
Tabela 27: Resultados para a Tendência Ascendente + Breakout Slim.....	81
Tabela 28: Resultados para a Tendência Ascendente + MM30	83
Tabela 29: Resultados para a Tendência Ascendente + MM30 v2	86
Tabela 30: Resultados para a Tendência Ascendente + Cruzamento de Médias Móveis	88
Tabela 31: Resultados para a Tendência Ascendente + Cruzamento de Médias Móveis v2	90
Tabela 32: Resultados para a Tendência Ascendente + Inversão de Tendência	92
Tabela 33: Resultados para a Tendência Ascendente + Inversão de Tendência v2.....	94

Lista de Figuras:

Figura 1: Dois padrões gráficos. Triângulo Simétrico e Rectângulo.	9
Figura 2: Três padrões gráficos. Triângulo Ascendente, Pennant e Bandeira.	10
Figura 3: Dois padrões Gráficos. Canal Ascendente e Cup with Handle.....	11
Figura 4: Dois padrões gráficos. Triângulo Descendente e Canal Descendente.	12
Figura 5: Três padrões gráficos. Head and Shoulders, Duplo topo e Cunha ascendente.....	13
Figura 6: Três padrões gráficos. Head and Shoulders Bottom, Duplo fundo e Cunha descendente.	14
Figura 7: Exemplo de duas médias móveis a cruzar a linha de preços e respectivos sinais.	16
Figura 8: Dois exemplos do indicador MACD. Divergência positiva e negativa.	17
Figura 9: Padrão Bull Flag.	18
Figura 10: (a) Janela Temporal de 60 dias; (b) Matriz “I”.....	19
Figura 11: a) Bull Flag com peso de 6,5; (b) Canal descendente com peso de 7,5	21
Figura 12: Identificação de 7 PPIs no padrão Head and Shoulders.	22
Figura 13: Distância Vertical na identificação do ponto mais distante (PPI-DV).....	23
Figura 14: Erro na representação de uma série temporal com apenas 3 PPIs.	23
Figura 15: Visualização do HSI com diferentes valores para os PPIs, recorrendo a diferentes métodos de detecção dos mesmos: PPI-DE, PPI-DP e PPI-DV. (a) 10 PPIs; (b) 100 PPIs.	24
Figura 16: Identificação dos primeiros 5 PPIs recorrendo ao método PPI-DV.	25
Figura 17: Redução dimensional de uma série temporal recorrendo a três metodologias. (a) Redução por amostragem. A série temporal da esquerda é amostrada regularmente, tendo como resultado a distorção presente na figura da direita. (b) Redução através da APA. As linhas horizontais a tracejado identificam a média de cada segmento. (c) Redução através da identificação de PPIs. A série do lado esquerdo é representada por 7 PPIs na imagem da direita.	26
Figura 18: Alguns padrões típicos de inversão na análise técnica: Head and Shoulders (7 PPIs), Duplo Topo (5 PPIs), Triplo Topo (7 PPIs), Chávena Invertida (5 PPIs) e Pico de Topo (7 PPIs).	26
Figura 19: PPIs utilizados para representar o <i>Head-And-Shoulders</i> . (a) Número de PPIs insuficiente. (b) Número de PPIs adequado.....	29
Figura 20: Exemplo de paridade trivial em várias instâncias da janela deslizante.	29
Figura 21: Segmentação da série temporal com base no algoritmo evolucionário.	30
Figura 22: Segmentação da série temporal sem padrões gráficos.....	31
Figura 23: Vista em Módulos da Arquitectura geral do Sistema.	35

Figura 24: Arquitectura do Algoritmo de Trading.	37
Figura 25: Algoritmo de Trading aplicado na Novartis.	38
Figura 26: Índice PSI-20 nos últimos 10 anos.	41
Figura 27: Cálculo de Fit para template ascendente de 45°.	47
Figura 28: Cálculo de Fit para template ascendente de 45°.	47
Figura 29: Rentabilidade do S&P500 para o Buy & Hold e dois GA's.	48
Figura 30: Histograma do S&P500 que compara as rentabilidades obtidas no GA e Buy & Hold.	49
Figura 31: Rentabilidade do NYSE Composite Index para o Buy & Hold e dois GA's.	50
Figura 32: Histograma do NYSE CI que compara as rentabilidades obtidas no GA e B&H.	51
Figura 33: Rentabilidades obtidas no S&P500 para diferentes configurações de FitBuy e FitSell.	52
Figura 34: Média Móvel de 30 dias.	54
Figura 35: Cruzamento de duas Médias Móveis - 30 e 150 dias.	55
Figura 36: Rentabilidade média anual obtida no S&P500 para diferentes configurações das janelas deslizantes de FitBuy e FitSell.	61
Figura 37: Rentabilidade do melhor GA face ao B&H para o período de execução das 100 acções.	64
Figura 38: Execução da aplicação.	97
Figura 39: Resultados da execução da aplicação.	99

Capítulo 1 – Introdução

Na teoria financeira considera-se a hipótese do *Random Walk*, que determina a evolução dos preços nos mercados de capitais de acordo com um “passeio aleatório” e defende que o preço das cotadas não poderá ser previsto. Historicamente, esta teoria é aceite pelos economistas, uma vez que estes detêm vários testes e hipóteses que suportam a ideia de que a evolução do preço das acções é completamente aleatória, devido à eficiência dos mercados. Argumentam que não existem oportunidades para lucros acima do normal, e que todo o esforço dispendido na investigação, análise e *trading* no mercado de capitais é um completo desperdício de energia e de recursos.

Neste trabalho pretendemos contrariar esta hipótese e debater a ideia nuclear de que qualquer pessoa, e não apenas um profissional na área dos mercados financeiros, desde que possua os conhecimentos adequados e informação relevante, poderá seguramente ganhar na Bolsa, recorrendo para isso a uma estratégia avessa ao risco, baseando-se em análise técnica ou fundamental.

Existem sempre imensas questões colocadas pelo investidor no seu processo de decisão, sendo fulcral a obtenção de uma resposta em relação ao *quando* e ao *que* comprar ou vender. É nesta direcção que vamos focar os nossos sentidos, ou seja, na determinação do momento. Torna-se por isso crucial a definição de uma estratégia simples e ganhadora. É com base neste pressuposto que iremos realizar este estudo. Procuramos concretizar um sistema automático de *trading*, desprezando para isso o que se compra e dando ênfase ao momento das compras e vendas, com base em heurísticas que se apoiam unicamente no histórico da cotação das acções e no respectivo volume.

Na análise técnica recorre-se habitualmente à identificação de padrões e tendências no histórico dos preços e do volume para se conseguir antecipar o futuro comportamento na evolução dos preços, nos mercados financeiros. Este tipo de análise denomina-se por *stock charting*. O que isto significa é que consoante as formações gráficas do passado, poderemos prever com alguma probabilidade a subida ou descida do mercado de capitais no futuro próximo.

O grande problema é que a análise e identificação de padrões são tarefas bastante morosas, se forem realizadas apenas visualmente, uma vez que existem milhares de activos cotados no mercado financeiro, com historiais de *trading* que podem alcançar algumas dezenas de anos. O objectivo deste trabalho passa pela criação de uma ferramenta que permita a automatização da procura e identificação dos padrões gráficos, no histórico de activos financeiros, de forma a auxiliar o investidor no processo de tomada de decisão. Ou seja, a ferramenta irá ter a capacidade de colocar ordens de compra e venda automaticamente, consoante o resultado da sua respectiva análise.

Já na perspectiva de otimizarmos o espaço de procura deste problema principal, que consiste na análise e detecção de padrões gráficos e tendências, temos o objectivo amplo de integrar no nosso trabalho o conceito de algoritmos genéticos e computação evolutiva, com o objectivo de superar as soluções habitualmente encontradas por agentes humanos recorrendo a aproximações tradicionais de computação (devido sobretudo a limitações de processamento e armazenamento). A computação evolutiva irá assim permitir encontrar soluções em problemas de procura e de optimização muito vastos.

Além disso, poderemos ainda conjugar outros indicadores técnicos que servirão de apoio e auxílio na garantia de que a tomada de decisão de compra/venda/manutenção terá sido a mais acertada em termos probabilísticos.

Dentro desta temática da computação evolutiva relembramos que quando a ciência e a engenharia de computação surgiram, recorriam-se sobretudo a exemplos naturais como forma de paradigma. Neste campo destacamos a Inteligência Artificial, que foi buscar a sua inspiração à natureza. Nos seus primórdios existia uma outra metáfora baseada na adaptação, que se começa agora a proliferar por todo o mundo. Estamos a falar, mais especificamente, da evolução Darwinista que originou uma família de métodos computacionais chamados de algoritmos genéticos (GAs) ou algoritmos evolutivos (EAs).

Os algoritmos genéticos são procedimentos de procura que se baseiam na genética e na selecção natural. São técnicas que actuam sobre um espaço de procura muito grande com o objectivo de encontrar soluções aproximadas em problemas de optimização e de busca.

Existem muitas variações na utilização destes algoritmos, mas iremos limitar-nos aos GAs que processam uma população finita e que recorrem a três operações essenciais para o seu funcionamento: selecção, cruzamento e mutação.

A selecção consiste na sobrevivência do(s) indivíduo(s) mais apto(s) dentro do GA. Existem muitas formas de conseguirmos chegar a uma selecção efectiva (por ranking, torneios ou esquemas proporcionais), mas a noção chave a reter é darmos preferência aos melhores indivíduos. Para isto funcionar é necessário existir um critério de determinação do melhor indivíduo, e esta avaliação poderá advir da definição formal de uma função objectiva.

Só que a selecção individualmente não basta, uma vez que se assim fosse a trajectória da evolução das populações iria confinar-se a pequenas alterações nos indivíduos iniciais, contidos na população original. Ou seja, no final apenas restar-nos-iam os melhores indivíduos da população inicial.

Por isso é aconselhável que o algoritmo explore diferentes estruturas. Uma primeira alternativa consiste no cruzamento, em que se escolhem dois indivíduos da população, através da selecção, e acasalam-se/cruzam-se os respectivos genes. Desta forma conseguimos obter dois novos indivíduos que irão ser colocados na nova população. Temos ainda uma segunda alternativa para introduzir mais variedade genética na população, que se designa por mutação. Esta consiste na alteração aleatória dos constituintes genéticos de um indivíduo, com o objectivo de introduzir mais variedade no seio da população. Ou seja, se usada em conjunto

com a selecção e o cruzamento, a mutação irá funcionar como uma política de segurança na manutenção da diversidade disponível. [1]

Para uma introdução mais exaustiva à computação evolutiva e algoritmos genéticos referimo-nos ao trabalho desenvolvido em [2].

1.1 Motivação

O mercado de capitais disponibiliza uma grande variedade de instrumentos financeiros para investimento. Se tivermos em consideração a vertente da detecção de padrões gráficos no histórico de preços dos activos financeiros, verificamos que é possível encontrar inúmeras formações gráficas e linhas de tendência. Por isso, torna-se impraticável proceder à sua detecção de forma meramente visual, uma vez que é uma tarefa muito morosa, o que desencadeia a necessidade de uma ferramenta que automatize este processo.

Iremos por isso procurar uma forma de otimizar o investimento em acções recorrendo à análise técnica, algoritmos genéticos e metodologias de detecção de padrões gráficos. Como motivação acrescida pretende-se ainda reduzir o risco no investimento e aumentar o respectivo retorno de capital, utilizando para isso metodologias e técnicas inovadoras de computação evolutiva que permitam otimizar a procura por padrões gráficos e a utilização de indicadores técnicos.

Em última instância a aplicação que irá ser criada deverá decidir quando comprar ou vender um determinado activo financeiro.

1.2 Objectivos do Trabalho

O objectivo deste trabalho consiste na aplicação de técnicas e metodologias que permitam a detecção de padrões gráficos no histórico de activos financeiros, em mercados bolsistas.

Numa primeira fase, estes padrões servirão para tomar decisões de investimento (compra/venda) com base no tipo do padrão identificado e na informação comportamental que lhe é subjacente.

Numa segunda fase, iremos acrescentar a análise de outros indicadores técnicos para suportar a nossa decisão de investimento e confirmar o benefício desta aproximação na rentabilidade e performance do algoritmo de *trading*. Para atingirmos ambos os objectivos basear-nos-emos na aplicação dos algoritmos genéticos [2] para conseguirmos prever a evolução de uma determinada cotada.

O objectivo será, em última instância, obter uma rentabilidade superior à metodologia *Buy and Hold*, nos mercados financeiros. Para isso recorreremos à análise técnica, de forma a gerirmos automaticamente o investimento em cada activo financeiro. Consoante a previsão emitida pelo detector de padrões gráficos e tendências, em conjunção com outros indicadores técnicos, iremos adequar a nossa estratégia de investimento a esta informação.

A aplicação a desenvolver deverá ter a capacidade de tomar decisões de compra/venda de activos financeiros com base na detecção de padrões gráficos e tendências, recorrendo ainda à informação proveniente de vários indicadores técnicos e à optimização do espaço de procura através de técnicas de computação evolutiva.

Assim, o sistema deverá ter a capacidade de operar em diferentes tipos de activos financeiros e obter uma rentabilidade maximizada, com um risco reduzido.

1.3 Publicações Relacionadas

No decorrer do desenvolvimento deste trabalho surgiu a oportunidade de submeter um artigo numa conferência internacional dentro da área da Computação Evolutiva, que demonstra parte dos resultados obtidos durante o desenvolvimento da aplicação financeira subjacente ao trabalho:

- Parracho, Paulo; Neves, Rui; Horta, Nuno: "Trading in Financial Markets using Pattern Recognition Optimized by Genetic Algorithms", Genetic and Evolutionary Computation Conference (GECCO-2010): Late Breaking Papers, Portland, Oregon, July 7-11, 2010.

1.4 Estrutura do Documento

- No Capítulo 1 faz-se uma exposição da motivação subjacente à realização deste trabalho e abordam-se os objectivos a atingir, referindo-se ainda uma publicação submetida numa conferência que demonstra alguns dos resultados obtidos.
- O Capítulo 2 aborda toda a teoria estudada no âmbito desta Dissertação, incluindo o campo da análise técnica e indicadores técnicos. Referem-se também diferentes técnicas de detecção de padrões gráficos e de tendências, e ainda metodologias que permitem a redução da complexidade visual evidente no histórico de preços de activos financeiros.
- No Capítulo 3 discute-se a arquitectura da solução proposta para o problema e apresenta-se um exemplo aplicacional que ilustra a execução do algoritmo do programa desenvolvido.
- Já no Capítulo 4 referimos os critérios de validação do sistema e testamo-lo com vários exemplos aplicacionais que irão testar a sua robustez e versatilidade. Estes exemplos demonstram ainda a evolução e o crescimento da complexidade do algoritmo e justificam algumas tomadas de decisão durante o seu desenvolvimento.
- No Capítulo 5 sumariza-se o trabalho desenvolvido e faz-se uma reflexão acerca dos resultados obtidos. Salientam-se ainda algumas funcionalidades que poderão ser implementadas futuramente.
- Por fim, no apêndice disponibiliza-se o manual de utilização e um conjunto de resultados exaustivos relacionados com a validação do sistema.

Capítulo 2 – Trabalho Relacionado

Nos últimos anos a área das aplicações financeiras tem suscitado enorme interesse dentro da comunidade científica. E dentro da temática dos padrões gráficos têm surgido diversas metodologias para a sua detecção no histórico de activos em mercados financeiros.

Assim destacamos nas secções seguintes abordagens diferentes para a resolução deste problema, procedendo à sua respectiva análise. Consideramos três técnicas principais utilizadas na detecção de padrões. Uma delas baseia-se na aplicação de templates, outra na detecção de pontos perceptualmente importantes, e outra na aplicação de regras posicionais em relação a estes pontos detectados previamente.

O plano deste trabalho consiste sobretudo na escolha de uma destas estratégias, procurando assim convergir o espectro da detecção de padrões gráficos com a metodologia que iremos utilizar para realizar acções de compra e venda nos mercados financeiros.

2.1 Análise Fundamental ou Técnica?

Como referência para esta secção e para as subsecções seguintes considera-se o livro de apoio designado em [3].

Nos mercados financeiros é habitual afirmar-se que existem dois grandes tipos de análises que se podem efectuar antes de considerarmos a entrada/saída numa determinada acção. A Análise Técnica e a Análise Fundamental.

Embora não sejam necessariamente mutuamente exclusivas, no contexto deste trabalho iremos apenas recorrer à aplicação da análise técnica como sistema de apoio à decisão no acto de compra e venda de acções. Ou seja, vamo-nos limitar a seguir o desempenho de uma acção no mercado, e investigar de que forma é que poderemos delinear uma estratégia com o objectivo de perceber qual a tendência futura que a acção poderá tomar.

Consideramos portanto dois tipos de análises:

2.1.1 Análise Fundamental

A análise fundamental consiste no estudo das empresas individualmente consideradas, dos sectores de actividade em que estão envolvidas, da economia em geral e da relação entre mercados de capitais (por exemplo, de obrigações e acções), projectando as previsões de evolução de todos estes factores de forma a tentar perceber-se qual o valor intrínseco da empresa e, conseqüentemente, da acção.

Assim que se determina este valor intrínseco, verifica-se se o título cotado está barato ou caro, comprando ou vendendo consoante o diagnóstico. Por isso, tendo em consideração a ineficiência dos mercados, será sempre possível encontrar acções subvalorizadas.

No entanto, é necessário salientar que apenas os dados fornecidos nos relatórios e contas das empresas estão acessíveis ao investidor comum. Deste modo, a análise que se pode realizar é muito limitada, uma vez que são as sociedades de corretagem que executam realmente um

trabalho de campo, recolha, análise e projecção de informações, visitando empresas e suas concorrentes, procurando obter um diagnóstico quanto ao seu desenvolvimento. E quando a informação chega finalmente aos clientes, já peca por tardia.

O grande objectivo das instituições financeiras é utilizar esta informação para seu próprio benefício. Portanto, no que toca à recolha de informação para análise e respectivo diagnóstico, os particulares estão sempre em desvantagem em relação aos institucionais.

A análise fundamental tem também um carácter de longo prazo, uma vez que determina apenas o que comprar e o que vender, deixando para segundo plano o *timing* destas operações. Quanto a esta última questão a análise técnica já irá responder de forma mais adequada, porque pode suceder que um investidor esteja a comprar caro de acordo com a análise fundamental, e no entanto ganhar com o negócio, porque para além do valor intrínseco é necessário ter em consideração o quadro da procura e da oferta, e o curto e médio prazo. [4]

2.1.2 Análise Técnica

A análise técnica caracteriza-se pelo estudo dos títulos e do mercado, na perspectiva da oferta e da procura, reveladas por séries de preços e de volumes. Na análise técnica, pura e dura, o valor intrínseco de uma acção ou o estado da economia não interessam. Aquilo que é realmente relevante é a dinâmica e o desenvolvimento da oferta e da procura, e as relações passíveis de se estabelecer entre ambas.

Tenta-se desta forma descobrir as cotações futuras através do estudo das sequências de preços e volumes, historicamente formadas. Isto significa que a análise técnica irá pôr em relação dados passados (da acção ou do mercado) com os do presente, na expectativa de antever o movimento subsequente dos preços.

Os apologistas deste tipo de análise defendem que todas as notícias e expectativas estão incorporadas nas acções, e o facto do comportamento das massas obedecer a determinados padrões ajuda a tentar perceber qual o futuro de uma determinada acção tendo em conta o seu desempenho passado. [5]

No curto prazo, a análise técnica é sem dúvida a arma mais poderosa ao serviço dos investidores para os auxiliar na sua tomada de decisão. Ou seja, no fundo não são os fundamentais que comandam o rumo do mercado. São factores, sobretudo de carácter emotivo, que fazem oscilar as cotações no curto prazo. Torna-se assim possível ler algumas emoções dos investidores nos gráficos, como o medo, a ganância, a euforia, as hesitações e até mesmo o *inside trading*. Tudo isto é possível porque são estes sentimentos que fazem mover as acções no curto prazo.

Não é por isso vantajoso considerar apenas a empresa a nível dos fundamentais, porque esta poderá permanecer subavaliada durante imensos anos.

Neste estudo privilegia-se a análise técnica em detrimento da fundamental, porque nem todos têm acesso simultâneo à informação dos dados que influenciam a análise fundamental, enquanto no caso da análise técnica basta apenas considerar o preço e o volume, que é acessível a todos os investidores em qualquer momento.

Assim sendo, dentro desta temática da análise técnica surgem várias vertentes, das quais passamos a destacar:

2.1.2.1 Padrões Gráficos (Chart Patterns)

Quando observamos um gráfico de preços (cotação ou Índice) e o respectivo nível de volume, podem surgir certas figuras geométricas que por vezes se tornam evidentes. São as denominadas *Cabeça e Ombros* e o seu homólogo *Cabeça e Ombros Invertido*, *Chávena com Asa*, *Duplo Fundo*, *Duplo Topo*, *Triângulos*, *Rectângulos*, formações arredondadas como a *Chávena* e o *Pires*, etc.

A área da análise técnica que se dedica a este estudo designa-se por *chartism*, e é caracterizada pela identificação destas formações gráficas quando elas surgem. A partir destas configurações visuais será possível formar uma ideia do desenvolvimento futuro dos preços.

Afinal de contas, o que se procura no desenho gráfico são padrões de comportamento dos investidores, reflectidos na evolução dos preços e volumes, isto é, na oferta e na procura.

Como se sabe, a história tende a repetir-se. E como o mercado é composto por uma multidão de pessoas, estas tendem a repetir certas atitudes e comportamentos, que são visíveis nos gráficos de preços e que, por vezes, revelam hesitação, empenhamento, confiança, ruptura, etc. Assim, é possível obter uma ideia sobre aquilo que se irá passar a seguir.

Algumas configurações são notavelmente fiáveis ou constituem bons sinais de alerta, mas existem outras que não passam de modos de classificar formações de preços, sem qualquer potencialidade de preconizar o futuro próximo.

Preocupamo-nos então em salientar alguns destes padrões gráficos que têm uma maior probabilidade de acerto e aos quais os analistas técnicos atribuem um maior favoritismo [6]:

I – Formações Neutras

São padrões de continuação neutros, em que a tendência anterior irá definir se estamos perante um padrão de continuação ascendente ou descendente.

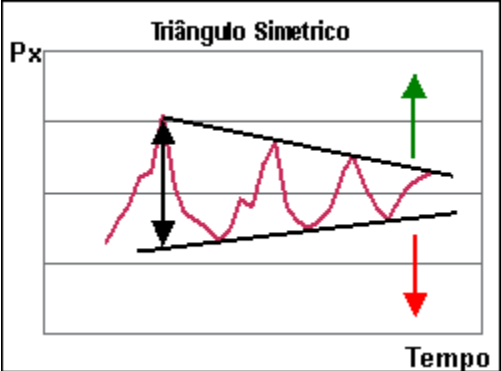
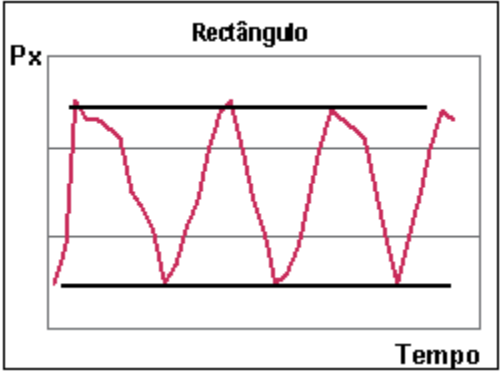
Padrão	Descrição
 <p>O gráfico mostra uma linha de preço em vermelho oscilando dentro de um triângulo formado por duas linhas de suporte e resistência que convergem para um ponto no topo. O eixo vertical é rotulado 'Px' e o eixo horizontal é rotulado 'Tempo'. Uma seta verde aponta para cima e uma seta vermelha aponta para baixo, indicando a direção da quebra.</p>	<p>Triângulos simétricos - Esta formação tem uma duração que pode ir de poucas semanas até alguns meses, mas o padrão típico ronda os 3 meses. O volume deve ir diminuindo ao mesmo tempo que o triângulo vai convergindo para o vértice, e deverá aumentar na quebra da figura. Para determinar o valor projectado pela formação, mede-se a altura do triângulo (distância entre o valor da resistência e o valor mínimo do início da linha de suporte). Esse valor deverá ser então somado à cotação em que surgiu a quebra do triângulo.</p>
 <p>O gráfico mostra uma linha de preço em vermelho oscilando lateralmente entre duas linhas horizontais paralelas, representando resistência e suporte. O eixo vertical é rotulado 'Px' e o eixo horizontal é rotulado 'Tempo'.</p>	<p>Rectângulos - É um padrão de movimento lateral que não tem no seu interior uma tendência definida. Identifica-se uma resistência e um suporte, entre os quais a cotação oscila. O valor projectado pela formação resulta da medição da distância entre o suporte e a resistência e da respectiva adição desse valor à resistência em caso de quebra desta, ou da subtracção do valor do suporte pela distância do canal em caso de quebra do mesmo.</p>

Figura 1: Dois padrões gráficos. Triângulo Simétrico e Rectângulo.

II – Formações com Tendência Ascendente

Estas formações indicam que o mercado irá prosseguir a sua tendência com um movimento ascendente.

Padrão	Descrição
 <p>O gráfico mostra uma linha de preço em vermelho que se move para cima dentro de um canal formado por uma linha horizontal superior e uma linha diagonal inferior ascendente. O canal estreita-se para o topo. Duas setas verdes apontam para cima, indicando o movimento subsequente após a quebra da resistência horizontal.</p>	<p>Triângulo ascendente - A duração do padrão pode variar entre poucas semanas até alguns meses, mas o padrão típico é de 3 meses. O volume deverá ir decrescendo à medida que vai convergindo para o vértice do triângulo, devendo ocorrer um forte aumento na quebra do triângulo. O valor projectado pela formação calcula-se a partir do momento em que se quebra a resistência, adicionando-se ao valor da linha horizontal a diferença entre a linha de resistência e a cotação mínima.</p>
 <p>O gráfico mostra uma linha de preço em vermelho que se move para cima dentro de um canal formado por duas linhas diagonais convergentes que se encontram no topo. Duas setas verdes apontam para cima, indicando o movimento subsequente após a quebra da resistência superior.</p>	<p>Pennant e Bandeira – Ambos os padrões são precedidos de um forte movimento de subida, sendo que após este ocorre um movimento de consolidação que marca o reinício do movimento inicial. Estes dois padrões são de curto-prazo, formando um ângulo negativo, e tanto o pennant (com forma de triângulo simétrico) como a Bandeira têm em média um prazo de formação entre 1 a 4 semanas.</p>
 <p>O gráfico mostra uma linha de preço em vermelho que se move para cima dentro de um canal formado por uma linha diagonal superior descendente e uma linha diagonal inferior ascendente. Duas setas verdes apontam para cima, indicando o movimento subsequente após a quebra da resistência superior.</p>	

Figura 2: Três padrões gráficos. Triângulo Ascendente, Pennant e Bandeira.

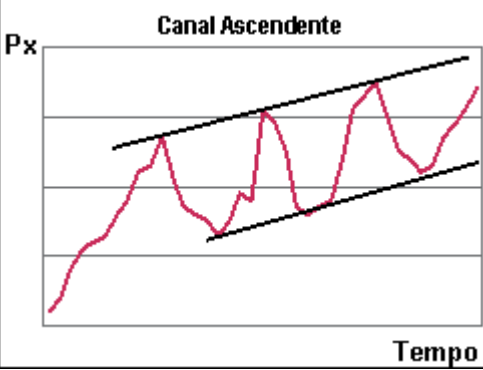
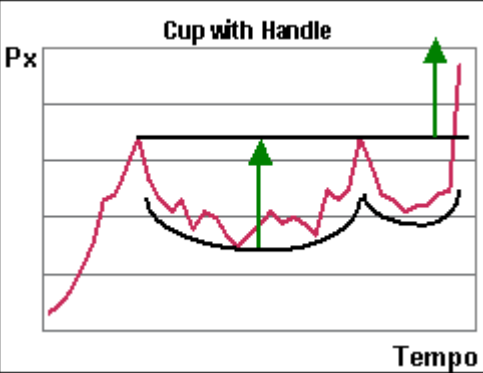
Padrão	Descrição
 <p>O gráfico 'Canal Ascendente' mostra uma linha de preço vermelha que se move para cima dentro de um canal formado por duas linhas paralelas pretas que também se inclinam para cima. O eixo vertical é rotulado 'Px' e o eixo horizontal é rotulado 'Tempo'.</p>	<p>Canal ascendente - É um canal formado por duas linhas paralelas, sendo uma de suporte e outra de resistência. Este padrão é de continuação, consistindo em sucessivos testes ao suporte e resistência e acaba na quebra de uma das Linhas de Tendência. Quando a linha de canal é quebrada, o preço normalmente é projectado a uma distância igual à largura do canal.</p>
 <p>O gráfico 'Cup with Handle' mostra uma linha de preço vermelha que forma uma curva em U (o 'Cup') e depois uma pequena queda seguida de uma subida (o 'Handle'). Uma linha horizontal preta indica o nível de resistência. Duas setas verdes apontam para cima, indicando a recuperação da cotação. O eixo vertical é rotulado 'Px' e o eixo horizontal é rotulado 'Tempo'.</p>	<p>Cup with Handle - É uma formação gráfica que se assemelha a uma chávena com a sua respectiva pega. Existe uma queda gradual do volume, para depois iniciar uma subida, acompanhando a recuperação da cotação do título. O <i>Cup with Handle</i> é uma figura de longo prazo, sendo observável em gráficos semanais ou mensais.</p>

Figura 3: Dois padrões Gráficos. Canal Ascendente e Cup with Handle.

III – Formações com Tendência Descendente

Estes padrões gráficos preconizam a continuação do movimento descendente do activo financeiro.

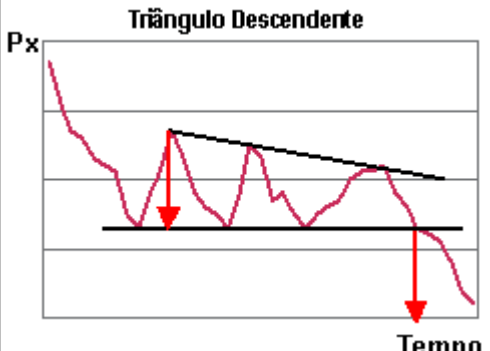
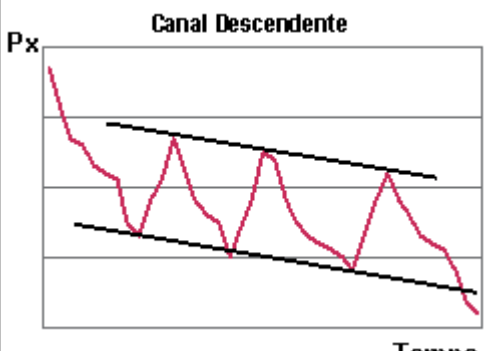
Padrão	Descrição
 <p>O gráfico mostra uma linha de preço vermelha que se move para baixo ao longo do tempo. Duas linhas horizontais representam o suporte e a resistência. O preço toca a resistência e depois o suporte, repetindo este movimento até que finalmente quebre a resistência. Uma linha diagonal descendente conecta o ponto de partida do padrão ao seu vértice. Duas setas vermelhas apontam para o suporte e para o ponto de quebra da resistência.</p>	<p>Triângulo descendente - A duração do padrão pode variar entre poucas semanas até alguns meses, mas o padrão típico é formado em 3 meses. O volume deverá ir decrescendo à medida que vai convergindo para o vértice do triângulo, devendo ocorrer um forte aumento do mesmo após a quebra do triângulo. O valor projectado pela formação calcula-se a partir do momento em que se quebra o suporte, subtraindo-se o valor da linha horizontal à diferença entre a cotação máxima do triângulo e a linha horizontal.</p>
 <p>O gráfico mostra uma linha de preço vermelha que oscila entre duas linhas paralelas descendentes que representam o suporte e a resistência. O preço toca a resistência superior e depois o suporte inferior, repetindo este movimento até que finalmente quebre a resistência superior. Uma linha diagonal descendente conecta o ponto de partida do padrão ao seu fim.</p>	<p>Canal descendente - Este canal é formado por duas linhas paralelas, sendo uma de suporte e outra de resistência. Este padrão é de continuação e acaba na quebra de uma das Linhas de Tendência. Quando a linha de canal é quebrada, o preço normalmente é projectado a uma distância igual à largura do canal.</p>

Figura 4: Dois padrões gráficos. Triângulo Descendente e Canal Descendente.

IV – Formações no Final de um Movimento Ascendente

Estas formações indicam que o mercado irá inverter a tendência ascendente em que se encontrava, para uma tendência de queda.

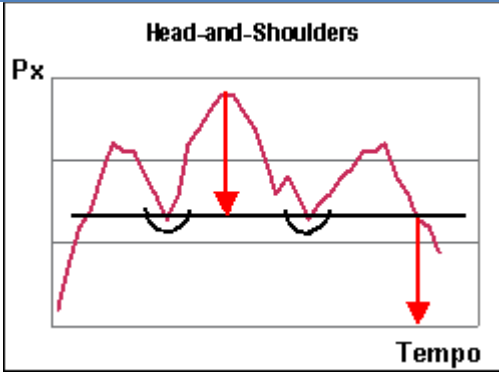
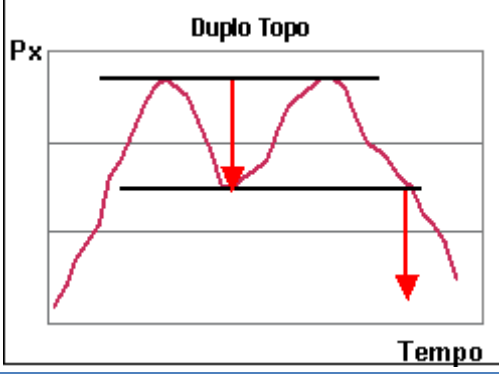
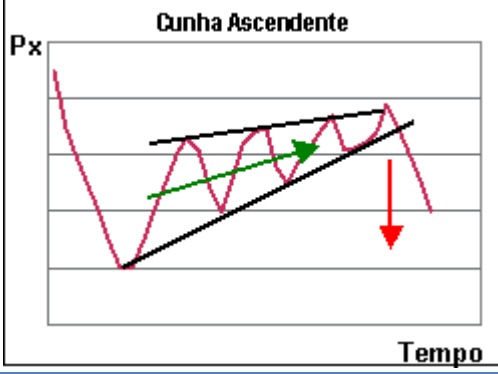
Padrão	Descrição
	<p>Head and Shoulders - É uma formação típica de inversão de tendência, com uma duração média de 3 meses. Geralmente significa o final de uma tendência de subida. O volume no terceiro pico deverá ser mais fraco do que nos picos anteriores e aumentar na quebra da linha de suporte. A projecção para o fim do movimento é dada pela distância entre a cabeça e a neckline (linha que une o mínimo do ombro esquerdo juntamente com o mínimo da cabeça), desde o ponto de quebra.</p>
	<p>Duplo Topo - Ocorre um duplo topo quando os preços sobem até um ponto de resistência e em seguida regridem, para novamente voltar às imediações do máximo anterior. O volume tende a aumentar nos topos e a diminuir nas correcções, havendo um aumento do volume na quebra do suporte. O período de tempo entre picos pode variar de algumas semanas a muitos meses, no entanto o padrão habitual é de 1 a 3 meses.</p>
	<p>Cunha ascendente - A sua formação deverá estar dentro de um espaço temporal de 3 a 6 meses e ser antecedida por um movimento ascendente dentro de um espaço temporal de outros 3 meses.</p>

Figura 5: Três padrões gráficos. Head and Shoulders, Duplo topo e Cunha ascendente

V – Formações no Final de um Movimento Descendente

Estas formações indicam que o mercado irá inverter a tendência de descida que registava. Assim, no futuro próximo iremos estar diante de uma tendência de subida.

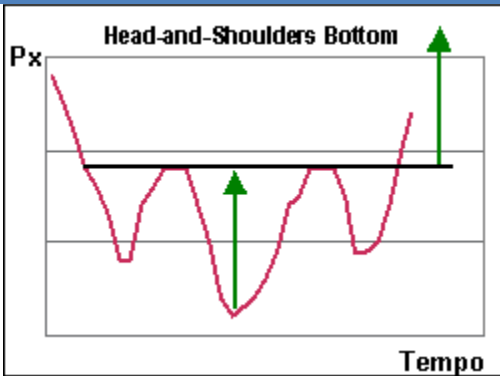
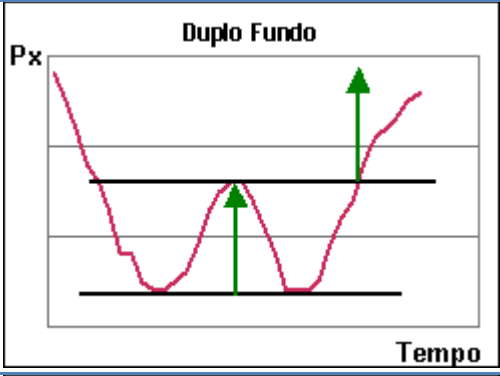
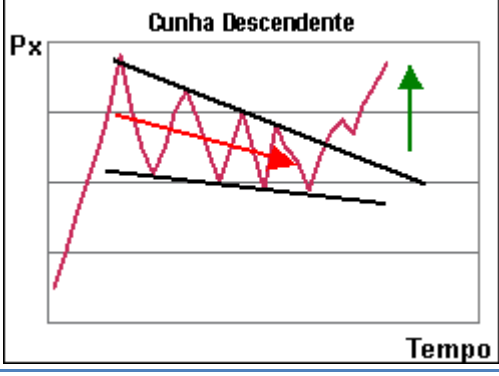
Padrão	Descrição
 <p>O gráfico mostra uma linha de preço em vermelho que desce, formando um 'cabeça' e dois 'ombros' invertidos. Uma linha horizontal preta conecta os pontos de pico dos ombros. Uma seta verde aponta para cima a partir do fundo da formação. O eixo vertical é rotulado 'Px' e o eixo horizontal é rotulado 'Tempo'.</p>	<p>Head and Shoulders Bottom - Esta formação costuma aparecer no final de uma tendência de descida, sendo basicamente um Head and Shoulders invertido. É um padrão de reversão mas com projecção ascendente.</p>
 <p>O gráfico mostra uma linha de preço em vermelho que desce, formando dois mínimos praticamente iguais. Uma linha horizontal preta conecta os pontos de pico entre os dois mínimos. Uma seta verde aponta para cima a partir do fundo da formação. O eixo vertical é rotulado 'Px' e o eixo horizontal é rotulado 'Tempo'.</p>	<p>Duplo Fundo - É uma formação que surge após um momento de tendência baixa que mostra dois mínimos praticamente iguais. O período de tempo entre mínimos pode variar de algumas semanas a muitos meses, no entanto o padrão habitual é de 1-3 meses.</p>
 <p>O gráfico mostra uma linha de preço em vermelho que desce dentro de um canal formado por duas linhas convergentes (uma preta superior e uma preta inferior). Uma seta verde aponta para cima a partir do fundo da formação. O eixo vertical é rotulado 'Px' e o eixo horizontal é rotulado 'Tempo'.</p>	<p>Cunha descendente - O desenho do canal assemelha-se a um cone com um grau de inclinação negativa, em que os máximos e mínimos vão convergindo. Esta formação deverá estar dentro de um espaço temporal de 3 a 6 meses e ser antecedido por um movimento de queda dentro de um espaço temporal de outros 3 meses.</p>

Figura 6: Três padrões gráficos. Head and Shoulders Bottom, Duplo fundo e Cunha descendente.

2.1.2.2 Indicadores Técnicos

Esta área da análise técnica utiliza várias fórmulas de matemática, recorrendo a preços de abertura, mínimos, máximos, fechados e volumes, para criar filtros que possibilitam a escolha de títulos que cumpram determinados parâmetros pré-definidos. Ou seja, os indicadores técnicos fornecem sinais de compra ou de venda, indicam a tendência da acção, da força dessa tendência, do grau de saturação de uma alta ou baixa e servem também como filtro de flutuações de preço que podem dificultar a interpretação do gráfico.

Geralmente os indicadores técnicos são apresentados graficamente, sobrepostos ou paralelos a gráficos históricos das cotações do activo que se está a seguir.

É impossível determinar qual é o melhor indicador, uma vez que um indicador pode resultar bem num dado título e não funcionar noutro. Quando estamos a analisar um título, identificamos o indicador que tem produzido melhores resultados, e damos então início ao estudo. E isto não quer dizer que se deverá manter sempre o mesmo indicador para um determinado título, porque isso irá depender sobretudo da fase em que este se encontra (com uma tendência definida ou não). Por isso o indicador que poderá resultar melhor dependerá também do período da acção.

Destacamos agora alguns dos indicadores técnicos mais mediatizados e relevantes na atribuição de sinais de compra e venda de acções [7]:

I – Seguidores de Tendência

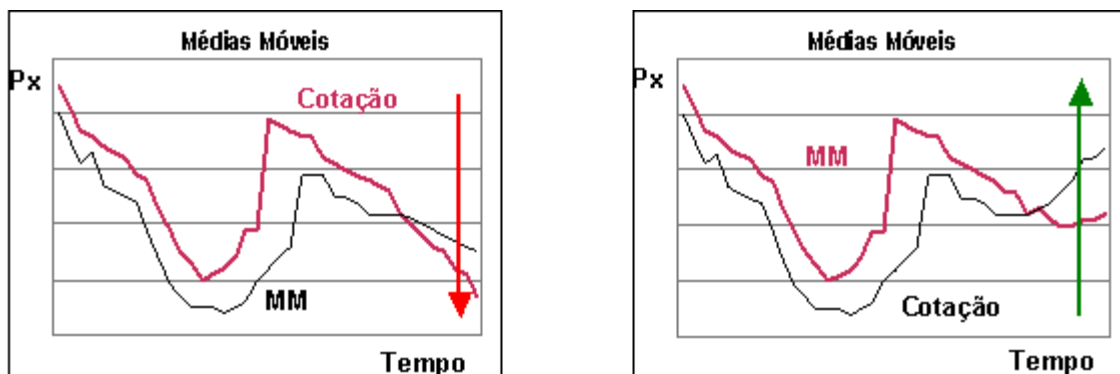
Este tipo de indicadores não tem como objectivo visualizar mudanças de tendência, uma vez que as acompanham. São os mais utilizados na análise técnica porque têm uma construção simples, assinalam sinais de compra e venda, e indicam zonas de suporte e resistência.

i) Média Móvel Exponencial

Este indicador é um dos mais antigos e mais utilizados na análise técnica. Na prática a média móvel é uma média das cotações dos últimos n dias. E esta poderá ser aplicada sobre qualquer valor do título, como o volume, o preço de fecho, ou mesmo o valor de abertura. Por exemplo, para o cálculo de uma média móvel simples de 25 dias basta somar as cotações do título dos últimos 25 dias e dividir por 25. Para traçarmos o gráfico teremos que executar este procedimento para cada um dos dias do gráfico a visualizar.

No caso de uma média móvel simples, todas as cotações do título têm o mesmo peso ao longo do tempo. Já no caso da exponencial é dado mais peso às cotações mais recentes, tornando assim a média mais sensível aos valores mais actuais. Além de dar maior peso aos últimos valores, esta média móvel não elimina os valores mais antigos, os quais se vão diluindo ao longo do tempo.

Os cruzamentos da cotação com a média móvel irão gerar sinais de compra ou de venda. Caso a cotação cruze a média móvel na subida, dará um sinal de compra. Se pelo contrário a cotação cruzar na descida a média móvel, isto representará um sinal de venda.



MM – Média Móvel

Figura 7: Exemplo de duas médias móveis a cruzar a linha de preços e respectivos sinais.

II – Osciladores Seguidores de Ciclos

Estes indicadores ajudam na identificação de pontos de viragem e são úteis quando o mercado não tem uma tendência definida. Como as médias móveis limitam-se a seguir a tendência, não funcionam muito bem em mercados laterais, uma vez que geram sinais falsos. Por isso neste caso deveremos utilizar osciladores, que se podem aplicar em mercados com uma tendência definida ou não.

Este tipo de indicadores permite averiguar se o preço que está a ser negociado encontra-se numa zona sobre-comprada ou sobre-vendida. Alertam ainda para a situação de divergência (numa subida) ou convergência (numa descida) entre o oscilador e os preços. E é possível ainda detectar o cruzamento da linha zero do oscilador.

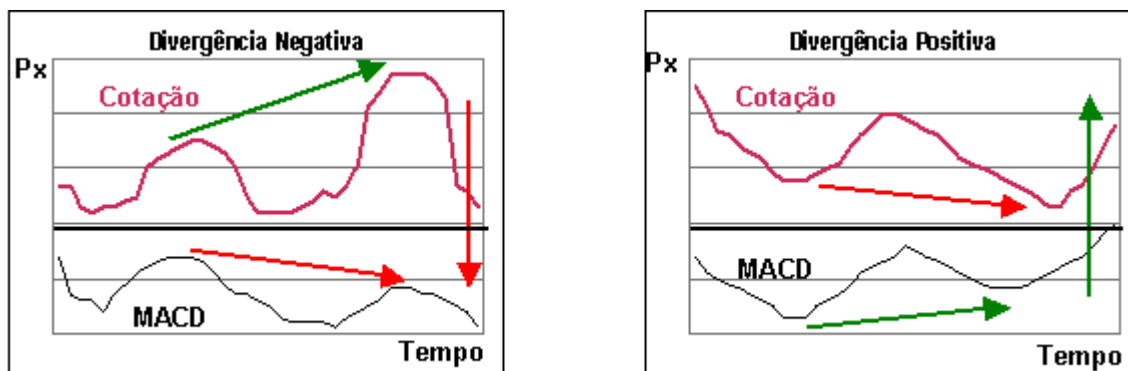
i) MACD (Moving Average Convergence Divergence)

Este indicador é composto por duas linhas, a linha de MACD e a linha de sinal.

O valor do MACD é gerado a partir da diferença entre a média móvel exponencial de 12 dias e a média móvel exponencial de 26 dias. Depois de encontrado o valor do MACD, aplica-se uma média móvel exponencial de 9 dias ao respectivo valor do MACD. Esta média denomina-se por linha de sinal e reage às alterações de preço de forma mais lenta.

Podemos interpretar o MACD das seguintes formas:

- Cruzamento do MACD com a MME de 9 dias. Quando a linha MACD cruzar em alta a linha de sinal, isto representará uma indicação de compra. Se porventura a linha MACD cruzar em baixa a linha de sinal, então isto representará uma indicação de venda;
- Cruzamento do MACD com o valor zero;
- Divergências positivas ou negativas. Se a cotação realizar novos máximos e o MACD não, então estamos perante um sinal de descida. Caso a cotação assinalar novos mínimos e o MACD não, então será um sinal de subida.



MACD – Moving Average Convergence Divergence

Figura 8: Dois exemplos do indicador MACD. Divergência positiva e negativa.

ii) RSI (Relative Strength Index)

É um dos indicadores mais conhecidos de momentum e é utilizado para descrever a velocidade com que os preços variam num determinado período de tempo. Este indicador é traçado numa escala vertical de 0 a 100 e compara a magnitude dos ganhos recentes com a magnitude das perdas recentes de determinado preço.

O RSI mais utilizado é o de 14 dias (quanto menor o prazo, mais volátil será o indicador).

É utilizado de várias formas:

- Através de formações gráficas no próprio indicador (podemos ter triângulos, canais, Head-and-Shoulders, etc, já em antecipação ao que poderá acontecer no próprio gráfico da cotação);
- Cruzamento do nível dos 50. O cruzamento em alta confirma sinais de compra e o cruzamento em baixa confirma sinais de venda;
- Divergências positivas, em que o preço atinge um novo mínimo mas o RSI não desce, ou divergências negativas em que os preços fixam um novo máximo embora o RSI não acompanhe este factor. A análise é semelhante à do MACD.
- Acima dos 70/80 é dado o sinal de que o mercado se encontra sobre-comprado (deve-se vender). Abaixo dos 30/20 o mercado estará sobre-vendido (momento para comprar).

iii) OBV (On Balance Volume)

Este indicador recorre ao volume e demonstra a pressão que existe do lado vendedor ou do lado comprador. O volume deverá acompanhar uma tendência, sendo a sua quebra um sinal de alerta para um possível esgotamento da tendência. Assim, se estivermos perante uma subida/descida, e acontecer uma subida de volume, então isto irá confirmar a tendência vigente. Se por acaso acontecer o contrário, ou seja, a subida/descida ser acompanhada de uma queda do volume, então é provável que a tendência corrente se esteja a esgotar.

Mais concretamente, o OBV trata-se de um indicador que é utilizado na detecção do momentum, que relaciona o volume com a variação de preço. Disponibiliza o volume acumulado até ao momento e tenta demonstrar se este volume está a “entrar” ou a “sair” do activo financeiro. Ou seja, torna possível demonstrar se um instrumento financeiro está a ser

acumulado por um número razoável de compradores, ou se por outro lado está a ser vendido por muitos vendedores.

Se a inclinação do OBV for positiva, então poderemos estar perante a confirmação de uma tendência que já era ascendente. Se for negativa, então iremos utilizar este facto para confirmar uma tendência descendente.

Já quando a OBV estiver a descer e o preço da cotação a subir, poderemos estar perante uma inversão da tendência.

2.2 Heurística Baseada em Templates

Na abordagem em [8], [9] e [10] considera-se a aplicação de um algoritmo, baseado num template, à detecção do padrão *Bull Flag* [3], que sinaliza uma subida dos preços no futuro próximo.

O objectivo principal consiste em confirmar se os analistas técnicos conseguem prever o futuro dos preços das acções, considerando apenas o passado destes mesmos activos, e com isso obter ganhos superiores ao retorno médio dos mercados financeiros.

O detector criado é aliado a algumas regras de transacção simuladas sobre o índice NYSE, dos últimos 35 anos, considerando todos os preços de fecho de cada um desses dias.

Os resultados obtidos no trabalho são sistemáticos e consistentes, e permitem atingir o objectivo proposto, isto é, obter ganhos superiores ao de uma aproximação completamente aleatória.

0.5		-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
1	0.5		-0.5	-1	-1	-1	-1	-0.5	
1	1	0.5		-0.5	-0.5	-0.5	-0.5		0.5
0.5	1	1	0.5		-0.5	-0.5	-0.5		1
	0.5	1	1	0.5				0.5	1
		0.5	1	1	0.5			1	1
-0.5			0.5	1	1	0.5	0.5	1	1
-0.5	-1			0.5	1	1	1	1	
-1	-1	-1	-0.5		0.5	1	1		-2
-1	-1	-1	-1	-0.5		0.5	0.5	-2	-2.5

Figura 9: Padrão Bull Flag.

Esta metodologia procura a detecção do padrão na figura 9, que significa normalmente a formação de um período de consolidação caracterizado por oscilações dentro de uma banda estreita. Os analistas técnicos interpretam este sinal como a interrupção temporária de uma tendência forte no sentido ascendente, em que os investidores consolidam os seus ganhos, antes de a acção retomar o seu sentido positivo.

Como se pode confirmar na figura 9, temos uma matriz de 10 x 10 que designaremos por "T", cujas células possuem valores entre -2,5 e +1. As células sem conteúdo equivalem ao valor 0.

As sete colunas da esquerda definem o movimento de consolidação enquanto as restantes três definem o movimento ascendente (designado por *Breakout*). O somatório dos pesos em cada uma das colunas perfaz 0, e estes são atribuídos a cada uma das células da matriz para que

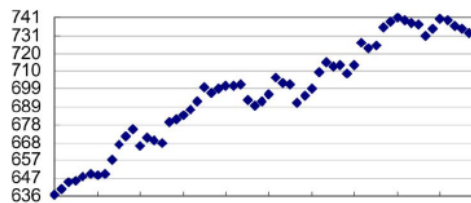
todos os padrões que se desviem deste template contribuam com um factor negativo para a função de *Fitting*.

No estudo considerado foram ainda criadas imagens que reflectem o histórico dos preços, com um tamanho fixo de 10 x 10 e que designaremos por “I”. Estas novas matrizes têm por base o conceito de janela deslizante. Ou seja, cada uma destas matrizes “I” irá incluir na sua imagem a extensão temporal do histórico de preços que nós pretendermos, e que poderá ser de vários dias. Desta forma podemos procurar o mesmo padrão dentro de janelas temporais com comprimentos diferentes.

Dentro de cada janela temporal iremos remover o ruído presente, substituindo os preços de fecho que ultrapassam os valores de fronteira em relação à média dos preços considerados.

Seguidamente subdividimos a janela temporal em 10 grupos iguais, e cada um destes grupos irá ser mapeado numa das colunas da matriz “I”. Este processo irá comprimir a janela temporal considerada numa matriz de 10 x 10, que irá manter as características essenciais do padrão original. Cada célula desta nova matriz é submetida a uma função de factorização, para que o domínio dos valores esteja situado entre 0 e +1.

Segue-se um exemplo de uma janela temporal de 60 dias (a) e da respectiva matriz “I” (b):



(a)

0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.33	0.83	1.
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.5	0.17	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.5	0.17	0.	0.
0.	0.	0.	0.17	0.5	0.5	0.5	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.5	0.5	0.5	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.33	0.33	0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.33	0.33	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.17	0.33	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.33	0.5	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.67	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.

(b)

Figura 10: (a) Janela Temporal de 60 dias; (b) Matriz “I”.

Uma vez obtida a matriz “I” calcula-se uma função de Fit, com base na multiplicação entre esta matriz e a matriz “T”, i.e.

$$Fit_k = \sum_{i=1}^{10} \sum_{j=1}^{10} (T(i, j) \cdot I_k(i, j))$$

Fórmula 1: Cálculo do valor de Fit.

Assim, os valores mais elevados da função Fit irão ocorrer quando a imagem na matriz “I” estiver em mais concordância com a imagem da matriz template “T”.

Já para cada janela temporal, obtém-se ainda a respectiva altura da janela da seguinte forma:

$$\text{Height}_k = \text{range}_k / p_k$$

Fórmula 2: Cálculo da altura da janela.

No final, estes valores obtidos em Fit e Height são utilizados na parametrização de regras de trading, identificando que dias são mais apropriados para comprar, ou vender (no caso de um padrão inverso).

O resultado desta experiência, em termos de rentabilidade, face ao retorno médio do mercado está caracterizado na tabela 23 (Anexo A).

W. Leigh et al. combina em [11] e [12] o seu método de detecção de padrões com o conceito de redes neuronais e algoritmos genéticos, de inteligência artificial, para prever a actividade nos mercados financeiros num horizonte temporal de 5 dias. A rede neuronal é usada como função de classificação e consiste em 22 nós de entrada de dados, uma camada adicional com 8 nós, e ainda 2 nós de saída. Os nós de entrada irão corresponder a vários tipos de dados produzidos pela factorização caracterizada no algoritmo anterior, e a cada dia de trading os nós de output de classificação irão originar valores de confiança, que permitem através de uma técnica de “thresholding” evitar falsos sinais de compra e reduzir o número de trades errados. Já os algoritmos genéticos são utilizados para otimizar e determinar o subconjunto ideal dos 22 nós de entrada de dados para usar na rede neuronal.

Os resultados obtidos com esta técnica estão identificados na tabela 23.

A grande vantagem desta metodologia está sobretudo na correspondência visual que se obtém na identificação dos padrões considerados, e na facilidade de implementação do algoritmo.

Outra vantagem está na facilidade da identificação de padrões simples, como os caracterizados nos canais ascendentes e descendentes, uma vez que se tratam de meras rectas que se reflectem na diagonal da matriz template.

Como desvantagem temos que destacar o facto de este método não permitir a detecção de padrões mais detalhados (ex: Head and Shoulders), uma vez que o tamanho da matriz template sugerida é bastante limitado para podermos reflectir movimentos mais pormenorizados. Pode-se argumentar que este problema seria facilmente ultrapassável se aumentássemos a dimensão da matriz template. Contudo temos que ter em consideração que a janela deslizante terá que ser sempre superior ao tamanho desta mesma matriz. Por exemplo, se pretendermos identificar padrões numa janela temporal de 30 dias, o respectivo template nunca poderá ser superior a um tamanho de 30 x 30, uma vez que o algoritmo apenas comprime (e não distende) a janela temporal numa matriz com uma dimensão equivalente à do template. E isto é bastante limitativo porque poderemos querer considerar formações gráficas complexas dentro de janelas temporais com extensões muito díspares.

Assim, para podermos contornar este facto teríamos que possuir um leque indeterminado de matrizes template, cuja dimensão iria depender da complexidade de cada padrão que pretendêssemos descrever no limite do tamanho da matriz template.

Outra desvantagem a considerar está nas inúmeras variações que cada padrão gráfico poderá apresentar. No caso concreto do *Bull Flag*, a sua formação poderá ser horizontal, ou diagonal no sentido descendente, com maior ou menor inclinação. Por isso até nesta situação seria necessário dispormos de tantos templates quanto o número de variações do padrão que estaríamos dispostos a considerar. [13]

Podemos levantar outra questão relacionada com a construção dos templates que servirão de comparativo. William Leigh et al. não especifica em [8] qual a metodologia que utilizou para a produção do template bull flag. Por isso supõe-se que a atribuição dos pesos na matriz seja realizada visualmente e sem regras definidas explicitamente. Ora isto é incomportável se considerarmos que existem dezenas de padrões gráficos passíveis de serem detectados pelo algoritmo. Por isso, em [14] propõe-se um método simples e explícito para a construção automática dos templates, que poderá ser aplicado a vários tipos de padrões gráficos. Ou seja, pretende-se tornar o processo de criação de templates como uma caixa preta, em que os utilizadores apenas introduzem os pesos com valor de “1”, que denotam a formação gráfica, e em que os restantes pesos para a matriz são calculados de forma automática.

Por último, e não menos importante, destacamos ainda uma grande desvantagem relacionada com a atribuição dos diferentes pesos na matriz template, o que significa que este processo poderá revelar-se instável. [15]

A título de exemplo consideramos a seguinte figura:

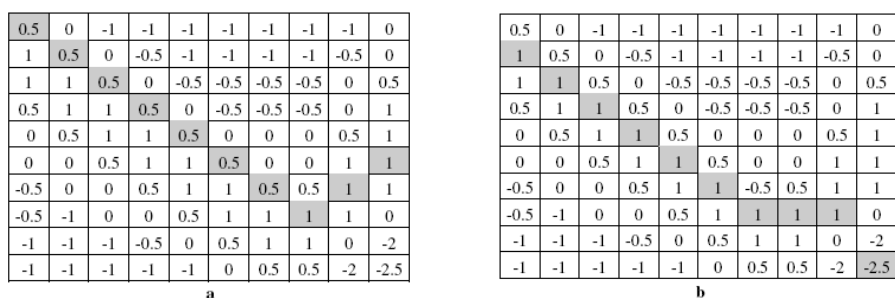


Figura 11: a) Bull Flag com peso de 6,5; b) Canal descendente com peso de 7,5

Como se pode confirmar o processo de fitting poderá ser instável e originar um resultado em que o valor de Fit do padrão “Bull Flag” é inferior ao do movimento exclusivamente descendente, e isto para a mesma matriz template.

Por isso, esta instabilidade deverá ser resolvida procurando um template mais adequado para a detecção do padrão pretendido.

2.3 Detecção de Pontos Perceptualmente Importantes

Como se sabe, o histórico de preços de uma acção é construído a partir de uma determinada sequência de pontos de dados. Por sua vez, a amplitude de cada um destes pontos irá ter uma influência diferente na percepção da forma da respectiva série temporal. Isto é, cada ponto irá ter a sua relevância. Ou seja, tanto podemos ter um ponto que contribua significativamente para a forma geral do padrão gráfico, como podemos ter outro ponto que exerça pouca influência na série temporal, e que por isso possa ser descartado.

Percebe-se então que os padrões gráficos, na análise técnica, são tipicamente caracterizados por apenas alguns pontos salientes. A título de exemplo podemos considerar o padrão H&S (Head and Shoulders), que consiste em um ponto na cabeça, dois nos ombros e mais dois na linha do pescoço.

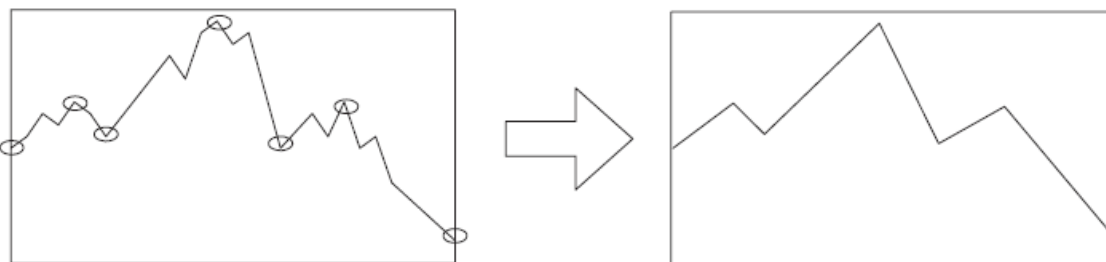


Figura 12: Identificação de 7 PPIs no padrão Head and Shoulders.

Estes pontos são perceptualmente importantes no processo humano de identificação visual. São mais relevantes que todos os outros pontos de dados, dentro da mesma série temporal, e passamos a designá-los por Pontos Perceptualmente Importantes (PPIs). [16]

O processo para identificar estes pontos é descrito da seguinte forma:

Dado o histórico de preços de um determinado activo financeiro P , todos os pontos de dados, p_1, \dots, p_m , em P irão ser submetidos ao processo de identificação dos PPIs de acordo com o método definido em [17].

Assim, os dois primeiros PPI encontrados são respectivamente, o primeiro e o último ponto dentro de P . O próximo PPI será o ponto em P com a maior distância relativamente aos dois primeiros PPIs. O quarto PPI será então aquele ponto em P com a distância maior a quaisquer dois PPI adjacentes, ou seja, irá ficar situado entre o primeiro e o segundo PPI ou entre o segundo e o último PPI. Este processo de localização dos PPIs continua até todos os pontos de P estarem ligados a uma lista.

Para calcular a maior distância de um ponto em relação a dois PPIs adjacentes, propõem-se três métodos diferentes, tendo sido escolhido o seguinte:

2.3.1 Distância Vertical

Esta metodologia, identificada na figura 13, calcula a DV entre o ponto de teste p_3 e a linha que liga os dois PPIs adjacentes, i.e.,

$$DV(p_3, p_c) = |y_c - y_3| = \left| \left(y_1 + (y_2 - y_1) \frac{x_c - x_1}{x_2 - x_1} \right) - y_3 \right|,$$

Fórmula 3: Cálculo da distância vertical entre 2 pontos.

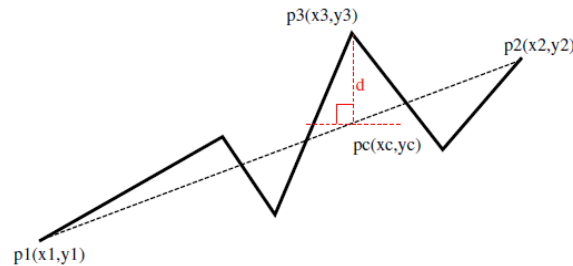


Figura 13: Distância Vertical na identificação do ponto mais distante (PPI-DV).

Na figura acima consideramos $x_c = x_3$. Esta metodologia tem o objectivo de capturar a flutuação na sequência dos pontos entre os PPIs adjacentes. Por sua vez, estes pontos capturados serão eles próprios considerados novos PPIs.

2.3.2 Escolha do Método de Detecção de PPIs

Nesta secção iremos destacar a avaliação que foi realizada em [17] para a escolha do método de detecção de PPIs mais apropriado.

Para avaliar estas três metodologias, Tak-chung Fu et al. realizaram uma simulação em 2500 pontos de dados, provenientes do Hang Seng Index (HSI).

O PPI-DV obteve sistematicamente o menor erro de entre as três metodologias sugeridas.

Este erro define-se como o desvio padrão médio entre o conjunto de pontos originais do HSI e o conjunto de pontos formados pelos PPIs que foram usados para representar a série temporal.

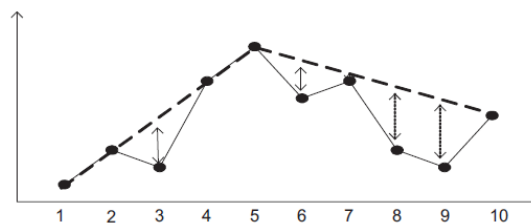


Figura 14: Erro na representação de uma série temporal com apenas 3 PPIs.

Quando se utilizam diferentes valores para o número total de PPIs identificados, o PPI-DV obteve o menor número de erros de entre as três metodologias, para o mesmo rácio de compressão.

Considera-se agora uma avaliação subjectiva, nomeadamente o efeito visual quando se utilizam os três métodos na detecção dos PPIs.

Para isto recorreremos à figura 15. [17]

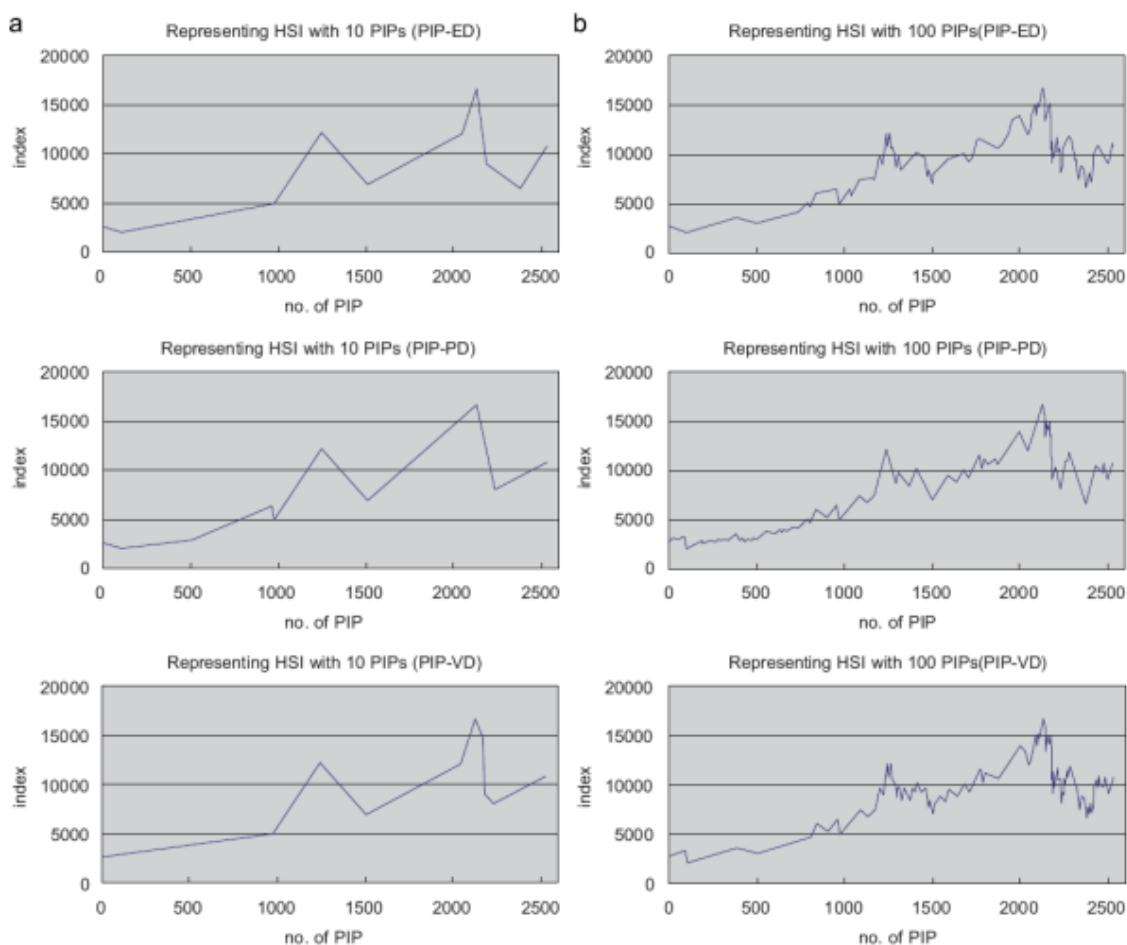


Figura 15: Visualização do HSI com diferentes valores para os PPIs, recorrendo a diferentes métodos de detecção dos mesmos: PPI-DE, PPI-DP e PPI-DV. (a) 10 PPIs; (b) 100 PPIs.

Como se pode verificar, depois da redução da dimensionalidade a série temporal em (b) continua a ser muito similar em relação à original da figura 22, embora apenas se utilizem 100 PPIs de entre 2500 pontos possíveis. Por isso o rácio de compressão neste caso é de 25.

Mas ao utilizarmos um rácio de compressão de 250 nas imagens em (a), é visível que a forma básica do índice continua a ser preservada pelos métodos propostos, que está destacada nos pontos salientes.

De entre os três métodos, o PPI-DV tem a melhor capacidade de capturar a flutuação do HSI, o que está plenamente evidenciado pelo período final da amostragem.

Assim, combinando estes resultados com os anteriores, escolheu-se o PPI-DV como a metodologia de eleição para seleccionar os pontos perceptualmente importantes dentro de uma série temporal.

2.3.3 Exemplo Ilustrativo

Demonstra-se agora um exemplo na utilização do método de cálculo da distância vertical para a detecção de pontos perceptualmente importantes:

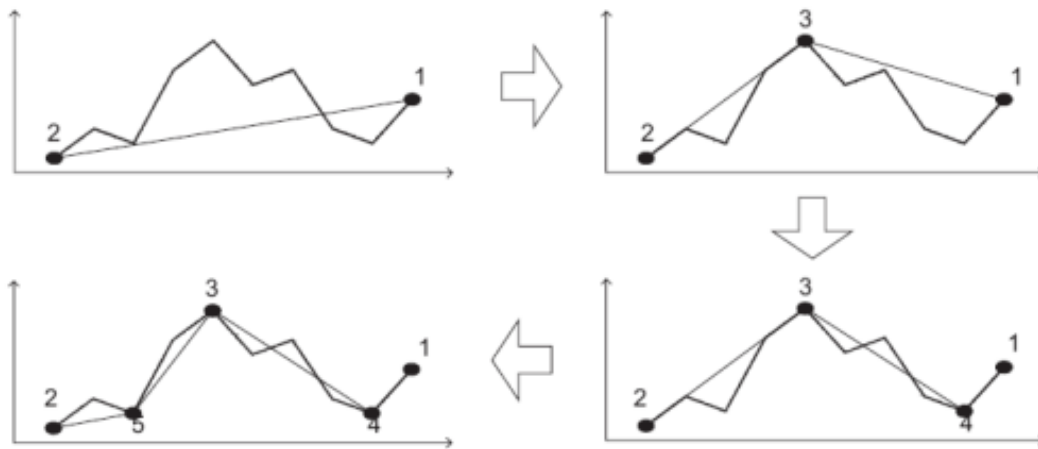


Figura 16: Identificação dos primeiros 5 PPIs recorrendo ao método PPI-DV.

Quanto mais cedo determinarmos e identificarmos um PPI, este será tanto mais relevante e importante na caracterização da imagem subjacente.

2.4 Aproximação por Partes Agregadas

Em [18] descreve-se uma forma alternativa de reduzirmos a complexidade espacial, inerente a uma série temporal, para uma resolução inferior mantendo a forma natural da figura original. Ou seja, esta aproximação procura obter resultados semelhantes ao da identificação dos PPIs, mas recorrendo a uma metodologia diferente. Damos-lhe ênfase porque a mesma será utilizada para benchmarking posteriormente.

A Aproximação por Partes Agregadas (APA) segmenta a sequência original e utiliza o valor médio de cada um desses segmentos para representar o conjunto de pontos original. Por isso, se tivermos uma série temporal $P = (p_1, \dots, p_m)$ e n for a sua dimensão depois da respectiva redução, a série temporal comprimida $Q = (q_1, \dots, q_n)$ pode ser obtida através de:

$$q_k = \frac{1}{e_k - s_k + 1} \sum_{i=s_k}^{e_k} p_i$$

Fórmula 4: Cálculo de compressão para a série temporal.

Em que s_k e e_k são os pontos inicial e final do segmento k , da série temporal P .

A título de exemplo ilustram-se três formas diferentes para reduzir a complexidade de uma série temporal:

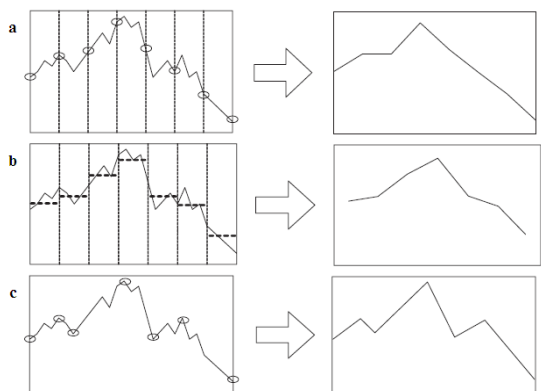


Figura 17: Redução dimensional de uma série temporal recorrendo a três metodologias. (a) Redução por amostragem. A série temporal da esquerda é amostrada regularmente, tendo como resultado a distorção presente na figura da direita. (b) Redução através da APA. As linhas horizontais a tracejado identificam a média de cada segmento. (c) Redução através da identificação de PPIs. A série do lado esquerdo é representada por 7 PPIs na imagem da direita.

Como se pode verificar, a APA pode não capturar a forma geral da figura devido à característica de alisamento do algoritmo nos pontos mais salientes. E estes pontos são de facto os sinais mais relevantes na determinação das formações gráficas.

Comparando os três métodos pode-se confirmar que a detecção de PPIs é mais vantajosa, uma vez que a imagem produzida é mais fidedigna em relação à original e captura melhor a forma desta.

2.5 Detecção de Padrões recorrendo a PPIs

Nesta secção descrevemos duas metodologias, descritas em [19], para a detecção de padrões gráficos recorrendo à identificação prévia de pontos perceptualmente importantes.

Introduz-se um método baseado em templates e outro baseado em regras. Ambas as propostas são distintas em relação à sua intuição e diferem na caracterização e identificação dos padrões.

2.5.1 Identificação de Padrões com base em Templates

Se definirmos visualmente a forma dos padrões gráficos que pretendemos identificar, podemos realizar uma comparação directa em cada um dos pontos que compõem a figura.

Como exemplo, consideramos a figura 18 que demonstra um conjunto típico de padrões de inversão, com comprimento igual a 7 PPIs.

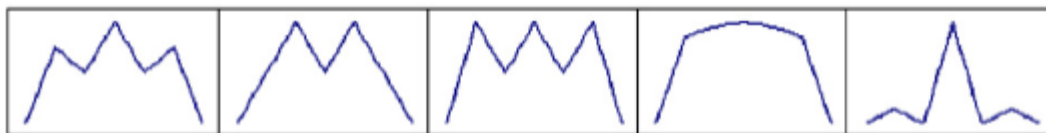


Figura 18: Alguns padrões típicos de inversão na análise técnica: Head and Shoulders (7 PPIs), Duplo Topo (5 PPIs), Triplo Topo (7 PPIs), Chávena Invertida (5 PPIs) e Pico de Topo (7 PPIs).

Como podem existir manifestações do mesmo padrão gráfico com amplitudes diferentes, é necessário normalizarmos entre 0 e 1 os PPIs identificados de forma a facilitarmos a comparação directa com os pontos do padrão template.

Depois da execução deste passo podemos calcular a distância entre a amplitude do template e a da figura original (AD) da seguinte forma:

$$AD(SP, Q) = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (sp_k - q_k)^2}$$

Fórmula 5: Cálculo da distância entre amplitudes.

Em que SP e sp_k identificam os PPIs encontrados, e Q e q_k identificam os pontos do padrão template.

Ainda assim é preciso também considerar a distorção temporal do padrão face ao do template providenciado. A distância temporal (TD) é calculada de acordo com a seguinte fórmula:

$$TD(SP, Q) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{k=2}^n (sp_k^t - q_k^t)^2}$$

Fórmula 6: Cálculo da distância temporal entre o padrão e o template.

Em que sp_k^t e q_k^t denotam a coordenada temporal dos pontos sequenciais, do padrão e do template, respectivamente.

Para podermos ter em consideração ambas as distorções (vertical e horizontal) conjugamos as fórmulas anteriores numa só:

$$D(SP, Q) = w_1 \times AD(SP, Q) + (1 - w_1) \times TD(SP, Q)$$

Fórmula 7: Resultado conjugado da distância temporal e de amplitude.

Em que w_1 significa o peso que se deverá atribuir a ambas as componentes AD e TD, e que poderá ser especificado pelos utilizadores. Na Tabela 23 (Anexo A), surge a indicação da performance desta aproximação.

2.5.2 Identificação de Padrões com base em Regras

Nesta metodologia definem-se regras que descrevem a forma dos padrões gráficos pretendidos. Uma das desvantagens da metodologia anterior é que a relação entre os PPIs é difícil de definir explicitamente recorrendo a templates. E isto ultrapassa-se facilmente especificando a posição dos pontos que compõem o padrão.

Por exemplo, num padrão *Head-And-Shoulders*, os dois pontos dos ombros deverão estar a uma amplitude mais ou menos semelhante (com uma diferença de altura menor do que 15%) e a um nível inferior ao ponto da cabeça.

Apesar de ser possível descrever este padrão dentro de um template de acordo com os requisitos pretendidos, não podemos garantir a fiabilidade do mesmo processo de identificação

na sequência temporal, uma vez que podem existir padrões similares que violam as regras definidas.

A título de exemplo, e assumindo que cada um dos padrões na figura 18 possui 7 PPIs, de sp_1 a sp_7 , podemos exemplificar um conjunto de regras para a identificação do *Head-And-Shoulders*:

- $sp_4 > sp_2$ e sp_6 ;
- $sp_2 > sp_1$ e sp_3 ;
- $sp_6 > sp_5$ e sp_7 ;
- $sp_3 > sp_1$;
- $sp_5 > sp_7$;
- $\text{diff}(sp_2, sp_6) < 15\%$
- $\text{diff}(sp_3, sp_5) < 15\%$

Com a definição destas regras podemos assim avaliar as sequências temporais na procura dos padrões especificados. Ou seja, primeiro identificamos o número de PPIs, que neste caso são 7, e seguidamente validamos as sequências temporais e consideramos apenas aquelas que obedecem às regras definidas.

Apesar de esta técnica obter resultados decepcionantes no cômputo geral (Tabela 23, Anexo A), ela revela a sua excelência na detecção particular de padrões como o Head-And-Shoulders e o Triplo Topo, com uma percentagem de acerto de 100%. [19]

2.5.3 Vantagens e Desvantagens

A grande vantagem que advém desta metodologia advém do facto de permitir a detecção de padrões gráficos mais pormenorizados, que requerem um maior detalhe na sua especificação. Esta técnica executa um método similar ao da captura visual, que se realiza identificando os pontos mais salientes da sequência temporal e permitindo a representação abstracta da forma que se pretende visualizar.

A grande desvantagem está na determinação do número mínimo de pontos perceptualmente importantes, que deverão ser necessários para representar eficazmente a série temporal, mantendo a forma.

Se usarmos um número reduzido de PPIs corremos o risco de aumentar o erro e de deformar a forma original, como está evidenciado na figura 19a. Contudo, se integrarmos todos os pontos da figura original no conjunto dos PPIs, a performance do sistema será demasiado baixa e dificilmente conseguiremos definir uma matriz template ou regras para o padrão pretendido, uma vez que a complexidade do algoritmo irá aumentar exponencialmente.

Assim sendo, será necessário definir um número razoável de PPIs para representar o padrão gráfico, e este valor deverá ser obtido experimentalmente. A figura 19b evidencia um número adequado de PPIs para representar o *Head-And-Shoulders*.

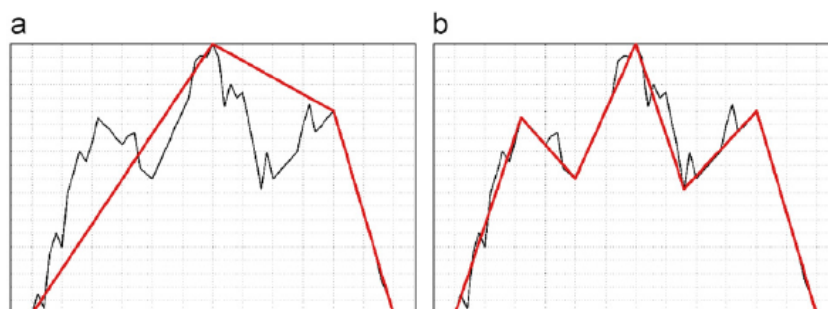


Figura 19: PPIs utilizados para representar o *Head-And-Shoulders*. (a) Número de PPIs insuficiente. (b) Número de PPIs adequado.

Outro problema que advém desta metodologia está na utilização da janela deslizante na detecção de padrões gráficos. [20] Uma vez que neste método a série temporal é subdividida em sequências menores com um dado tamanho fixo, poderão ocorrer paridades triviais. Uma paridade trivial acontece quando se detecta um conjunto de PPIs semelhantes à sequência imediatamente adjacente. Assim deverá haver uma forma de evitar esta situação, em que temos um mesmo padrão, com os mesmos PPIs, detectados por diversas instâncias da janela deslizante.

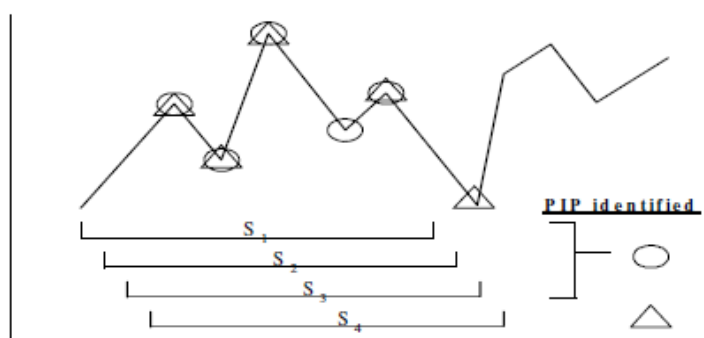


Figura 20: Exemplo de paridade trivial em várias instâncias da janela deslizante.

Como se pode confirmar na figura 20, temos um exemplo de uma janela deslizante que detectou o mesmo conjunto de PPIs em S1, S2 e S3. Por isso consideram-se S2 e S3 como paridades triviais em relação a S1. Assim, só deveremos considerar S1 e S4, neste caso.

2.6 Segmentação com base numa Aproximação Evolucionária

No seguimento do estudo relacionado com a detecção de pontos perceptualmente importantes, T.C. Fu et al. realizaram em [21] um trabalho que permite segmentar uma série temporal de

acordo com um conjunto de padrões gráficos definidos em templates. Nesta aproximação, ao invés de se procurarem padrões gráficos directamente no histórico dos activos financeiros, com uma janela deslizante de tamanho fixo, tenta-se primeiro segmentar este mesmo histórico com base nos padrões a identificar e só então se procede posteriormente à detecção dos mesmos em cada um dos segmentos criados.

Como se sabe, existem certos padrões que se manifestam em horizontes temporais diferentes, com diferentes escalas de comprimento/amplitude, e uma segmentação de comprimento fixo apenas permitiria a detecção de formações gráficas cuja distância se mantivesse. Além disso, poderia surgir outro problema na segmentação de tamanho fixo relacionado com a não identificação de padrões relevantes que se podem prolongar por vários segmentos diferentes. Assim surge esta metodologia dinâmica para segmentar a série temporal de forma flexiva e de acordo com as pretensões da procura.

Uma vez que este problema requer uma optimização prévia, os autores recorreram a uma ferramenta, que tem por base a computação evolutiva para a sua resolução.

A título de exemplo, consideramos a segmentação gerada pelo algoritmo na seguinte imagem criada artificialmente:

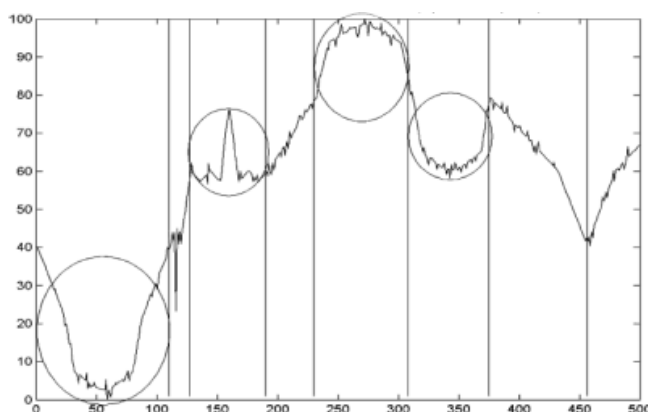


Figura 21: Segmentação da série temporal com base no algoritmo evolucionário.

Como se pode confirmar, o algoritmo adequa a segmentação da série temporal aos padrões que se pretendem encontrar posteriormente.

O que é interessante notar é que se o algoritmo não tiver nenhum conhecimento prévio acerca dos padrões gráficos que servirão de base para a segmentação da série temporal, então a metodologia irá produzir imagens semelhantes à seguinte:

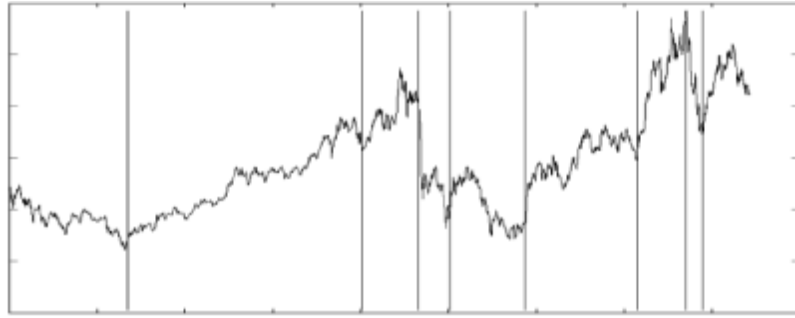


Figura 22: Segmentação da série temporal sem padrões gráficos.

Apesar de os autores desconsiderarem a produção destes resultados e classificarem-na como pouco relevante para o analista financeiro, nota-se que este resultado vai de encontro aos objectivos propostos neste trabalho. Nomeadamente, na detecção de tendências. Ou seja, sem o conhecimento anterior das formações gráficas o algoritmo tem a inclinação para minimizar a segmentação de acordo com a aproximação por partes linear [22] e gerar segmentos em zonas de *uptrend* e *downtrend*, quando a tendência em vigor é quebrada ou ainda mais acentuada.

2.7 Metodologias adicionais de extracção automática de Padrões Gráficos

James N.K. Liu e Raymond W.M. Kwong desenvolveram em [23] um algoritmo que automatiza o processo de reconhecimento de possíveis irregularidades no histórico de acções. Utilizam diferentes janelas temporais de forma dinâmica e exploram o potencial envolvente na análise de wavelets de multi-resolução e de redes neuronais com funções de base radial, para o processo de correspondência e identificação destas irregularidades.

O algoritmo denomina-se por *PXtract* e extrai padrões de ondas do histórico de preços das acções, com base no tamanho da janela temporal e num número de subconjuntos gerados a partir desta mesma janela. A metodologia aplica posteriormente uma teoria com base em wavelets para o reconhecimento das sequências desejadas.

O sistema desenvolvido consegue extrair padrões com uma precisão que ronda os 80%.

Já em [24], outros autores propõem um novo modelo denominado de *Landmark* para a procura de padrões e similaridades em séries temporais. Esta metodologia não segue a convenção habitual de se considerar a distância euclidiana como ponto de partida. Em vez disso, recorre-se a um paradigma equivalente ao da intuição humana e ao da memória episódica para identificar formações gráficas com variações ao nível da amplitude e da extensão temporal, para posterior comparação com os padrões gráficos em templates. O método é superior quando comparado face aos resultados obtidos no trabalho pioneiro de Agrawal et al. [25], que utiliza os coeficientes da Transformada Discreta de Fourier na representação dos dados.

No fundo aquilo que se obtém com a aplicação deste algoritmo aproxima-se do conceito demonstrado no capítulo dos pontos perceptualmente importantes, em que se tenta captar os pontos históricos visualmente mais relevantes de uma determinada acção.

Capítulo 3 – Arquitectura da Solução

Nesta secção fazemos uma breve descrição da arquitectura geral do sistema. Para conseguirmos atingir o objectivo proposto de identificarmos oportunidades de entrada e sinais de saída de um activo financeiro, apenas com base na análise de padrões gráficos, é necessário contemplarmos a metodologia eleita entre todas as que foram referidas anteriormente, no desenho da solução.

Iremos considerar em cada método a identificação dos padrões/tendências mais apropriados. Assim, para identificarmos linhas de tendência ascendente e descendente iremos recorrer à heurística baseada em templates, descrita na secção 2.2. Iremos também identificar padrões gráficos que requerem uma maior complexidade de desenho e proceder à integração de alguns indicadores técnicos no sistema.

As razões que suportam estas decisões foram descritas nas secções 2.2, 2.3, 2.4 e 2.5.

Numa fase posterior, e tendo em vista a obtenção de resultados superiores, iremos integrar nesta solução os algoritmos genéticos, referidos em [2], e que visam melhorar a rentabilidade do algoritmo.

O objectivo do trabalho consiste no desenvolvimento de um módulo que deverá ser integrado na arquitectura de uma aplicação financeira pré-existente, o que fomenta a reutilização de código e de funcionalidades já implementadas.

Consequentemente, a arquitectura apresentada tem em consideração a aplicação financeira disponibilizada para uma posterior integração da funcionalidade de detecção de padrões gráficos e de tendências.

Por isso a linguagem de programação utilizada para o desenvolvimento do sistema será o C++, uma vez que esta suporta um paradigma orientado por objectos e facilita a integração modular do código desenvolvido no âmbito deste trabalho.

Apresentamos agora a arquitectura do sistema em módulos:

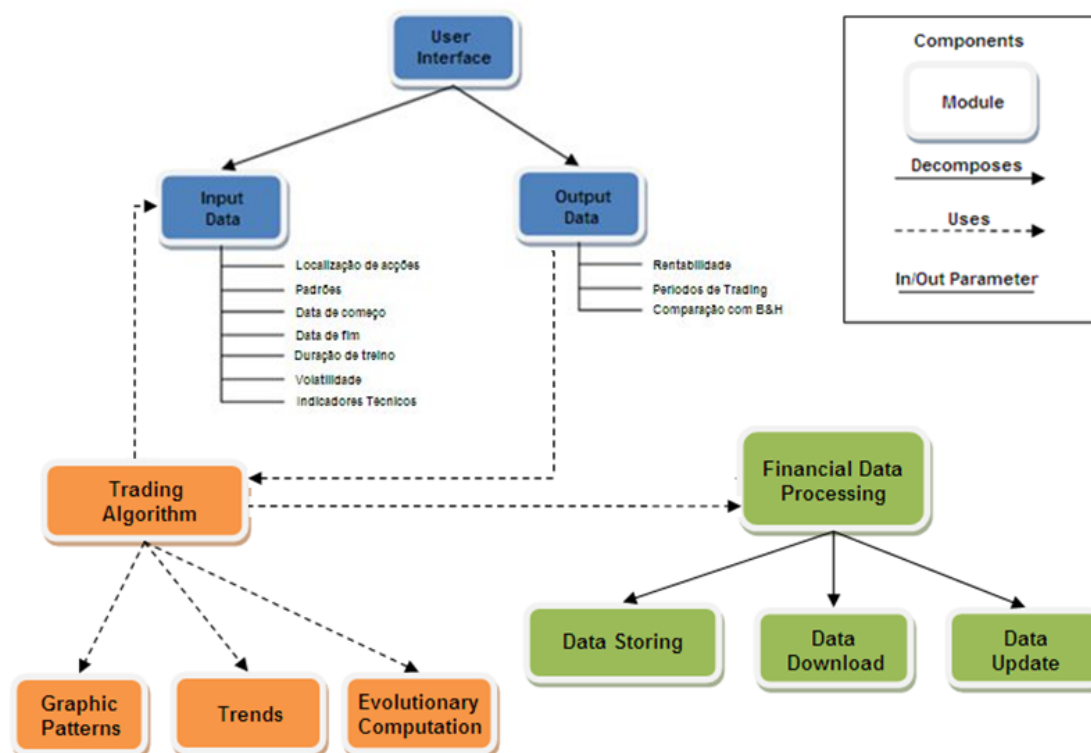


Figura 23: Vista em Módulos da Arquitectura geral do Sistema.

Conforme se pode confirmar na figura podemos dividir a Sistema em três grandes módulos:

3.1 Interface Utilizador

Este módulo é responsável pela interface apresentada ao utilizador. Através dele o utilizador irá realizar toda a sua interacção com o sistema. Será permitido obter dados relativos aos activos financeiros a negociar, como o preço e o volume das acções em diversos mercados.

É composto pelo módulo *Input Data* e assegura que o utilizador deverá introduzir dados como a localização das acções que pretende analisar, a duração do treino para a detecção dos padrões gráficos, a data de início e de fim do período a considerar para os activos financeiros, o tipo de padrão ou padrões que deverão ser identificados e as características da volatilidade e de outros indicadores técnicos.

Inicialmente, a interface será implementada com recurso a ficheiros de texto e com uma apresentação baseada numa linha de comandos. Posteriormente, numa fase mais avançada, e se o calendário o permitir, implementar-se-á a apresentação do sistema recorrendo à Framework do Adobe Flex, que permite uma maior interoperabilidade entre browsers diferentes, uma vez que é baseada na plataforma Flash da Macromedia.

Existe ainda o módulo *Output Data* que irá apresentar ao utilizador a rentabilidade da estratégia escolhida, os períodos de trading e uma comparação directa com a metodologia B&H que irá servir como referência.

3.2 Processamento de Dados Financeiros

Este módulo é responsável pelo processamento dos dados financeiros que irão ser utilizados na execução do algoritmo de trading. Tem um módulo de *Data Download* responsável por descarregar o histórico inicial de todos os activos financeiros pretendidos e especificados pelo utilizador. Existe outro módulo denominado *Data Update* que irá realizar a actualização do histórico dos activos financeiros descarregados previamente com o *Data Download*. E temos ainda o módulo *Data Storing* que servirá para guardar toda a informação descarregada em ficheiros diferentes, consoante a acção e o mercado em que esta se encontra.

3.3 Algoritmo de Trading

Podemo-nos referenciar a este módulo como sendo o mais importante da aplicação a desenvolver. Será ele que irá conter os módulos responsáveis pela detecção dos padrões gráficos e das linhas de tendência. Adicionalmente, irá conter uma análise de suporte à decisão de compra/venda com base em indicadores técnicos e algoritmos genéticos.

A figura 24 contém uma representação da arquitectura do algoritmo de trading.

Destacamos o módulo *Detecção de Formações Gráficas* que se subdivide em dois sub-módulos. Temos o módulo de *Tendências* responsável pela detecção da *Tendência Ascendente* e *Tendência Descendente*, sendo capaz de identificar a inclinação vigente no preço das acções e de apurar a quebra da mesma. Para isto recorre-se a uma heurística de templates, referida em 2.2, e a um conjunto de templates introduzidos manualmente em matrizes, que servirão de comparativo para a tendência que se pretende identificar. Temos ainda o módulo de *Outros Padrões* designado para a detecção do *Bullflag* e do *Breakout*. Estes irão ser contrapostos com os respectivos templates dos padrões que se pretendem detectar.

Finalmente o algoritmo irá recorrer adicionalmente aos *Algoritmos Genéticos* para otimizar um conjunto de *Indicadores Técnicos*, que se baseiam no preço e volume dos activos financeiros, e que irão dar suporte à decisão de compra e venda de acções. Ou seja, quanto maior for a variedade de sinais produzidos por diversas ferramentas que sustentem o movimento de uma determinada acção, maior será a probabilidade de esta ocorrer. Para isto será necessário adequar os pesos de cada indicador de forma a obtermos a melhor rentabilidade possível.

Conjugando estas três vertentes obtemos o nosso algoritmo de trading aplicado aos mercados financeiros.

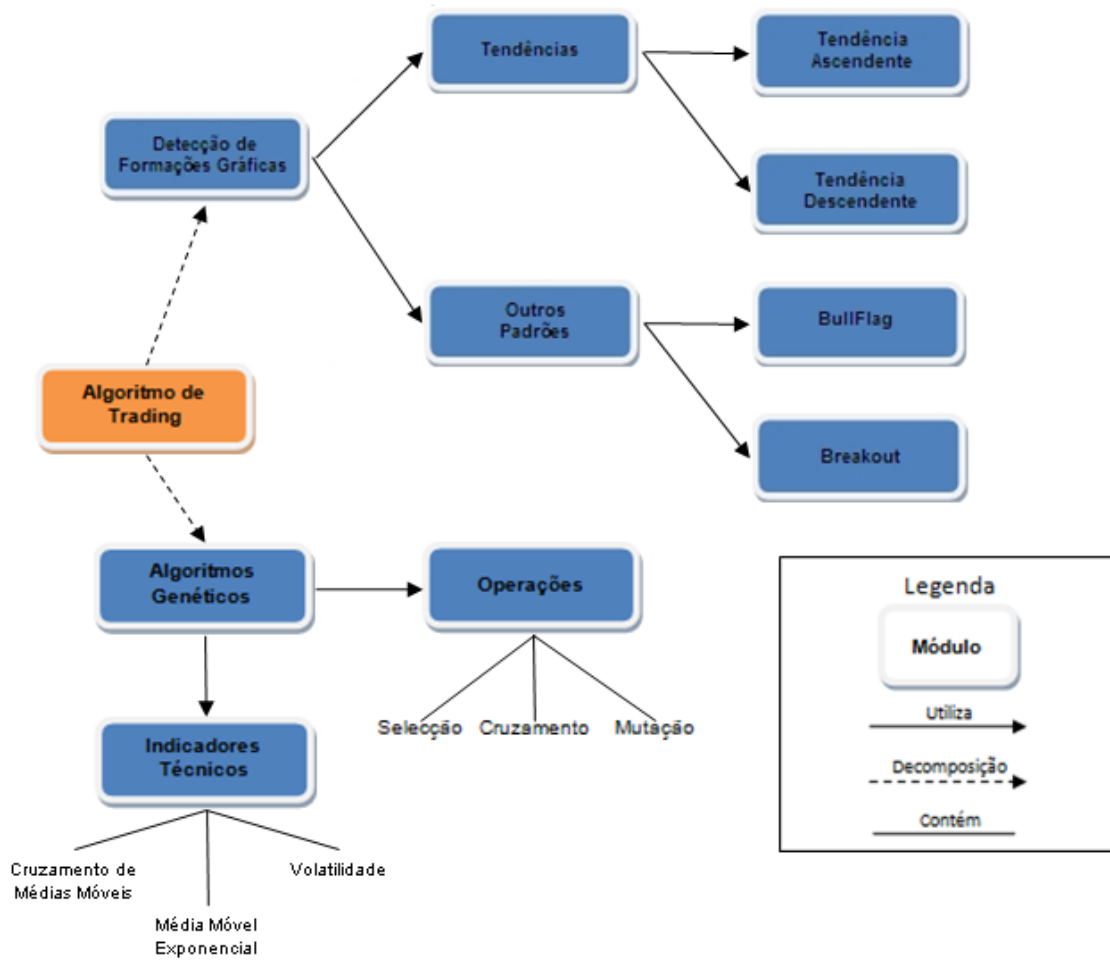


Figura 24: Arquitectura do Algoritmo de Trading.

3.4 Exemplo Aplicacional

A título de exemplo daquilo que será a versão mais rudimentar desta aplicação, consideramos a seguinte ilustração:

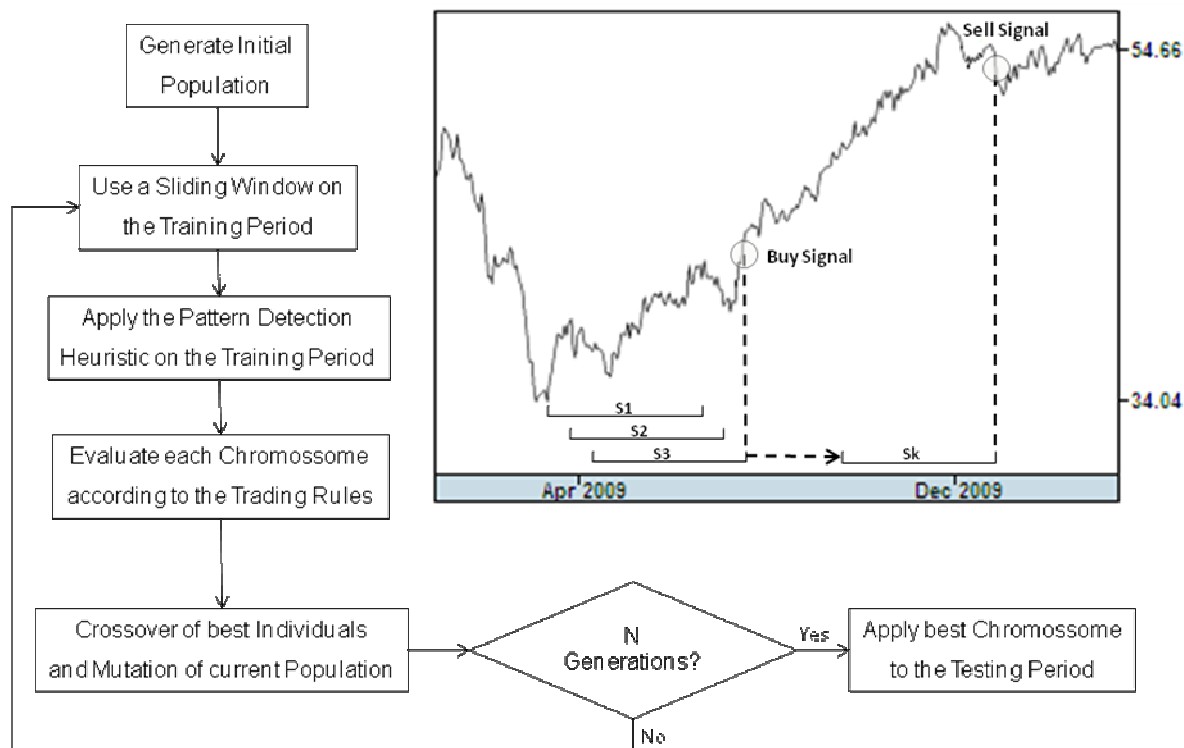


Figura 25: Algoritmo de Trading aplicado na Novartis.

O nosso algoritmo inicia-se com a geração de uma população inicial de cromossomas. O utilizador poderá definir o número de elementos a gerar, que serão cruzados posteriormente e sujeitos a um processo de mutação. Cada um destes cromossomas irá diferir em relação aos seus congéneres no que toca aos valores considerados para cada um dos parâmetros de *trading* (genes). Ou seja, cada indivíduo irá representar uma estratégia de investimento diferente, e cada um deles irá despoletar um sinal de entrada/saída diferente na detecção da tendência ascendente. Por sua vez, esta *pool* de indivíduos irá convergir para uma solução óptima, em que os valores dos parâmetros associados aos cromossomas otimizados deverão produzir resultados convergentes, quando aplicados ao algoritmo de trading.

Já durante o período de treino temos uma janela deslizante com um comprimento variável, que está definido por um determinado gene em cada um dos cromossomas. Esta janela irá avançar um dia de cada vez sobre o histórico do activo financeiro subjacente.

Em cada avanço da janela deslizante aplica-se a heurística de detecção da tendência ascendente, cujo sinal de compra se encontra definido noutra gene do respectivo cromossoma em análise.

Assim, de acordo com as características de cada um dos cromossomas resultantes da criação da população inicial, serão gerados diferentes sinais de compra e venda, que por sua vez irão produzir valores diferentes na função de avaliação, que neste caso se trata da rentabilidade.

No final do período de treino cruzam-se os melhores cromossomas e provoca-se a mutação aleatória de uma determinada amostra da população.

Este processo repete-se em cada nova geração, e uma vez alcançada a condição de paragem extrai-se o melhor cromossoma da população vigente durante o período de treino, e aplicam-se as regras de *trading*, suportadas pelos seus genes, no período de teste ou de execução.

Conforme se pode constatar na figura 25, temos que S_1 , S_2 e S_3 representam diferentes instâncias da janela deslizante. Esta, ao avançar progressivamente, detecta em S_3 uma tendência ascendente com volatilidade reduzida, através da metodologia assinalada em 2.2. Assim surge um sinal de compra e o algoritmo adquire uma posição longa em Julho de 2009, mantendo-a até deixar de estar perante a tendência ascendente, o que acontece em meados de Dezembro de 2009. É por esta razão que surge um sinal de venda e o algoritmo vende a posição que detém na Novartis.

Capítulo 4 – Metodologia de Avaliação do Trabalho

Para validarmos a solução proposta iremos considerar a aplicação da nossa estratégia ao histórico dos activos financeiros que se pretendem testar. Ou seja, determinamos a eficácia do nosso sistema aplicando o algoritmo de forma continuada ao longo do historial do preço e volume das acções, e com isso iremos obter a rentabilidade da estratégia considerada.

Por isso, se quisermos avaliar a rentabilidade mensal de uma determinada acção não iremos ter que esperar um mês inteiro para a sua obtenção. Apenas será necessário aplicar o procedimento de trading aos dados passados e aos períodos de execução pretendidos. Assim poderemos adequar a estratégia de investimento a tipos de mercados diferentes e aumentar o seu potencial e performance em mercados do tipo Bull, em que a procura é maior que a oferta, o que se caracteriza por uma inclinação positiva na evolução dos preços, em mercados do tipo Bear, em que a oferta é maior que a procura e a inclinação dos preços é negativa, e em mercados sem uma tendência definida, em que a inclinação do histórico dos preços não tem nenhuma acentuação e em que o mercado se parece mover numa direcção horizontal.

A título de exemplo podemos observar a seguinte figura que demonstra estes três tipos de mercado:



Figura 26: Índice PSI-20 nos últimos 10 anos.

Para avaliarmos o desempenho da estratégia de investimento iremos considerar dois indicadores, o *Return On Investment* e o *Sharpe Ratio*.

4.1 Return On Investment

O ROI é a relação entre o dinheiro ganho ou perdido através de um investimento, e o montante de dinheiro investido. É geralmente expresso em termos percentuais.

Pode ser dado pela seguinte fórmula:

$$ROI(\%) = \frac{\text{Ganhos} - \text{Custos}}{\text{Custos}} \times 100$$

Fórmula 8: Cálculo do retorno de investimento.

A título de exemplo vamos considerar a aplicação desta fórmula a 5 acções distintas e ao respectivo valor total do portfólio.

Acção	Preço de Compra	Preço de Venda	Quantidade	ROI
ALTRI	2.25€	4.02€	100	+78,67%
BCP	3.21€	1.65€	50	-48,6%
CIMPOR	5.98€	6.05€	80	+1,17%
REN	3.75€	3.00€	120	-20%
SONAECOM	1.25€	1.95€	250	+56%
TOTAL	Compra = 1626.4€	Venda = 1816€		+11.66%

Tabela 1: ROI calculado para 5 acções distintas e respectivo total.

4.2 Sharpe Ratio

O *Sharpe Ratio* mede o excesso de retorno por unidade de risco num determinado activo financeiro ou estratégia de investimento. Ou seja, pode-se definir como o rácio entre a rentabilidade e o risco do investimento. Permite por isso concluir se a performance da estratégia resulta de uma decisão acertada ou da escolha de um elevado nível de risco.

É dado pela seguinte fórmula:

$$S = \frac{R - R_f}{\sigma}$$

Fórmula 9: Cálculo de Sharpe Ratio.

Neste caso, R representa o retorno do activo financeiro.

R_f é o retorno de um investimento com risco nulo, ou seja, esta medida servirá para garantir que o investidor tem uma compensação adequada em relação ao risco que está disposto a assumir. Normalmente utiliza-se como referência para este valor a rentabilidade do activo financeiro com menos volatilidade no mercado, como por exemplo a das taxas Euribor.

Já o símbolo σ corresponde ao desvio padrão da rentabilidade da estratégia escolhida.

Deste modo quanto maior for o valor de Sharpe Ratio, melhor será a relação rentabilidade/risco assumida. Assim, podemos utilizar este indicador para apurar se uma determinada estratégia é superior em relação a outra, tendo em consideração o risco envolvido. Com isto podemos escolher a estratégia mais adequada e mais ajustada ao risco.

4.3 Average Annual Total Return

É uma relação entre o dinheiro ganho ou perdido através de um investimento, e o montante de dinheiro investido. Para podermos calcular a média anual da rentabilidade total utilizamos a seguinte fórmula:

P = Montante inicial do investimento.

T = Média anual da rentabilidade total.

n = Número de anos.

ERV = Montante final do investimento com lucros/perdas incluídas.

Resolvendo para T obtemos o seguinte:

$$T = \left(\frac{ERV}{P} \right)^{1/n} - 1$$

Fórmula 10: Cálculo da rentabilidade média anual.

4.4 Parâmetros Adicionais

Para além destas medidas iremos considerar outros parâmetros na avaliação da estratégia escolhida.

Podemos considerar os seguintes como sendo os mais relevantes:

Drawdown – Durante o período de execução podemos constatar o risco do investimento através deste indicador. Representa o total de perdas de uma estratégia, em termos percentuais, antes de esta regressar novamente aos ganhos, ou seja, regista todos os declínios de uma acção que são registados face ao investimento inicial, no período de execução do algoritmo. Por isso, quanto maior for o drawdown maior será a volatilidade da acção e respectivo risco de investimento;

Número de transacções – No final do período seleccionado será interessante saber o número de transacções de compra/venda que foram realizados pelo sistema, uma vez que por cada transacção no mercado real são normalmente cobradas comissões pelos bancos/corretoras;

Transacções positivas – Será interessante apurar o número de transacções que se confirmaram serem positivas face ao valor total, não só para avaliarmos a performance da estratégia escolhida como também detectarmos falsos sinais de compra;

Transacções negativas – Será importante manter também um registo das transacções perdedoras ou sem lucro, pelas razões enunciadas anteriormente;

Sinais de saída – No caso de se assumir um risco potencial máximo o algoritmo define uma estratégia de saída assim que se verificarem certas condições (como por exemplo a quebra de um suporte ou de um canal ascendente). Por isso é crucial mantermos um registo das datas em que isto ocorreu para procedermos a uma análise posterior;

Períodos de Detecção de Padrões – Para averiguarmos a eficácia do algoritmo na detecção de padrões gráficos será importante assinalar as datas em que este detectou de facto alguma formação importante. Isto permitir-nos-á confirmar visualmente a presença destas formações e verificar se o algoritmo está a funcionar correctamente;

Rentabilidade mensal – Depois de aplicarmos o sistema durante um longo período de tempo sobre uma determinada acção será interessante verificarmos qual foi o seu retorno médio mensal.

4.5 Estratégias Comparativas

Como já foi referenciado anteriormente, este trabalho pretende contrariar a Hipótese da Eficiência dos Mercados [26], e de certa forma comprovar que podemos basear uma estratégia de investimento na análise técnica e com isso bater o mercado e retirar lucros acima da média. Por isso destacamos duas aproximações alternativas que servirão de comparação à estratégia implementada pelo algoritmo definido neste trabalho, a aproximação **Buy and Hold** e a aproximação **Random**.

O Buy and Hold é defendido pela comunidade financeira uma vez que um dos seus argumentos é que é impossível prever a evolução dos preços dos activos financeiros. E por isso, defende-se que a melhor estratégia a adoptar consiste na manutenção do investimento *ad eternum*, independentemente das flutuações e condições do mercado.

Assim, para contrapormos o resultado do Buy and Hold face ao da nossa estratégia, iremos comprar o instrumento financeiro na mesma altura em que começarmos a executar o algoritmo e vendermos assim que terminarmos o período de execução.

Já a estratégia Random adopta um comportamento completamente aleatório, escolhendo a cada dia de transacção se irá manter o activo financeiro, comprá-lo, vendê-lo, ou mesmo manter-se fora do mercado caso ainda não o detenha.

No final iremos estabelecer um comparativo entre estas duas estratégias e a do nosso algoritmo e proceder à validação dos resultados.

4.6 Casos de Estudo

Nesta secção demonstram-se os resultados obtidos durante o desenvolvimento do algoritmo. Uma vez que se pretende justificar as opções que foram tomadas durante este processo de desenvolvimento torna-se necessário enquadrar cada caso de estudo com a especificidade e configuração do algoritmo genético, aquando da sua execução.

Assim, esta secção servirá sobretudo para registar a evolução da complexidade do algoritmo e demonstrar de que forma é que as alterações introduzidas no sistema contribuíram para a obtenção de resultados superiores.

4.6.1 Kernel de Optimização I

Na sequência da publicação referida em 1.3, desenvolveu-se um kernel para o algoritmo genético cujo objectivo consistia na optimização de 4 genes que caracterizavam alguns parâmetros utilizados na heurística de detecção de padrões:

Janela Deslizante – Representa o número de dias de trading considerados que irão ser transpostos numa Matriz de Imagem 10x10. Este gene deverá ser um múltiplo de 10 e não pode exceder o valor de 100. A matriz resultante irá ser comparada com outras matrizes template que procuram definir a tendência ascendente e descendente, com diferentes inclinações. Os templates utilizados que servirão de comparação com a tendência vigente na janela deslizante são os seguintes:

-1.216	-1,216	-1,415	-1,415	-1,496	-1,496	-1,38	-1,38	-1	-1
-0.939	-0,939	-1,07	-1,07	-1,08	-1,08	-0,908	-0,908	-0,5	-0.5
-0.682	-0,682	-0,72	-0,72	-0,68	-0,68	-0,428	-0,428	0	0
-0.385	-0,385	-0,38	-0,38	-0,248	-0,248	0,048	0,048	0,5	0.5
-0.108	-0,108	-0,035	-0,035	0,168	0,168	0,524	0,524	1	1
0.161	0,161	0,31	0,31	0,584	0,584	1	1	1	1
0.446	0,446	0,655	0,655	1	1	1	1	0,5	0.5
0.723	0,723	1	1	1	1	0,524	0,524	0	0
1	1	1	1	0,584	0,584	0,048	0,048	-0,5	-0.5
1	1	0,655	0,655	0,168	0,168	-0,428	-0,428	-1	-1

Tabela 2: Matriz Template com tendência ascendente de 22° de inclinação.

-0.998	-1,224	-1,415	-1,496	-1,38	-1	-0,428	0,162	0,655	1
-0.776	-0,946	-1,07	-1,08	-0,908	-0,5	0,048	0,584	1	1
-0.564	-0,668	-0,72	-0,674	-0,428	0	0,524	1	1	0.723
-0.332	-0,39	-0,38	-0,248	0,048	0,5	1	1	0,655	0.446
-0.11	-0,112	-0,035	0,162	0,524	1	1	0,584	0,31	0.161
0.112	0,166	0,31	0,584	1	1	0,524	0,168	-0,035	-0.108
0.334	0,444	0,655	1	1	0,5	0,048	-0,248	-0,38	-0.385
0.556	0,73	1	1	0,524	0	-0,428	-0,674	-0,72	-0.682
0.778	1	1	0,584	0,048	-0,5	-0,908	-1,08	-1,07	-0.939
1	1	0,655	0,168	-0,428	-1	-1,38	-1,496	-1,415	-1.216

Tabela 3: Matriz Template com tendência ascendente de 45° de inclinação.

1	1	0,655	0,655	0,162	0,162	-0,428	-0,428	-1	-1
1	1	1	1	0,584	0,584	0,048	0,048	-0,5	-0,5
0,723	0,723	1	1	1	1	0,524	0,524	0	0
0,446	0,446	0,655	0,655	1	1	1	1	0,5	0,5
0,161	0,161	0,31	0,31	0,584	0,584	1	1	1	1
-0,108	-0,108	-0,035	-0,035	0,168	0,168	0,524	0,524	1	1
-0,385	-0,385	-0,38	-0,38	-0,248	-0,248	0,048	0,048	0,5	0,5
-0,682	-0,682	-0,72	-0,72	-0,674	-0,674	-0,428	-0,428	0	0
-0,939	-0,939	-1,07	-1,07	-1,08	-1,08	-0,908	-0,908	-0,5	-0,5
-1,216	-1,216	-1,415	-1,415	-1,496	-1,496	-1,38	-1,38	-1	-1

Tabela 4: Matriz Template com tendência descendente de 22° de inclinação.

1	0,655	0,162	-0,428	-1	-1,38	-1,496	-1,415	-1,224	-0,998
1	1	0,584	0,048	-0,5	-0,908	-1,08	-1,07	-0,946	-0,776
0,723	1	1	0,524	0	-0,428	-0,674	-0,72	-0,668	-0,564
0,446	0,655	1	1	0,5	0,048	-0,248	-0,38	-0,39	-0,332
0,161	0,31	0,584	1	1	0,524	0,162	-0,035	-0,112	-0,11
-0,108	-0,035	0,168	0,524	1	1	0,584	0,31	0,166	0,112
-0,385	-0,38	-0,248	0,048	0,5	1	1	0,655	0,444	0,334
-0,682	-0,72	-0,674	-0,428	0	0,524	1	1	0,73	0,556
-0,939	-1,07	-1,08	-0,908	-0,5	0,048	0,584	1	1	0,778
-1,216	-1,415	-1,496	-1,38	-1	-0,428	0,168	0,655	1	1

Tabela 5: Matriz Template com tendência descendente de 45° de inclinação.

Remoção de Ruído – Indica a percentagem de ruído que deverá ser removido dos dias de trading considerados antes de os representar na Matriz de Imagem. O valor de remoção de ruído deverá oscilar entre 0% e 50%.

Fit Buy – Contém o resultado da multiplicação entre a Matriz de Imagem e a Matriz Template. Este valor está definido entre +4 (correspondência parcial) e +10 (correspondência total), indicando a presença da tendência ascendente

Fit Sell – O resultado é obtido de forma equivalente ao Fit Buy, e é possível obter a partir deste valor o ponto de trading em que deixamos de estar perante a tendência ascendente. O valor definido para o Fit Sell deverá ser inferior ao do Fit Buy e não poderá ser superior a -1, devido a restrições que asseguram a robustez dos resultados.

A título de exemplo caracterizamos nas seguintes imagens a correspondência do valor calculado para Fit, na procura da tendência ascendente:



Figura 27: Cálculo de Fit para template ascendente de 45°.



Figura 28: Cálculo de Fit para template ascendente de 45°.

Como se pode constatar na figura 27 e figura 28, o valor de Fit obtido é tanto mais elevado quanto maior for a correspondência entre a matriz de imagem, que caracteriza uma determinada instância da janela deslizante, e a matriz template que define o padrão/tendência que se está a procurar.

A execução do algoritmo realiza-se da seguinte forma:

- 1- A Janela Deslizante avança um dia de cada vez sobre o histórico do activo financeiro considerado;
- 2- O Ruído é removido em cada instância da Janela Deslizante;
- 3- O valor de Fitting é obtido através da multiplicação entre a Matriz de Imagem e a Matriz Template;
- 4- Se o valor de Fitting obtido for superior ao que está definido no Fit Buy, então o sistema irá realizar uma compra no activo financeiro considerado;
- 5- Se por outro lado o valor de Fitting for inferior ao que está definido no Fit Sell, então o sistema irá vender a posição que detém no activo financeiro.

4.6.1.1 Caso de Estudo 1 – S&P500

Neste caso de estudo avaliamos a performance do algoritmo sobre o índice do S&P500 entre 1998 e 2010.

Período de Treino – Decorre entre 1 de Janeiro de 1998 e 31 de Dezembro de 2004.

Período de Teste – Decorre entre 1 de Janeiro de 2005 e 10 de Março de 2010.

Utilizamos duas estratégias de investimento diferentes que servirão para termos de comparação entre elas: o **Buy & Hold** e a estratégia **Evolucionária**.

Cada estratégia será executada **50 vezes**, para efeitos de demonstração de resultados.

Temos ainda a seguinte configuração para o Algoritmo Genético, da estratégia Evolucionária:

Algoritmo Genético	
Dimensão da População	128
Número de Genes	4
Taxa de Mutação	10%
Cruzamento	One-Cut-Point
Seleccção	Truncation Method (50%)

Tabela 6: Configuração do Algoritmo Genético.



Figura 29: Rentabilidade do S&P500 para o Buy & Hold e dois GA's.

Como se pode constatar na figura 29, o algoritmo tem a capacidade de detectar bear markets e de permanecer fora destes. A melhor execução evolucionária vende a posição que detém no

S&P500 por volta de Janeiro de 2008 e só volta a reentrar em Julho de 2009. Já em relação à média das execuções evolucionárias constata-se que o algoritmo vende a sua posição em Setembro de 2007 e reentra temporariamente entre Abril e Julho de 2008, uma vez que detectou a formação de uma tendência ascendente. Posteriormente vende novamente a posição e só regressa ao mercado em Junho de 2009.

	Melhor GA	Médio GA
FitBuy	6.73	7.86
FitSell	-0.96	-0.78
Ruído (%)	35.04	46
Janela Deslizante (dias)	100	80

Tabela 7: Parâmetros resultantes para os GA's encontrados no S&P500.

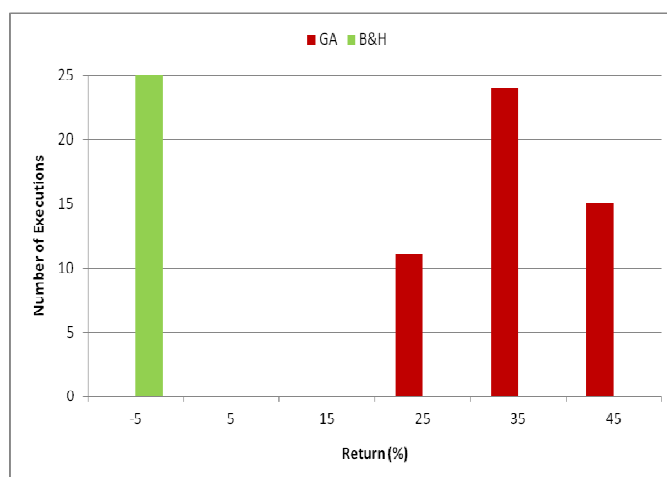


Figura 30: Histograma do S&P500 que compara as rentabilidades obtidas no GA e Buy & Hold.

4.6.1.2 Caso de Estudo 2 – NYSE Composite Index

Neste caso de estudo iremos avaliar a performance do algoritmo sobre o índice NYSE Composite Index, dentro do mesmo período de tempo que o do caso de estudo anterior, isto é, entre 1998 e 2010.

Período de Treino – Decorre entre 1 de Janeiro de 1998 e 31 de Dezembro de 2004.

Período de Teste – Decorre entre 1 de Janeiro de 2005 e 10 de Março de 2010.

Na sequência do caso de estudo anterior, iremos novamente estabelecer um comparativo entre a estratégia **Evolucionária** e o **Buy & Hold**.

Cada estratégia será novamente executada **50 vezes**.

Temos ainda a seguinte configuração para o Algoritmo Genético, que se mantém a mesma do caso anterior:

Algoritmo Genético	
Dimensão da População	128
Número de Genes	4
Taxa de Mutação	10%
Cruzamento	One-Cut-Point
Seleção	Truncation Method (50%)

Tabela 8: Configuração do Algoritmo Genético.

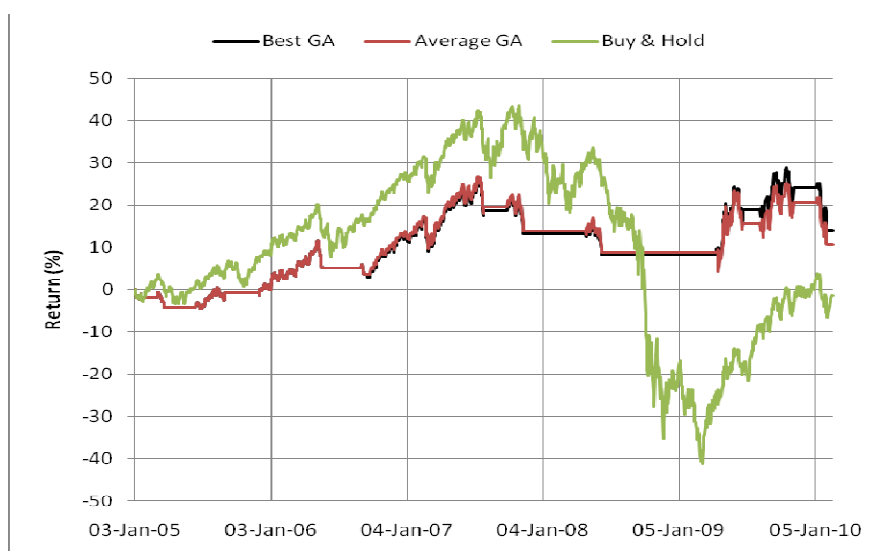


Figura 31: Rentabilidade do NYSE Composite Index para o Buy & Hold e dois GA's.

A figura 31 demonstra claramente que a aproximação evolucionária é caracterizada por uma estratégia avessa ao risco. Isto é, sempre que surgem períodos de desvalorização acentuada, o algoritmo tem a capacidade de os detectar e de vender a posição que detém no momento. É por esta razão que findado o bear market, caracterizado por uma tendência descendente proeminente, ambos os GA's conseguem superar a estratégia de Buy & Hold, uma vez que voltam a reentrar no mercado assim que se detecta o regresso da tendência ascendente.

	Melhor GA	Média GA
FitBuy	7.14	7.75
FitSell	1.61	1.29
Ruído (%)	27.53	21.99
Janela Deslizante (dias)	80	60

Tabela 9: Parâmetros resultantes da Computação Evolutiva aplicada no NYSE CI.

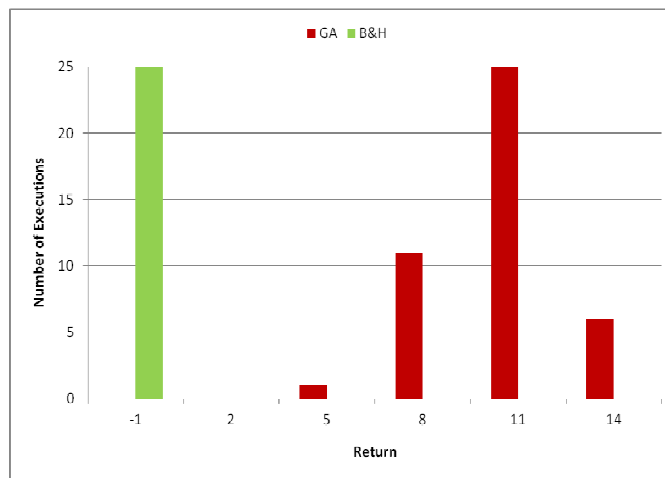


Figura 32: Histograma do NYSE CI que compara as rentabilidades obtidas no GA e B&H.

Adicionalmente foram realizados testes no índice Dow Jones, no mesmo período temporal. Uma vez que os resultados foram semelhantes aos do Caso de estudo 1 e 2, caracterizamos sucintamente na tabela 10 os resultados obtidos para testes realizados sobre o S&P500, NYSE Composite Index e Dow Jones:

Medida	S&P500	Dow Jones	NYSE
Média GA	36.92%	16.33%	10.02%
Melhor GA	46.02%	30.54%	14.57%
Buy and Hold	-4.69%	0.117%	-1.41%

Tabela 10: Rentabilidade do algoritmo para três índices diferentes.

4.6.2 Kernel de Otimização II

Após os testes realizados em índices, que surtiram resultados bastante positivos, avançamos para a aplicação do algoritmo em ações, ou seja, ativos financeiros de empresas cotadas em bolsa. As rentabilidades foram desanimadoras, quando comparadas com as obtidas pela metodologia Buy & Hold. Os índices captam essencialmente os movimentos de uma bolsa de

valores e englobam o valor médio de um determinado grupo de acções. São considerados os activos mais representativos no movimento total do mercado ou de empresas actuantes em determinados sectores da economia e a sua variação espelha a tendência da bolsa – que poderá ser de alta ou de baixa.

Nos testes realizados anteriormente considerámos índices que espelhavam uma volatilidade bastante reduzida, o que facilitava a entrada no activo aquando da detecção da tendência ascendente e a saída na ausência desta.

Ao analisarmos activos financeiros com uma volatilidade acrescida verificámos que o algoritmo adquiria um comportamento errático na tomada de decisões de compra/venda. O algoritmo genético tipicamente escolhia no período de treino valores para o fitbuy e fitsell que não eram coerentes com a metodologia que se pretendia aplicar no investimento em acções, i.e., comprar na presença de uma tendência ascendente e vender fora desta.

Assim, procurámos tornar o algoritmo genético mais robusto e para atingir este objectivo começámos por observar de que forma é que a rentabilidade obtida era determinada por diferentes configurações para os valores de fitbuy e fitsell.

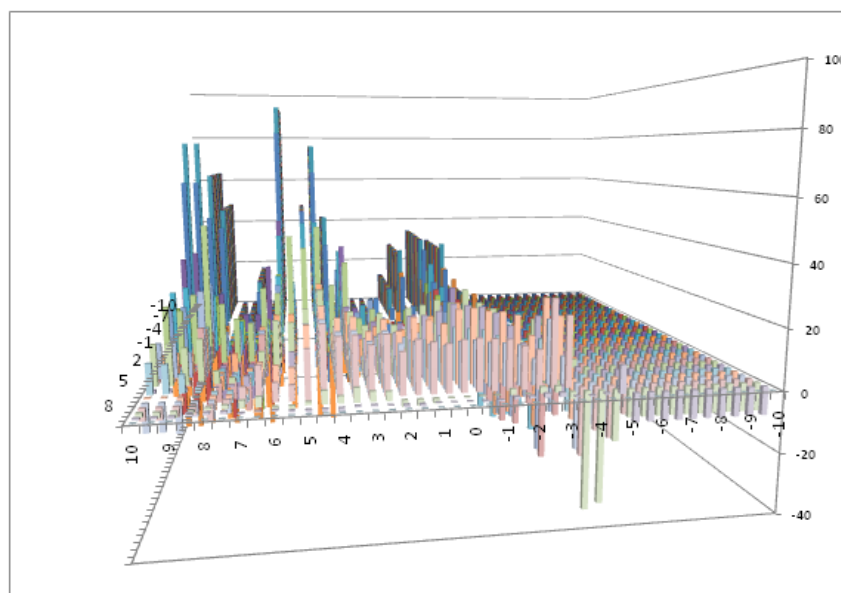


Figura 33: Rentabilidades obtidas no S&P500 para diferentes configurações de FitBuy e FitSell.

Na figura 33 a rentabilidade está destacada no eixo vertical e os diferentes valores utilizados para o FitBuy e FitSell estão indicados nos eixos horizontais.

Assim, mantiveram-se valores fixos para o tamanho da janela deslizante (60 dias) e para o valor de remoção de ruído (20%). Já em relação aos valores de FitBuy e FitSell obtiveram-se todas as combinações possíveis entre -10 e +10, com variações de 0,5.

Ou seja, foram testados vários cromossomas com características diferentes durante o período de execução do algoritmo.

Assim, foram considerados 1681 cromossomas. A título de exemplo obtivemos as seguintes rentabilidades para algumas configurações possíveis:

Cromossoma	1	2	3	4	.....	1039
Janela Deslizante	60	60	60	60	.....	60
Remoção de Ruído	20%	20%	20%	20%	.....	20%
FitBuy	-10	-10	-10	-10	.....	7
FitSell	-10	-9,5	-9	-8,5	.....	3
Rentabilidade	-4,69%	-4,69%	-4,69%	-4,69%	.....	17.44%

Tabela 11: Rentabilidades obtidas para todas as combinações possíveis de FitBuy e FitSell.

Face a estes resultados, e com o apoio da figura 33, torna-se notório a existência de certas zonas menos estáveis e que detêm uma característica de maior aleatoriedade na produção de rentabilidades.

Embora estas zonas mais voláteis possuam cromossomas capazes de gerar uma rentabilidade maior, basta apenas uma pequena variação nos valores de FitBuy e FitSell para obter uma rentabilidade de valor negativo.

Assim sendo, o objectivo passa por procurar uma zona da figura que confira uma maior robustez ao algoritmo. Depois de analisar os resultados de vários activos financeiros e índices de mercado, chegámos à conclusão que restringindo a variação de FitBuy, entre +6 a +8,5, e o valor de FitSell, entre -1,5 a +3,5, iríamos obter um algoritmo mais robusto na geração de uma estratégia de investimento mais fiável e avessa ao risco.

Foram ainda considerados alguns padrões gráficos adicionais e indicadores técnicos que deram suporte à decisão de compra/venda do algoritmo.

Destacam-se os seguintes padrões gráficos adicionais:

0.655	0,162	-0,428	-1	-1,38	-1,496	-1,415	-1,224	-1,5	1
1	0,584	0,048	-0,5	-0,908	-1,08	-1,07	-0,946	-0,875	1
1	1	0,524	0	-0,428	-0,674	-0,72	-0,668	-0,25	1
0.655	1	1	0,5	0,048	-0,248	-0,38	-0,39	0,375	1
0.31	0,584	1	1	0,524	0,162	-0,035	-0,112	1	0.524
-0.035	0,168	0,524	1	1	0,584	0,31	0,166	1	0.048
-0.38	-0,248	0,048	0,5	1	1	0,655	0,444	1	-0.428
-0.72	-0,674	-0,428	0	0,524	1	1	0,73	0,375	-0.904
-1.07	-1,08	-0,908	-0,5	0,048	0,584	1	1	-0,25	-1.38
-1.415	-1,496	-1,38	-1	-0,428	0,168	0,655	1	-0,875	-1.856

Tabela 12: Padrão Gráfico Bull Flag.

O **Bull Flag** é uma formação de continuação de curto prazo que marca uma pequena consolidação antes da continuação do movimento prévio. Estas formações são usualmente

precedidas por um avanço acentuado com forte volume, e marcam o ponto médio do movimento.

Para ser considerado um padrão de continuação deverá existir evidência de uma tendência prévia bem marcada, que neste caso será a tendência ascendente. Este movimento representa assim a primeira etapa de uma subida significativa sendo a Flag uma mera pausa do mesmo.

-1,224	-1,224	-1,224	-1,224	-1,224	-1,224	-1,224	-1,496	-0,875	1
-0,946	-0,946	-0,946	-0,946	-0,946	-0,946	-0,946	-1,08	-0,25	1
-0,668	-0,668	-0,668	-0,668	-0,668	-0,668	-0,668	-0,674	0,375	1
-0,39	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39	-0,248	1	1
-0,112	-0,112	-0,112	-0,112	-0,112	-0,112	-0,112	0,162	1	0,524
0,166	0,166	0,166	0,166	0,166	0,166	0,166	0,584	1	0,048
0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	1	0,375	-0,428
0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	1	-0,25	-0,904
1	1	1	1	1	1	1	0,584	-0,875	-1,38
1	1	1	1	1	1	1	0,168	-1,5	-1,856

Tabela 13: Padrão Gráfico Breakout

O **Breakout** é um padrão de movimento lateral que possui uma resistência bem definida, na qual a cotação oscila. Em caso de quebra desta, poderemos estar perante uma projecção substancial do valor da cotação para terreno positivo, e que também é associado normalmente a um aumento significativo de volume.

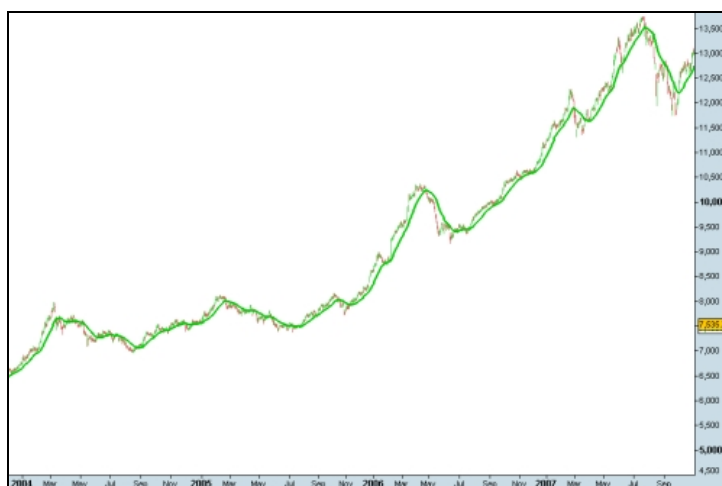


Figura 34: Média Móvel de 30 dias.

A **Média Móvel** é um indicador técnico que caracteriza a média das cotações dos últimos n dias. Os cruzamentos da cotação com a média móvel irão gerar sinais de compra ou de venda. Caso a cotação cruze a média móvel na subida, dará um sinal de compra. Se pelo contrário a cotação cruzar na descida a média móvel, isto representará um sinal de venda.

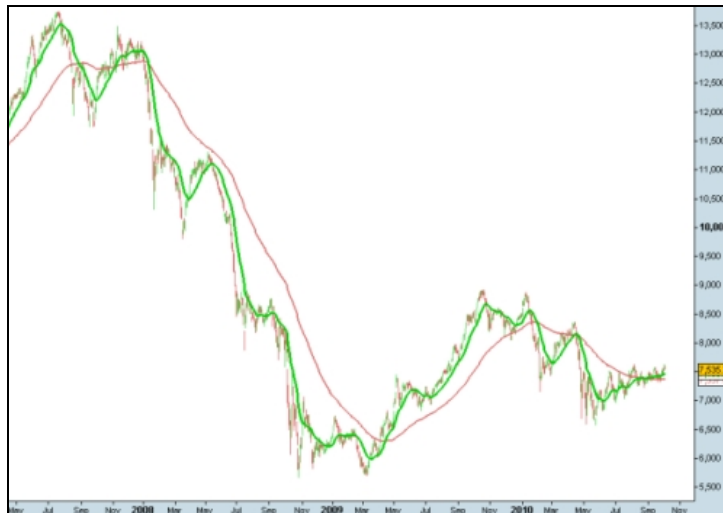


Figura 35: Cruzamento de duas Médias Móveis - 30 e 150 dias.

O **Cruzamento de Médias Móveis** é uma variação do indicador técnico anterior, em que se utilizam duas médias móveis simultaneamente, uma de curto prazo e outra de longo prazo. Quando a média de curto prazo cruzar a de longo prazo na fase ascendente temos um alerta ou sinal de compra. Se por outro lado a média de longo prazo for cruzada pela de curto prazo no sentido descendente então estaremos perante um sinal de venda.

4.6.2.1 Metodologia

Estes novos padrões gráficos e indicadores técnicos introduzidos no algoritmo foram utilizados de forma agrupada e paralela à técnica já existente que consistia na detecção da tendência ascendente. Os resultados provenientes destes acréscimos à complexidade do algoritmo são retratados nos casos de estudo seguintes.

Para isso utilizámos 100 acções provenientes do S&P500. Cada uma delas deveria ter um histórico associado que se estendesse ao período do ano de 1998. Ou seja, estávamos apenas interessados em seleccionar acções que compreendessem um historial de trading entre **1 de Janeiro de 1998 e 21 de Abril de 2010** (data mais actual aquando da realização dos testes). Isto iria permitir ao algoritmo realizar um treino com uma duração de 7 anos (entre 1 de Janeiro de 1998 e 31 de Dezembro de 2004), e uma execução com uma duração de 5 anos e 4 meses (entre 1 de Janeiro de 2005 e 21 de Abril de 2010).

Seleccionámos por isso as primeiras 100 acções da lista do S&P500 que cumpriam este requisito. Este foi o único critério de escolha, e por isso descurámos factores como o risco associado aos activos financeiros, a volatilidade, a média de volume dos negócios e o respectivo peso no índice.

Assim, ao efectuar uma simulação de trading sobre cada um destes activos financeiros, sem uma pré-selecção associada, estamos a recriar um comportamento aplicacional para o algoritmo mais próximo da realidade.

Na fase de treino o algoritmo irá criar um número máximo de 15 gerações repetidas que não sofram alterações ao nível da rentabilidade do melhor cromossoma. Isto é, se no final de 15 gerações durante a fase de treino, que compreende o período entre 1 de Janeiro de 1998 e 31 de Dezembro de 2004, não surgir uma melhoria no valor da rentabilidade obtida, então o algoritmo conclui o procedimento da criação de novas gerações e executa o melhor cromossoma obtido, durante a fase de testes que decorre entre 1 de Janeiro de 2005 e 21 de Abril de 2010.

Todo este ciclo irá ser executado 10 vezes por cada activo financeiro. Assim, será interessante retirar alguma informação referente a estas execuções.

Para a fase de treino iremos focar-nos na obtenção dos seguintes parâmetros, que resultam do melhor cromossoma proveniente da execução que tem uma rentabilidade mais próxima da média das 10 execuções:

- Valor obtido para **Fit Buy**;
- Valor obtido para **Fit Sell**;
- Valor obtido para a **Remoção de Ruído**;
- Valor obtido para a dimensão da **Janela Deslizante**;
- Rentabilidade do **Buy & Hold** durante o período de treino;
- Rentabilidade obtida para o **Melhor Cromossoma** durante o período de treino;

Na fase de teste extraímos os seguintes resultados que resultam da aplicação do melhor cromossoma encontrado na fase de treino do algoritmo:

- Rentabilidade obtida para o **Buy & Hold** durante o período de teste;
- Rentabilidade obtida para a **Média das 10 Runs** durante o período de teste;

Uma vez que se torna demasiado exaustivo caracterizar os resultados para as 100 acções testadas, optámos por demonstrar apenas a média das 10 runs realizadas sobre todas elas, para cada um dos casos de estudo considerados. Contudo, no Anexo B disponibilizamos todos os resultados obtidos para cada uma das 100 acções estudadas.

Tabela 14: Média de resultados obtidos para cada uma das metodologias consideradas.

Padrão	FitB	FitS	Remoção de Ruído (%)	Janela (dias)	Rent. B&H em Treino	Rent. Melhor Cromossoma em Treino	B&H no Teste	Média de 10 Runs no Teste
Tendência Ascendente (1)	5,45	1,28	34,10%	54,4	154,21%	517,25%	51,37%	35,57%
Tendência Ascendente + Bull Flag (2)	5,62	0,53	32,36%	49,4	154,21%	548,12%	51,37%	42,36%
Tendência Ascendente + Breakout (3)	5,41	0,34	34,89%	50,1	154,21%	487,36%	51,37%	45,89%
Tendência Ascendente + Breakout Slim (4)	5,41	0,41	35,64%	50,5	154,21%	504,91%	51,37%	41,96%
Tendência Ascendente + MM30 (5)	5,65	0,94	33,09%	43,9	154,21%	168,11%	51,37%	9,94%
Tendência Ascendente + MM30v2 (6)	5,48	0,27	34,06%	50,5	154,21%	534,40%	51,37%	38,18%
Tendência Ascendente + Cruzamento de MM (7)	6,06	1,26	25,28%	49,7	154,21%	250,53%	51,37%	28,44%
Tendência Ascendente + Cruzamento de MMv2 (8)	6,53	0,80	26,48%	49,6	154,21%	165,43%	51,37%	50,59%

(1) O algoritmo resulta da aplicação do padrão gráfico relacionado com a detecção da tendência ascendente. O sistema irá adquirir uma posição de compra sempre que estiver perante a tendência ascendente e vender quando esta deixar de existir.

(2) Nesta versão do algoritmo inclui-se a detecção de outro padrão com características *bullish*. Neste caso estamos a referir ao *Bull Flag*. Esta actualização ao kernel do sistema irá fazer com que a opção de compra seja exercida sempre que estivermos perante a tendência ascendente ou o *Bull Flag*.

(3) Aqui procura-se testar o comportamento do algoritmo com o padrão gráfico *Breakout*. À semelhança do anterior, o sistema adquire uma posição sempre que estiver perante este padrão ou o da tendência ascendente.

(4) A diferença para a metodologia anterior está na precisão utilizada na detecção do padrão *Breakout*, mais precisamente no seu template. Assim, o template que define esta formação gráfica numa matriz 10x10 tem um espectro menos largo que a técnica anterior.

(5) O algoritmo utiliza apenas a formação gráfica que caracteriza a tendência ascendente (com diversas inclinações) e um indicador técnico adicional, neste caso a média móvel de 30 dias. Irá adquirir uma posição no mercado apenas se a tendência ascendente estiver em vigor e a média móvel a um nível superior ao da linha de preços. A posição irá somente ser vendida se a tendência ascendente já não estiver presente ou se a média móvel cruzar a linha de preços no sentido negativo.

(6) Nesta variação da técnica anterior a média móvel é somente utilizada no período de execução do algoritmo e apenas para o acto da compra. Ou seja, no período de treino a optimização é realizada apenas com recurso à identificação da tendência ascendente. Assim que entramos no período de execução o algoritmo apenas adquire uma posição na acção que está a analisar se estiver perante a tendência ascendente e se a média móvel de 30 dias superar a linha de preços. Já para a venda, apenas o irá fazer na ausência da inclinação ascendente.

(7) Neste caso utilizamos simultaneamente a detecção da tendência ascendente e o cruzamento de médias móveis (30 e 150 dias) para o nosso algoritmo de trading. Sempre que estivermos diante de uma tendência ascendente e a média de curto prazo estiver situada acima da de longo prazo então o algoritmo adquire uma posição de compra. Por outro lado só irá vender se a tendência ascendente deixar de vigorar ou se a média de curto prazo for inferior à de longo prazo.

(8) Em relação à técnica anterior a única diferença reside no timing da venda, que só irá suceder quando a média móvel de curto prazo for inferior à de longo prazo.

Como se pode verificar nos resultados da tabela anterior, as configurações que resultam da optimização do algoritmo genético são normalmente caracterizadas por óptimos resultados no período associado ao respectivo treino.

No entanto, a falta de correspondência destes resultados com os do período de execução é notório. Face ao Buy & Hold, o algoritmo genético não consegue atingir os resultados obtidos no período de treino, em termos de rentabilidade, independentemente do indicador técnico utilizado e do padrão gráfico escolhido para a optimização dos parâmetros do GA.

Note-se que mesmo os parâmetros obtidos para as diferentes metodologias do algoritmo (fitbuy, fitsell, ruído e janela deslizante) são bastante similares, e isso leva-nos a crer que esta poderá ser uma área a explorar de forma a tornar a nossa estratégia de investimento mais robusta e avessa ao risco. Se considerarmos a técnica descrita em (8) na tabela anterior reparamos que apesar de termos atingido uma rentabilidade inferior às técnicas anteriores no período de treino, o período de execução é caracterizado por uma rentabilidade acima da média e daquilo que era expectável. Isto poderá querer dizer que esta versão do kernel de optimização é mais coerente na produção de resultados e mais apropriada para um perfil de investimento menos arriscado. Destaca-se ainda o valor de fitbuy que é superior ao das técnicas anteriores, e que determina com mais detalhe a detecção da tendência ascendente.

4.6.3 Kernel de Optimização III

Uma vez que o objectivo principal do nosso algoritmo consiste em superar a metodologia do Buy & Hold, torna-se necessário explorar técnicas adicionais e acrescentar novas modificações e restrições ao kernel do GA de forma a conseguirmos assegurar a produção de resultados mais satisfatórios.

Nas optimizações anteriores detectaram-se alguns problemas relacionados com as tomadas de decisão de compra/venda de activos financeiros, e isto deveu-se principalmente à necessidade adicional de mais genes no cromossoma do algoritmo genético que caracterizassem a ausência da tendência ascendente.

Tipicamente o algoritmo conseguia detectar com uma grande probabilidade de acerto a presença desta tendência, e conseqüentemente adquiria sempre uma posição de compra quando isto sucedia. Posteriormente o sistema só iria vender a sua posição quando deixasse de estar perante a tendência ascendente. No entanto, nada nos garantia que a formação gráfica em vigor não possuísse características *bullish*. Isto provocava saídas dos mercados financeiros demasiado antecipadas, em períodos históricos que eram determinados por uma inclinação positiva na linha de preços. Por outro lado, e devido à utilização de apenas uma janela deslizante, a saída dos mercados financeiros por vezes era provocada de forma tardia.

Assim, modificámos o cromossoma que caracterizava o valor de fit para a venda (fitsell) e procurámos adicionar mais templates gráficos e um novo gene ao nosso cromossoma de optimização:

FitSell – Este valor de Fit irá estar associado aos templates que caracterizam formações gráficas com vários declives de tendência descendente. Assim, o algoritmo irá ser mais preciso na detecção deste padrão gráfico e assegurar que a saída do mercado acontecerá apenas na situação em que estivermos perante uma inclinação descendente visivelmente óbvia.

Janela Deslizante de Descida – Anteriormente apenas se recorria à utilização de uma única janela deslizante. Esta encapsulava o histórico de preços considerado numa matriz 10x10 e utilizava-a como termo de comparação com outra matriz template 10x10, que por sua vez caracterizava a formação gráfica que se pretendia encontrar.

Tendo em consideração que os padrões gráficos se formam em períodos temporais diferentes, resolveu-se dotar o algoritmo genético com uma janela deslizante adicional que irá estar associada à detecção paralela de outras formações gráficas.

1	0,655	0,162	-0,428	-1	-1,38	-1,496	-1,415	-1,224	-0,998
1	1	0,584	0,048	-0,5	-0,908	-1,08	-1,07	-0,946	-0,776
0,723	1	1	0,524	0	-0,428	-0,674	-0,72	-0,668	-0,564
0,446	0,655	1	1	0,5	0,048	-0,248	-0,38	-0,39	-0,332
0,161	0,31	0,584	1	1	0,524	0,162	-0,035	-0,112	-0,11
-0,108	-0,035	0,168	0,524	1	1	0,584	0,31	0,166	0,112
-0,385	-0,38	-0,248	0,048	0,5	1	1	0,655	0,444	0,334
-0,682	-0,72	-0,674	-0,428	0	0,524	1	1	0,73	0,556
-0,939	-1,07	-1,08	-0,908	-0,5	0,048	0,584	1	1	0,778
-1,216	-1,415	-1,496	-1,38	-1	-0,428	0,168	0,655	1	1

Tabela 15: Padrão Gráfico associado a uma Inversão de Tendência

A **Inversão de Tendência** é uma formação gráfica que irá servir para determinar o momento em que deixamos de estar perante uma tendência predominante de subida ou de consolidação horizontal. Assim que se detecta este padrão surge um rompimento com a tendência anterior, caso de trate de uma tendência ascendente. Esta formação servirá também para manter o algoritmo fora do mercado caso já se tenha detectado a tendência descendente anteriormente.

Com estas alterações pretendemos obter um algoritmo mais preciso, rigoroso e robusto.

Tabela 16: Tendência Ascendente + Inversão de Tendência

Padrão	FitB	FitD	Remoção de Ruído (%)	Janela (dias)	Rent. B&H em Treino	Rent. Melhor Cromossoma em Treino	B&H no Teste	Média de 10 Runs no Teste
Tendência Ascendente + Inversão de Tendência (1)	5,45	6,96	27,70%	39,7/22,8	154,21%	554,68%	51,37%	35,08%
Tendência Ascendente + Inversão de Tendência v2 (2)	5,22	6,92	26,41%	52,1/23,5	154,21%	588,04%	51,37%	33,43%

(1) Nesta metodologia o algoritmo adquire uma posição quando detecta a tendência ascendente de pelo menos uma das 4 matrizes que são utilizadas com diversas inclinações positivas. Por outro lado vende quando detecta a tendência descendente com um valor de fit que deverá ser superior a 4. A dimensão da janela associada à detecção da tendência descendente deverá ser igual ou inferior à janela deslizante da tendência ascendente.

(2) Esta versão tem apenas uma variação em relação à metodologia anterior. Neste caso, o tamanho da janela associada à tendência descendente deverá ser sempre inferior à janela deslizante da tendência

ascendente, exceptuando o caso em que a janela da tendência ascendente tenha um tamanho de 20 dias, uma vez que neste caso a janela da tendência descendente também poderá ter um tamanho associado de 20 dias.

Como se comprova na tabela acima a rentabilidade obtida para o período de treino do melhor cromossoma é superior às rentabilidades obtidas na tabela anterior que descreve as diferentes metodologias utilizadas no kernel de optimização II.

No entanto, a média das rentabilidades obtidas no período de teste (execução) não atinge os valores expectáveis, e face aos valores registados para as dimensões das duas janelas deslizantes, concluímos que o algoritmo reagia de forma demasiado rápida a pequenas oscilações do mercado.

Assim, realizámos um estudo sobre a influência do tamanho das janelas deslizantes nos resultados do algoritmo.

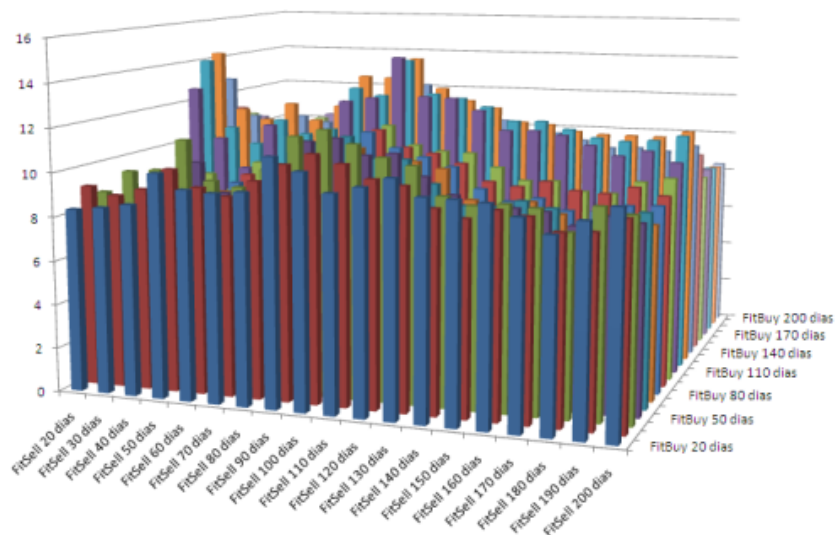


Figura 36: Rentabilidade média anual obtida no S&P500 para diferentes configurações das janelas deslizantes de FitBuy e FitSell.

Como se pode comprovar pela figura acima, as rentabilidades maiores e mais evidentes são aquelas que provêm de janelas deslizantes com um tamanho maior ao habitualmente testado. Tipicamente podemos encontrar bons resultados na zona em que o fitbuy e fitsell são determinados por uma janela superior a 100 dias.

Para estudar o impacto real da variação da dimensão das janelas deslizantes na rentabilidade do algoritmo, fixámos os seguintes parâmetros do cromossoma genético:

Parâmetros do GA	Valores
FitBuy	4.5
FitSell	7
Ruído (%)	44.8

Tabela 17: Parâmetros resultantes para o GA encontrado no S&P500.

Os valores encontrados foram obtidos com base no melhor cromossoma alcançado durante o período de treino do S&P500, que decorre entre 1998 e 2004.

Uma vez que as 100 acções escolhidas para análise são parte integrante deste índice, considerámos que faria sentido utilizar os valores obtidos para estes parâmetros durante o período de execução do algoritmo, para cada uma das 100 acções, entre o ano de 2005 e 2010.

De seguida, mostram-se alguns resultados obtidos para esta variação na dimensão das janelas deslizantes:

Janelas	Rentabilidade (% de acções)			Rentabilidade		Nº de Trades		Trades Positivos
	> 0%	> B&H	> B&H AND 0%	GA	B&H	Positivos	Negativos	
130/40	83%	60%	56%	6465.62%	5136.92%	609	673	47.5%
130/60	78%	59%	56%	6722.01%	5136.92%	409	461	47.01%
130/80	79%	59%	55%	7478.89%	5136.92%	318	299	51.54%
130/100	83%	62%	57%	8032.6%	5136.92%	261	219	54.38%

Tabela 18: Resultados obtidos para algumas variações na dimensão das Janelas Deslizantes.

Na tabela anterior designa-se por **Janelas** a dimensão da janela deslizante aplicada ao FitBuy e ao FitSell.

Uma vez que foram testadas **100 acções** achou-se interessante contemplar dentro da coluna **Rentabilidade (% de acções)** quantos activos financeiros é que obtiveram uma rentabilidade acima dos 0%, acima da rentabilidade obtida pela metodologia B&H e acima do valor de ambos.

Já dentro da coluna **Rentabilidade** estabelece-se um comparativo entre a rentabilidade obtida pelo algoritmo genético e a rentabilidade do Buy & Hold no mesmo período de execução. Ambas as rentabilidades são obtidas investindo um capital de valor fixo em todos os trades provocados pelo sistema, e sem reinvestimento de lucros. A rentabilidade é calculada face a esse montante fixo.

A coluna intitulada **Nº de Trades** contém o total de trades realizados pelo algoritmo e distingue-os pelos que surtiram um impacto positivo ou negativo no resultado da execução. Finalmente, **Trades Positivos** designa em termos percentuais a relação entre o número de trades positivos e o seu total.

Verifica-se que o aumento sistemático da dimensão da janela deslizante associada ao FitSell origina um aumento na rentabilidade do GA e um acréscimo no número de trades positivos. Para além disso é visível que o número de actos de compra/venda também decai com o aumento do tamanho da janela deslizante. Isto iria favorecer o algoritmo caso fossem consideradas comissões de transacção em todos os actos de compra e venda.

Janelas	Rentabilidade c/ Reinvestimento		Valor médio por Trade	Rentabilidade Média Anual
	GA	B&H		
130/40	73.64%	51.37%	0.04%	10.92%
130/60	74.13%	51.37%	0.06%	10.98%
130/80	94.66%	51.37%	0.11%	13.33%
130/100	103.52%	51.37%	0.15%	14.28%

Tabela 19: Resultados adicionais para algumas variações na dimensão das Janelas Deslizantes.

Nesta tabela procuramos caracterizar um investimento mais próximo da realidade. Isto é, consideramos um montante inicial repartido de forma equitativa por cada uma das 100 acções em análise. Adicionalmente é aberta a possibilidade de reinvestir os lucros obtidos durante o período de execução do algoritmo, que perdura entre o ano de 2005 e 21 de Abril de 2010.

À semelhança dos resultados obtidos na tabela anterior verifica-se que a rentabilidade média anualizada tende para valores superiores à medida que processamos janelas temporais sistematicamente maiores.

Seguidamente apresenta-se uma imagem que reflecte a evolução da rentabilidade do algoritmo face ao B&H para o período de execução entre 2005 e 2010.

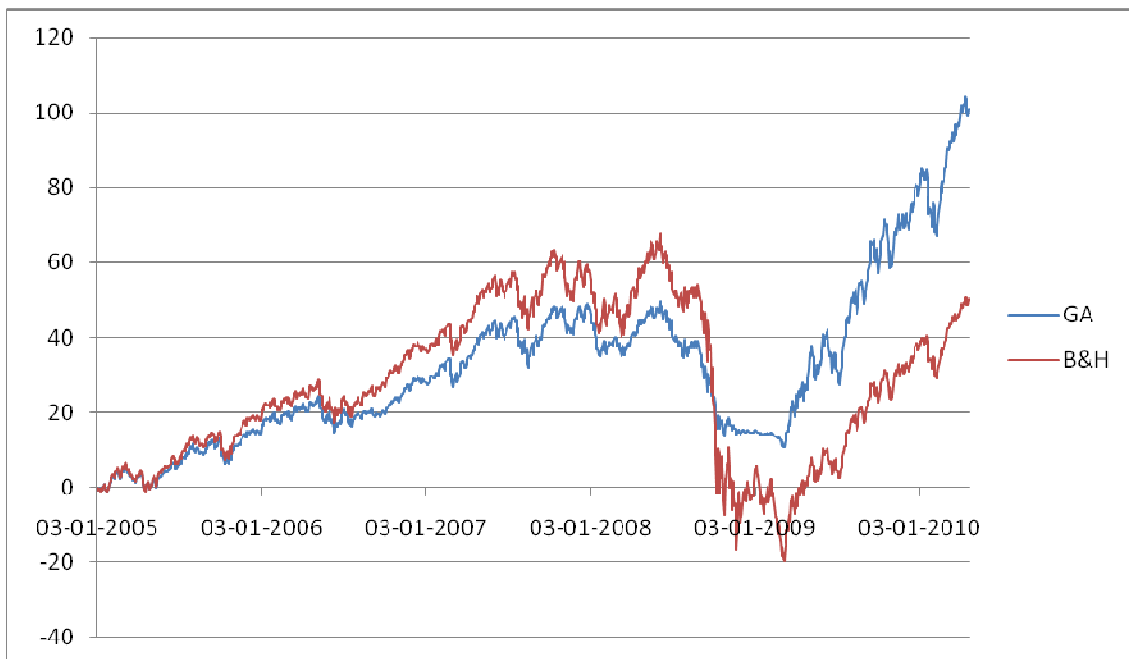


Figura 37: Rentabilidade do melhor GA face ao B&H para o período de execução das 100 acções.

Nesta figura torna-se perceptível o período temporal em que o algoritmo genético detecta a tendência descendente e sai do mercado, em finais de 2008. Posteriormente o algoritmo volta a reentrar no mercado quando surge uma nova tendência ascendente.

4.6.3.1 Filtragem de acções para análise

Como foi constatado no início do capítulo 4, não existiu nenhum critério para a selecção das 100 acções que iriam compor a plataforma de testes do algoritmo.

Introduziu-se por isso um mecanismo baseado na detecção da volatilidade associada a cada activo financeiro, que permite filtrar acções indesejáveis para a composição do portfólio de investimento.

A volatilidade é o grau médio da variação do preço de um activo num período de tempo determinado. Trata-se de uma variável que mostra a intensidade e a frequência das oscilações no preço do respectivo activo financeiro.

Do agrupamento de 100 acções iniciais decidimos excluir 20 que apresentavam características de maior volatilidade durante o período de treino.

Os resultados obtidos, para uma volatilidade calculada em 125 dias de trading, foram os seguintes:

Janelas	Rentabilidade (Nº de acções)			Rentabilidade		Nº de Trades		Trades Positivos
	> 0%	> B&H	> B&H AND 0%	GA	B&H	Positivos	Negativos	
130/40	85%	60%	57.5%	5789.8%	4658.81%	493	534	48%
130/60	78.75%	61.25%	58.75%	6104.5%	4658.81%	324	357	47.58%
130/80	78.75%	61.25%	57.5%	6523.88%	4658.81%	257	238	51.92%
130/100	85%	62.5%	58.75%	7143.08%	4658.81%	212	169	55.64%

Tabela 20: Resultados obtidos, depois de uma eliminação de 20% das acções mais voláteis, para algumas variações na dimensão das Janelas Deslizantes.

Janelas	Rentabilidade c/ Reinvestimento		Valor médio por Trade	Rentabilidade Média Anual
	GA	B&H		
130/40	83.23%	58.24%	0.06%	12.05%
130/60	84.11%	58.24%	0.09%	12.15%
130/80	104.77%	58.24%	0.14%	14.41%
130/100	116.8%	58.24%	0.2%	15.65%

Tabela 21: Resultados adicionais, depois de uma eliminação de 20% das acções mais voláteis, para algumas variações na dimensão das Janelas Deslizantes.

Janelas	Rentabilidade c/ Reinvestimento				Valor médio por Trade		Rentabilidade Média Anual	
	GA		B&H		Normal	Filtro	Normal	Filtro
	Normal	Filtro	Normal	Filtro				
130/40	73.64%	83.23%	51.37%	58.24%	0.04%	0.06%	10.92%	12.05%
130/60	74.13%	84.11%	51.37%	58.24%	0.06%	0.09%	10.98%	12.15%
130/80	94.66%	104.77%	51.37%	58.24%	0.11%	0.14%	13.33%	14.41%
130/100	103.52%	116.8%	51.37%	58.24%	0.15%	0.2%	14.28%	15.65%

Tabela 22: Comparação dos Resultados obtidos entre o caso em que se consideram todas as acções para análise e a situação em que surge uma filtragem prévia das acções a considerar através de um mecanismo de detecção da volatilidade.

Conforme se pode confirmar, ao considerarmos a exclusão de acções que representam um maior risco para o nosso portfólio dotamos o nosso algoritmo de maior robustez. Os resultados confirmam a melhoria da performance do algoritmo em 1,37%, e este aumento significativo da rentabilidade média anual adquire uma maior relevância se tivermos em consideração todo o potencial existente em redor de uma filtragem prévia dos activos financeiros que são considerados para análise.

Capítulo 5 – Conclusões

Este documento apresenta uma estratégia de investimento delineada para os mercados financeiros. Foca-se sobretudo na detecção de padrões gráficos e na previsão do comportamento do mercado que está subjacente a estes, mas tem também em consideração outros indicadores técnicos que possam dar suporte à decisão de compra/venda/manutenção do instrumento financeiro.

Para a execução do algoritmo consideram-se várias estratégias apresentadas em artigos e *journals*, na área das aplicações financeiras. Toda a informação e trabalho envolto nesta matéria é muito preliminar, por isso este trabalho incidiu sobretudo na conjugação, adaptação e inovação, numa só aplicação, de várias metodologias de detecção de padrões gráficos e tendências, uma vez que cada um destes métodos diferentes irá ter as suas próprias vantagens e desvantagens. Funcionando em conjunto poderemos retirar uma precisão acrescida na identificação das formações gráficas pretendidas e uma rentabilidade superior no período de transacção considerado.

Os resultados obtidos são bastante motivantes e promissores. O algoritmo poderá ser facilmente estendido e parametrizado com novas funcionalidades, uma vez que ainda há muito a explorar dentro do campo da detecção de padrões gráficos.

5.1 Trabalho Futuro

Sugerem-se algumas alterações futuras ao trabalho desenvolvido no âmbito desta Dissertação de Mestrado:

- Incluir novas estratégias de detecção de padrões, através da técnica subjacente à descoberta de formações gráficas utilizando pontos perceptualmente importantes;
- Possibilitar o mecanismo de short selling, de forma a impedir que o algoritmo permaneça períodos muito longos fora dos mercados financeiros;
- Incluir padrões gráficos adicionais, que foram apenas estudados e não incorporados no algoritmo de optimização final. Será necessário explorar a contribuição positiva/negativa e impacto de cada padrão adicionado ao sistema.
- Adicionar novos mecanismos de filtragem para o conjunto de acções a considerar, de forma a eliminar activos indesejáveis que provoquem um comportamento errático na execução do algoritmo.
- Testar o comportamento do algoritmo com períodos de treino e de execução diferentes, que poderão ser mais curtos ou prolongados.

- Incluir ainda indicadores técnicos de suporte à análise de padrões gráficos. Será importante dotar o algoritmo com mais indicadores que dêem suporte ao processo de tomada de decisão na compra e venda de acções.

Referências

- [1]- David E. Goldberg, "Genetic and Evolutionary Algorithms Come of Age", ACM, New York, NY, USA, 1994
- [2]- António Gorgulho, Rui Neves and Nuno Horta, "Using GAs to Balance Technical Indicators on Stock Picking for Financial Portfolio Composition", Genetic and Evolutionary Computation Conference - Proceedings of the 11th Annual Conference Companion on Genetic and Evolutionary Computation Conference: Late Breaking Papers, Montreal, Québec, Canada, pp. 2041-2046, July 2009
- [3] - Charles D. Kirkpatrick and Julie R. Dahlquist, "Technical Analysis: The Complete Resource for Financial Market Technicians", August 27, 2006
- [4] - Fernando Braga de Matos, "Ganhar em Bolsa", Publicações Dom Quixote, 2ª edição, Junho de 2007, pp. 195-203
- [5] - Fernando Braga de Matos, "Ganhar em Bolsa", Publicações Dom Quixote, 2ª edição, Junho de 2007, pp. 288-292
- [6] - Millenium BCP Investimento, "Estudos e Histórias – Principais Formações Gráficas de Análise Técnica", August 2006.
- [7] - Millenium BCP Investimento, "Estudos e Histórias – Principais Indicadores de Análise Técnica II", August 2006.
- [8] - Leigh W., Frohlich C.J., Hornik S., Purvis R.L. and Roberts T.L., "Trading With a Stock Chart Heuristic", Systems, Man and Cybernetics, Part A, IEEE Transactions on Volume 38, Issue 1, Jan. 2008 pp. 93 – 104
- [9] - William Leigh, Naval Modani, Russell Purvis and Tom Roberts, "Stock market trading rule discovery using technical charting heuristics", Expert Systems with Applications, Volume 23, Issue 2, August 2002, pp. 155-159
- [10] - William Leigh, Noemi Paz and Russell Purvis, "Market timing: a test of a charting heuristic", Economics Letters, Volume 77, Issue 1, September 2002, pp. 55-63
- [11] - Leigh W., Paz M. and Purvis R., "An analysis of a hybrid neural network and pattern recognition technique for predicting short-term increases in the NYSE composite index", Omega, vol. 30, pp. 69-76, 2002
- [12] - William Leigh, Russell Purvis and James M. Ragusa, "Forecasting the NYSE composite index with technical analysis, pattern recognizer, neural network, and genetic algorithm: a case study in romantic decision support", Decision Support Systems, Volume 32, Issue 4, March 2002, pp. 361-377
- [13] - R. Edwards and J. Magee, "Technical Analysis of Stock Trends", New York: Amacom, 1997
- [14] - Jar-Long Wang, Shu-Hui Chan, "Trading rule discovery in the US stock market: An empirical study", Expert Systems with Applications: An International Journal, vol. 36, Issue 3, pp. 5450-5455, April 2009

- [15] - Jar-Long Wang and Shu-Hui Chan, "Stock market trading rule discovery using pattern recognition and technical analysis", *Expert Systems with Applications*, Volume 33, Issue 2, August 2007, pp. 304-315
- [16] - T.C. Fu, F.L. Chung, K.Y. Kwok and C.M. Ng, "Stock Time Series Visualization Based on Data Point Importance", *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, Vol. 21, Issue 8, pp. 1217-1232, December 2008
- [17] - T.C. Fu, F.L. Chung, R. Luk and C.M. Ng, "Representing Financial Time Series Based on Data Point Importance", *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, Vol. 21, Issue 2, pp. 277-300, March 2008
- [18] - Keogh E., Chakrabarti K., Pazzani M. and Mehrotra S., "Dimensionality reduction for fast similarity search in large time series databases", *Journal of Knowledge and Information Systems* 3 (3), pp. 263–286, 2000
- [19] - T.C. Fu, F.L. Chung, R. Luk and C.M. Ng, "Stock Time Series Pattern Matching: Template-based vs. Rule-based Approaches", *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, Volume 20, Issue 3, April 2007, Pages 347-364
- [20] - T.C. Fu, F.L. Chung, R. Luk and C.M. Ng, "Preventing Meaningless Stock Time Series Pattern Discovery by Changing Perceptually Important Point Detection", *The 2nd International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD 2005)*, pp. 1171-1174, Changsha, China, 27-29 August 2005
- [21] - F.L. Chung, T.C. Fu, Vincent Ng, and Robert Luk, "An Evolutionary Approach to Pattern-based Time Series Segmentation", *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, Vol. 8, pp. 471-489, October 2004.
- [22] - E. Keogh, S. Chu, D. Hart, and M. Pazzani, "An online algorithm for segmenting time series", in *Proc. IEEE Int. Conf. Data Mining*, 2001, pp. 289–296.
- [23] - James N.K. Liu, Raymond W.M. Kwong, "Automatic extraction and identification of chart patterns towards financial forecast", *Applied Soft Computing*, Volume 7, Issue 4, August 2007, Pages 1197-1208.
- [24] - Chang-shing Perng, Haixun Wang, Sylvia R. Zhang and D. Stott Parker, "Landmarks: A New Model for Similarity-Based Pattern Querying in Time Series Databases", *ICDE, Proceedings of the 16th International Conference on Data Engineering*, page 33, 2000.
- [25] – R. Agrawal, C. Faloutsos and A. N. Swami, "Efficient similarity search in sequence databases", in *FODO*, 1993.
- [26] - P.L. Bernstein, "A new look at the efficient market hypothesis", *The Journal of Portfolio Management*, vol. 25, no. 2, pp. 1-2, Winter 1999.

Anexo A – Tabela Comparativa de Propostas

Tabela 23: Comparativo de Soluções Propostas

Trabalho	Ano	Heurística	Dados Usados	Activo Financeiro	Período		Performance do Algoritmo		Performance Buy-and-Hold		Nº de compras: Algoritmo/B&H	
					NASDAQ	TWI	NASDAQ	TWI	NASDAQ	TWI	NASDAQ	TWI
[8] (1)	2008	Bull Flag Pattern c/ Matriz Template	Cotação	NYSE Composite Index	1967 – 2003		4.59% (média de todas as transacções no período em questão)		1.83% (média de todas as transacções no período em questão)		383/9000	
[15] (2)	2007	Bull Flag Pattern c/ Matriz Template	Cotação	NASDAQ e TWI	03/04/1985 – 20/03/2004	01/06/1971 – 24/03/2004	4.38% (média de todas as transacções no período em questão)	6.48% (média de todas as transacções no período em questão)	3.27% (média de todas as transacções no período em questão)	4.03% (média de todas as transacções no período em questão)	752/4785	1230/9284
[11] (3)	2002	Hybrid neural Network c/ Detecção de Padrões	Cotação e Volume	NYSE Composite Index	24/07/1984 – 11/06/1998		66% (todos os dias em que se verificaram subidas após a compra)		60% (todos os dias em que se verificaram subidas após a compra)		1037/2259	
[19] (4)	2006	Template-based	Cotação	Vários	N/A		96% (acerto nos padrões identificados)		N/A		N/A	
[19] (4)	2006	Rule-based	Cotação	Vários	N/A		38% (acerto nos padrões identificados)		N/A		N/A	
[19] (4)	2006	PAA	Cotação	Vários	N/A		82% (acerto nos padrões identificados)		N/A		N/A	

- (1)** A performance Buy-and-Hold foi obtida comprando-se acções todos os dias dentro do período de interesse e vendendo-se as mesmas 60 dias após a sua compra. Esta rentabilidade é assim comparada com a que se obtém comprando apenas nos dias assinalados pelo algoritmo de procura do padrão, e vendendo da mesma forma 60 dias depois de cada transacção.
- (2)** Face ao trabalho anterior este apresenta uma metodologia semelhante, mas difere na atribuição dos pesos da matriz template, procurando alcançar uma maior eficácia na detecção do respectivo padrão. No caso particular do Buy-and-Hold as acções compram-se todos os dias, e no caso da heurística estas já se adquirem apenas nos dias sinalizados pelo algoritmo. A rentabilidade do algoritmo e da aproximação Buy-and-Hold obtém-se vendendo as acções 60 dias após a data da sua aquisição.
- (3)** A performance do algoritmo indica o número de dias, depois de uma compra, que se seguiram de 5 dias com um aumento dos preços. Ou seja, o algoritmo foca-se na redução do número de compras em erro (com falsos sinais). A preocupação é maior em relação ao controlo do investimento em erro do que em relação à perda de oportunidades de investimento.
- (4)** A performance do algoritmo obtém-se em relação ao número de padrões gráficos extraídos e identificados visualmente entre 30 séries temporais, e o número de extracções correctas de padrões realizadas pelo algoritmo, sobre o mesmo conjunto de séries. É preciso ter em consideração que a extracção visual tem um factor acrescido de subjectividade e que a variação é consequentemente muito maior.

Anexo B – Resultados

Tabela 24: Resultados para a Tendência Ascendente

Acção	FitB	FitS	Remoção de Ruído (%)	Janela (dias)	Rent. B&H em Treino	Rent. Melhor Cromossoma em Treino	B&H no Teste	Média de 10 Runs no Teste
AA	5.6	2.27	15.69%	90	97.48%	343.25%	-50.01%	20.58%
AAPL	5.54	1.24	36.44%	100	679.56%	1451.89%	741.93%	522.17%
ABC	4	1.11	42.96%	10	101.93%	653.17%	130.79%	48%
ABT	5.89	-0.26	48.02%	80	69.15%	144.86%	28.68%	41.23%
ADBE	4.42	2.77	23.05%	40	484.51%	2111.48%	20.21%	-24.14%
ADI	4.28	3.73	48.94%	100	156.22%	1682.17%	-2.12%	9.13%
ADM	7.42	5.83	32.51%	60	40.07%	126.59%	42.09%	46.38%
ADP	4.16	0.29	43.36%	60	53.43%	101.46%	31.67%	-13.67%
ADSK	5.4	2.08	49.22%	40	269.52%	853.27%	3.93%	-5.97%
AEE	4.29	2.88	10.51%	20	109.57%	122.51%	-27.56%	-14.58%
AEP	6.49	6.06	23.54%	30	-0.29%	110.85%	25.21%	32.29%
AES	5.95	-0.95	48.27%	20	-40.20%	1650.17%	-9.44%	67.31%
AET	4.33	3.24	49.57%	60	264.88%	785.36%	1.77%	-32%
AFL	4.18	0.01	29.95%	80	237.51%	203.3%	51.75%	26.77%
AGN	4.56	-0.25	41.73%	100	443.87%	383.89%	58.78%	26.09%
AIG	5.72	4.39	48.84%	50	71.92%	109.88%	-96.55%	-11.51%
AIV	4.72	4.4	31.81%	60	71.91%	84.31%	4.51%	26.84%
AKS	5.11	1.18	14.39%	100	-9.29%	474.14%	41.19%	132.27%
ALL	7.87	2.42	42.87%	70	30.23%	114.02%	-19.64%	16.82%
ALTR	7.38	2.46	42.69%	90	124.94%	464.78%	37.07%	1.52%
AMAT	4.93	-0.27	29.32%	40	116.83%	548.56%	-8.58%	-19.48%
AMD	5.69	0.85	25.91%	30	121.87%	2466.37%	-54.32%	-5.16%
AMGN	4.31	-0.81	46.51%	50	376.86%	503.62%	-9.52%	-45.86%
AMZN	4.65	-0.1	14.52%	60	758.87%	3995.57%	252.33%	316.29%
AN	4.06	0.43	1.17%	20	-12.35%	364.59%	10.49%	-5.75%
ANF	4.01	1.38	49.01%	30	212.05%	1152.9%	8.84%	53.64%
AON	6.51	5.79	48.22%	20	-27.87%	80.85%	105.10%	9.33%
APA	4.8	-0.75	48.25%	80	243.32%	379.26%	132.68%	161.21%
APC	5.72	-0.39	3.14%	100	121.42%	185.72%	145.64%	144.73%
APD	6.6	-0.8	37.48%	90	59.59%	109.68%	48.42%	59.49%
APOL	4.57	-0.98	16.15%	100	498.16%	688.35%	-20.18%	-21.52%
ASH	5.73	-0.33	43.08%	100	39.74%	207.15%	41.10%	183.04%
AVP	4.11	-0.99	46.07%	20	209.15%	307.62%	-6.98%	-8.03%
AVY	4.67	-0.89	18.08%	80	54.57%	36.77%	-22.67%	-20.82%
AXP	4.05	0.35	18.93%	50	99.96%	182.07%	4.52%	42.57%
AYE	4.91	-0.44	43.81%	70	-23.51%	404.5%	19.14%	24.98%
AZO	4.1	-0.79	48.84%	20	213.82%	571.55%	101.58%	64.7%
BA	5.85	2.26	34.15%	100	16.05%	235.98%	65.20%	106.52%
BAC	5.47	1.88	33.48%	10	96.48%	82.48%	-50.70%	-62.43%
BAX	5.83	0.54	40.69%	90	62.81%	195.74%	54.56%	32.18%
BBBY	4.05	-0.93	47.8%	40	326.17%	262.35%	18.92%	1.72%

BBT	7.23	2.16	22.31%	80	68.59%	67.81%	6.80%	0.55%
BBY	4.83	1.58	40.77%	40	892.82%	1957.88%	30.14%	44.69%
BCR	4.42	0.48	41.01%	20	376.48%	697.71%	42.36%	-5.36%
BDX	5.89	4.86	12.2%	80	138.88%	127.67%	55.63%	4.42%
BF-B	4.62	2.44	49.3%	20	100.93%	168.03%	71.50%	29.67%
BHI	5.87	-0.62	23.46%	40	11.39%	190.75%	38.47%	50.78%
BIG	6.65	2.11	18.08%	90	-73.64%	72.99%	257.74%	109.92%
BIIB	4.59	-0.62	48.64%	80	1064.6%	3241.26%	-20.07%	-39.49%
BJS	4.56	2.89	46.24%	70	149.34%	792.09%	16.82%	49.70%
BK	4.34	0.36	40.65%	90	37.74%	99.11%	3.84%	30.35%
BLL	4.47	-0.86	48.36%	10	435.49%	413.93%	33.94%	-51.75%
BMC	6.05	6.02	30.53%	80	-47.92%	97.15%	141.11%	14.11%
BMS	6.44	2.29	40.01%	100	68.76%	114.75%	25.13%	17.56%
BMV	4.6	1.76	48.98%	100	-32.03%	62.94%	27.14%	-2.42%
BRK-B	6.88	-0.3	11.42%	40	89.6%	61.88%	36.17%	-2.08%
BSX	5.36	1.78	38.7%	70	193.25%	531.49%	-78.73%	-59.47%
BXP	4.13	0.62	42.55%	100	197.67%	223.33%	79.30%	138.18%
C	4.02	-0.51	45.5%	20	118.88%	420.06%	-87.95%	-74.22%
CA	5.06	1.99	3.25%	10	-47.35%	420.27%	-13.16%	-17.87%
CAG	5.65	-0.15	3.06%	10	13.27%	67.18%	3.49%	8.97%
CAH	6.46	6.41	22.67%	60	70.3%	111.88%	9.24%	-10.55%
CAM	5.06	-0.28	35.19%	40	-12.76%	223.11%	262.26%	217.04%
CAT	6	2.49	49.45%	30	133.11%	277.23%	65.58%	38.7%
CB	7.61	-0.72	41.72%	40	24.72%	37.02%	59.26%	7.8%
CBE	4.1	-0.48	45.58%	30	78.68%	348.81%	67.86%	67%
CCE	7.49	7.24	0.18%	20	-37.14%	164.81%	44.65%	59.35%
CCL	4.53	0.68	33.89%	30	130.92%	457.55%	-17.35%	-3.06%
CEG	4.98	-0.67	45.49%	60	68.30%	223.81%	-2.67%	46.57%
CELG	4.62	0.7	21.87%	80	1858.33%	6277.9%	324.19%	210.29%
CHK	4.21	1.38	23.74%	20	122.29%	1209.41%	62.05%	46.97%
CHRW	7.94	-0.81	38.27%	90	409.6%	355.49%	141.68%	77.96%
CI	4.03	-0.39	49.63%	100	54.53%	182.23%	29.39%	104.72%
CINF	4.2	3.88	45.36%	40	24.79%	57.55%	-11.09%	-19.14%
CL	7.92	3.03	32.15%	30	56.12%	56.27%	86.63%	18.73%
CLF	7.76	-0.94	18.57%	50	183.02%	701.84%	498.61%	18.18%
CLX	4.19	-0.01	43.24%	20	69.49%	296.55%	27.96%	-13.25%
CMA	7.41	0.05	47.29%	30	29.53%	131.65%	-8.32%	-13.86%
CMCSA	4.08	-0.47	48.12%	80	107.9%	248.27%	-11.02%	0.81%
CMS	6.12	0.08	24.28%	10	-69.42%	320.7%	74.63%	58.1%
CNP	5.68	-0.29	9.64%	20	-28.53%	198%	72.64%	77.86%
COF	4.41	-0.73	29.77%	30	366.16%	416.76%	-39.09%	-13.94%
COG	4.33	1.28	38.26%	80	138.52%	184.95%	188.93%	112.03%
COP	5.78	4.62	49.28%	90	113.09%	134.88%	59.42%	39.98%
CPB	6.62	6.62	41.03%	20	-33.75%	33.96%	39.14%	7.94%
CPWR	6.96	3.8	1.41%	10	-64.85%	160.84%	52.90%	-4.91%
CSC	7.14	3	17.47%	10	29.20%	186.35%	3.97%	-5.59%
CSCO	6.72	-0.3	39.87%	50	99.59%	622.61%	42.19%	52.31%
CTAS	5.88	4.25	39.28%	40	71.48%	153.46%	-29.30%	-5.52%
CTL	4.85	-0.37	7.33%	20	61.87%	118.86%	21.96%	7.79%

CTXS	7.69	0	35.97%	80	83.33%	1259.23%	111.76%	107.86%
CVX	5.35	-0.79	31.5%	70	63.89%	90.44%	92.17%	62.83%
ED	6.58	-0.97	35.85%	80	54.33%	79.48%	35.94%	13.95%
HRB	6.02	-0.9	35.63%	60	153.67%	279.11%	-14.27%	-60.85%
KO	6.74	2.96	48.91%	50	-31.32%	57.53%	50.72%	15.52%
MMM	5.12	-0.81	48.93%	90	130.38%	5.85%	19.20%	7.88%
MO	4.16	0.51	35.29%	20	92.74%	439.44%	100.38%	51.68%
SCHW	5.15	4.81	43.93%	40	33.63%	470.43%	88.80%	20.73%
STZ	5.21	-0.96	48.86%	80	222.05%	354.08%	-18.83%	-45.23%
T	8.31	2.42	31.48%	30	-14.53%	35.23%	35.77%	29.27%

Tabela 25: Resultados para a Tendência Ascendente + Bull Flag

Acção	FitB	FitS	Remoção de Ruído (%)	Janela (dias)	Rent. B&H em Treino	Rent. Melhor Cromossoma em Treino	B&H no Teste	Média de 10 Runs no Teste
AA	7.16	1.79	10.89%	80	97.49%	210.48%	-50.01%	59.88%
AAPL	6.34	0.05	32.73%	80	679.56%	1221.36%	741.93%	437.97%
ABC	4.89	1.57	12.61%	20	101.93%	421.513%	130.79%	110.57%
ABT	5.72	-0.99	38.67%	80	69.15%	161.15%	28.68%	36.35%
ADBE	4.18	2.05	42.26%	50	484.51%	1671.11%	20.21%	22.44%
ADI	7.7	-0.49	27.56%	50	156.23%	799.88%	-2.12%	3.48%
ADM	7.09	2.07	10.49%	60	40.07%	143.23%	42.09%	86.51%
ADP	5.14	-0.88	27.29%	50	53.43%	118.58%	31.67%	-3.47%
ADSK	5.51	0.01	23.14%	30	269.53%	1000.88%	3.93%	24.18%
AEE	5.34	1.58	46.61%	20	109.58%	171.69%	-27.56%	-14.41%
AEP	5.77	1.22	26.43%	20	-0.29%	88.25%	25.21%	36.76%
AES	6.04	-0.92	44.75%	20	-40.20%	1861.5%	-9.44%	67.32%
AET	4.22	0.63	47.87%	80	264.88%	571.70%	1.77%	33.86%
AFL	4.19	0.04	24.46%	80	237.52%	261.87%	51.75%	40.8%
AGN	5.06	-0.2	40.76%	70	443.88%	390.38%	58.78%	12.16%
AIG	7.62	1.93	2.70%	50	71.93%	127.67%	-96.55%	-6.20%
AIV	5.01	1.23	46.86%	60	71.91%	98.46%	4.51%	11.21%
AKS	6.13	-0.76	22.76%	50	-9.28%	604.93%	41.19%	272.01%
ALL	7.98	-0.75	44.29%	50	30.23%	109.56%	-19.64%	33.50%
ALTR	7.35	-0.11	27.13%	70	124.95%	716.48%	37.07%	11.51%
AMAT	7.88	2.02	21.45%	60	116.83%	624.13%	-8.58%	-9.64%
AMD	6.86	1.62	38.14%	30	121.87%	2962.83%	-54.32%	-21.04%
AMGN	5.01	-0.62	43.70%	30	376.86%	553.72%	-9.52%	-46.47%
AMZN	4.44	2.49	31.61%	80	758.88%	3557.61%	252.33%	413.30%
AN	4.86	1.8	17.28%	30	-12.34%	381.08%	10.49%	40.15%
ANF	5.41	1.72	34.34%	30	212.05%	1227.57%	8.84%	-1.43%
AON	5.73	1.6	39.39%	40	-27.87%	89.41%	105.10%	27.61%
APA	4.18	-0.06	45.10%	80	243.33%	461.44%	132.68%	154.20%
APC	6.03	-0.11	31.49%	30	121.43%	182.77%	145.64%	104.96%
APD	7.22	-0.94	32.37%	80	59.60%	99.34%	48.42%	40.35%
APOL	4.02	-0.99	48.95%	80	498.16%	578.88%	-20.18%	-39.98%
ASH	4.49	1.86	21.44%	70	39.74%	156.94%	41.10%	146.70%
AVP	4.41	-0.88	47.79%	20	209.15%	466.68%	-6.98%	2.13%

AVY	4.18	-0.78	49.84%	50	54.58%	77.17%	-22.67%	-24.30%
AXP	4.18	-0.33	24.57%	20	99.96%	276.40%	4.52%	17.23%
AYE	4.4	-0.86	41.36%	70	-23.50%	428.37%	19.14%	33.99%
AZO	5.12	-0.74	45.11%	20	213.82%	719.10%	101.58%	42.84%
BA	7.52	0.99	44.07%	80	16.05%	227.55%	65.20%	100.60%
BAC	4.29	2.3	47.81%	40	96.48%	173.20%	-50.70%	-67.07%
BAX	4.11	-0.83	21.57%	60	62.81%	173.90%	54.56%	27.62%
BBBY	4.02	-0.98	44.93%	40	326.17%	264.84%	18.92%	31.33%
BBT	7.4	2.12	18.20%	80	68.60%	70.41%	6.80%	-9.33%
BBY	5.2	-0.95	49.02%	50	892.82%	1829.47%	30.14%	24.87%
BCR	4.12	0.49	45.37%	20	376.48%	638.19%	42.36%	2.21%
BDX	4.5	-0.92	41.46%	30	138.88%	131.54%	55.63%	-13.68%
BF-B	5.81	0.91	36.20%	20	100.93%	220.01%	71.50%	53.26%
BHI	5.96	-0.39	45.17%	70	11.39%	225.65%	38.47%	107.51%
BIG	4.11	0.31	6.50%	20	-73.64%	122.62%	257.74%	79.26%
BIIB	4.15	2.41	49.19%	30	1064.60%	4074.19%	-20.07%	-57.20%
BJS	4.16	0.82	45.86%	80	149.35%	669.39%	16.82%	89.16%
BK	6.86	-0.17	49.59%	50	37.74%	145.05%	3.84%	23.34%
BLL	4.12	1.74	20.98%	30	435.50%	524.28%	33.94%	56.81%
BMC	7.24	2.22	32.75%	60	-47.92%	96.92%	141.11%	21.11%
BMS	7.04	0.58	10.49%	70	68.77%	94.08%	25.13%	20.87%
BMX	4.32	0.56	37.09%	80	-32.02%	55.98%	27.14%	-7.63%
BRK-B	6.94	-0.29	24.15%	40	89.61%	85.78%	36.17%	-5.69%
BSX	5.74	1.9	34.96%	70	193.26%	562.26%	-78.73%	-47.77%
BXP	4.84	1.56	38.19%	60	197.67%	237.71%	79.30%	141.29%
C	4.45	-0.55	49.80%	20	118.89%	494.47%	-87.95%	-66.41%
CA	5.19	2.23	26.72%	20	-47.34%	517.80%	-13.16%	-29.87%
CAG	7.14	-0.51	16.93%	40	13.28%	119.13%	3.49%	-12.62%
CAH	7.72	-0.1	30.70%	50	70.30%	167.99%	9.24%	21.21%
CAM	4.54	-0.68	42.88%	30	-12.75%	288.64%	262.26%	389.68%
CAT	6.36	2.03	24.05%	30	133.11%	299.27%	65.58%	68.28%
CB	7.32	2.44	9.73%	60	24.73%	67.14%	59.26%	22.23%
CBE	4.56	-0.84	43.54%	30	78.69%	303.21%	67.86%	24.64%
CCE	6.96	2.08	7.91%	20	-37.14%	147.12%	44.65%	27.16%
CCL	4.51	0.72	34.52%	30	130.93%	557.98%	-17.35%	-3.37%
CEG	5.41	-0.68	44.43%	60	68.31%	251.94%	-2.67%	46.18%
CELG	4.44	0.6	20.28%	80	1858.33%	6576.22%	324.19%	228.68%
CHK	4.62	1.85	21.51%	40	122.29%	1304.74%	62.05%	0.25%
CHRW	4	-0.86	41.28%	80	409.60%	386.13%	141.68%	97.10%
CI	7.13	0.36	45.28%	50	54.53%	219.40%	29.39%	136.51%
CINF	6.59	-0.89	41.87%	80	24.79%	69.55%	-11.09%	7.69%
CL	5.4	1.13	14.84%	50	56.13%	48.70%	86.63%	26.24%
CLF	7.69	0.9	13.25%	50	183.03%	714.67%	498.61%	7.21%
CLX	4.1	-0.06	41.33%	20	69.49%	235.26%	27.96%	-13.83%
CMA	7.47	-0.25	39.57%	30	29.53%	158.73%	-8.32%	-21.39%
CMCSA	4.2	-0.17	48.28%	80	107.91%	262.76%	-11.02%	9.53%
CMS	7.91	0.97	28.10%	20	-69.41%	176.75%	74.63%	13.63%
CNP	7.25	2.06	11.94%	30	-28.53%	248.98%	72.64%	56.46%
COF	4.04	1.23	30.25%	40	366.16%	790.01%	-39.09%	6.83%

COG	6.14	0.18	38.62%	20	138.52%	231.02%	188.93%	63.77%
COP	6.1	-0.53	39.35%	80	113.10%	175.84%	59.42%	71.64%
CPB	7.78	-0.16	15.21%	80	-33.74%	37.18%	39.14%	19.45%
CPWR	4.06	1.9	31.54%	20	-64.85%	97.58%	52.90%	18.32%
CSC	4.6	2.25	46.51%	30	29.21%	141.97%	3.97%	31.88%
CSCO	7.02	-0.76	35.95%	50	99.59%	900.01%	42.19%	57.70%
CTAS	4.61	0.35	23.63%	30	71.48%	168.50%	-29.30%	-3.56%
CTL	4.51	-0.24	6.15%	20	61.88%	163.61%	21.96%	4.64%
CTXS	5.89	-0.06	2.68%	40	83.34%	2180.65%	111.76%	80.02%
CVX	5.86	-0.61	35.72%	80	63.89%	96.81%	92.17%	60.89%
ED	6.73	1.77	49.23%	70	54.33%	79.55%	35.94%	-1.18%
HRB	5.97	0.42	41.89%	80	153.67%	248.30%	-14.27%	-54.18%
KO	6.65	1.78	1.72%	50	-31.31%	53.78%	50.72%	19.07%
MMM	4.01	-0.48	39.43%	80	130.38%	138.94%	19.20%	16.77%
MO	4.08	0.54	32.60%	20	92.75%	493.48%	100.38%	51.67%
SCHW	6.85	2.2	30.71%	20	33.63%	561.83%	88.80%	10.21%
STZ	5.11	-0.86	33.31%	80	222.05%	383.68%	-18.83%	-30.45%
T	7.95	2.03	45.18%	80	-14.53%	37.75%	35.77%	49.19%

Tabela 26: Resultados para a Tendência Ascendente + Breakout

Ação	FitB	FitS	Remoção de Ruído (%)	Janela (dias)	Rent. B&H em Treino	Rent. Melhor Cromossoma em Treino	B&H no Teste	Média de 10 Runs no Teste
AA	7.01	1.86	8.84%	80	97.49%	213.80%	-50.01%	39.68%
AAPL	6.67	-0.8	41.08%	60	679.56%	1268.18%	741.93%	662.88%
ABC	4.99	2.06	25.09%	20	101.93%	301.25%	130.79%	117.49%
ABT	5.84	-0.72	48.76%	80	69.15%	148.00%	28.68%	50.57%
ADBE	4.74	-0.63	42.11%	40	484.51%	1507.58%	20.21%	19.72%
ADI	7.31	0.2	34.95%	60	156.23%	843.22%	-2.12%	-1.80%
ADM	6.56	0	3.52%	60	40.07%	122.55%	42.09%	27.89%
ADP	4.22	-0.48	41.06%	60	53.43%	128.80%	31.67%	-17.63%
ADSK	5.49	2.43	45.67%	40	269.53%	935.52%	3.93%	-10.54%
AEE	6.74	0.97	43.00%	20	109.58%	124.40%	-27.56%	-17.25%
AEP	5.4	2.01	28.59%	20	-0.29%	90.30%	25.21%	28.70%
AES	6.01	-0.94	48.97%	20	-40.20%	1426.66%	-9.44%	73.84%
AET	4	0.78	49.17%	80	264.88%	667.38%	1.77%	21.47%
AFL	4.26	-0.73	26.59%	80	237.52%	214.42%	51.75%	32.19%
AGN	5.82	0.17	48.99%	80	443.88%	410.80%	58.78%	30.84%
AIG	4.5	1.48	2.27%	40	71.93%	92.76%	-96.55%	57.31%
AIV	4.52	0.14	47.96%	30	71.91%	121.66%	4.51%	51.68%
AKS	5.62	1.18	48.22%	70	-9.28%	486.05%	41.19%	270.16%
ALL	7.87	2.45	48.10%	70	30.23%	110.45%	-19.64%	23.37%
ALTR	7.97	2	44.05%	80	124.95%	468.70%	37.07%	14.72%
AMAT	7.82	-0.04	35.59%	40	116.83%	658.51%	-8.58%	-7.54%
AMD	6.01	0.57	19.64%	30	121.87%	2870.89%	-54.32%	8.51%
AMGN	4.34	-0.96	44.01%	50	376.86%	521.12%	-9.52%	-51.30%
AMZN	5.55	0.21	25.59%	60	758.88%	3964.33%	252.33%	396.55%

AN	4.29	1.23	11.30%	20	-12.34%	273.11%	10.49%	-1.19%
ANF	4.19	2.21	46.73%	30	212.05%	1346.58%	8.84%	51.41%
AON	6.96	1.44	19.11%	20	-27.87%	94.73%	105.10%	31.17%
APA	4.89	-0.78	49.52%	80	243.33%	381.24%	132.68%	142.12%
APC	4.16	-0.24	26.87%	30	121.43%	131.97%	145.64%	129.61%
APD	5	1.6	46.85%	60	59.60%	85.10%	48.42%	104.84%
APOL	6.5	-0.69	37.32%	80	498.16%	667.11%	-20.18%	6.26%
ASH	5.53	-0.64	2.28%	70	39.74%	207.70%	41.10%	167.61%
AVP	4.11	-0.78	42.27%	20	209.15%	337.32%	-6.98%	-11.27%
AVY	5	-0.19	40.84%	80	54.58%	65.43%	-22.67%	-45.50%
AXP	4.12	0.36	18.69%	50	99.96%	182.73%	4.52%	45.37%
AYE	4.57	-0.79	40.38%	70	-23.50%	433.18%	19.14%	28.12%
AZO	4.07	-0.77	49.40%	20	213.82%	538.35%	101.58%	60.26%
BA	6.49	-0.34	43.44%	80	16.05%	238.83%	65.20%	207.46%
BAC	4.35	-0.59	49.83%	30	96.48%	132.02%	-50.70%	-55.29%
BAX	5.91	-0.98	49.28%	70	62.81%	201.64%	54.56%	15.29%
BBBY	4.2	-0.87	48.75%	40	326.17%	281.76%	18.92%	1.38%
BBT	4.64	1.6	26.83%	30	68.60%	86.83%	6.80%	41.50%
BBY	5	1.55	42.01%	40	892.82%	1921.41%	30.14%	45.83%
BCR	4.6	0.53	32.83%	20	376.48%	663.30%	42.36%	-10.73%
BDX	4.22	-0.2	32.40%	70	138.88%	90.56%	55.63%	5.50%
BF-B	4.68	2.44	48.06%	20	100.93%	170.06%	71.50%	34.70%
BHI	4.7	-0.24	46.81%	70	11.39%	213.53%	38.47%	97.46%
BIG	7.04	1.38	34.75%	20	-73.64%	63.16%	257.74%	190.61%
BIIB	4.84	-0.51	47.98%	80	1064.60%	2858.96%	-20.07%	-33.92%
BJS	4.79	1.67	36.57%	60	149.35%	735.46%	16.82%	12.97%
BK	4.37	-0.99	43.68%	80	37.74%	94.91%	3.84%	42.21%
BLL	5.36	2	38.39%	30	435.50%	425.40%	33.94%	22.92%
BMC	4.34	0.17	49.15%	20	-47.92%	98.50%	141.11%	60.39%
BMS	7.03	0.88	23.66%	80	68.77%	95.67%	25.13%	5.70%
BMV	4.83	0.28	34.24%	50	-32.02%	62.39%	27.14%	-15.08%
BRK-B	7.04	-0.85	28.56%	50	89.61%	60.73%	36.17%	8.32%
BSX	5.51	1.84	38.06%	70	193.26%	503.99%	-78.73%	-52.10%
BXP	4.43	-0.54	43.11%	40	197.67%	214.75%	79.30%	174.56%
C	4	-0.29	41.35%	20	118.89%	428.68%	-87.95%	-85.72%
CA	4.02	2.3	37.72%	20	-47.34%	350.65%	-13.16%	-39.83%
CAG	6.96	-0.97	14.03%	40	13.28%	77.52%	3.49%	-20.40%
CAH	4.75	-0.97	41.74%	80	70.30%	123.86%	9.24%	-6.53%
CAM	5.9	-0.06	39.28%	40	-12.75%	251.41%	262.26%	104.38%
CAT	6.92	2.28	37.29%	70	133.11%	249.52%	65.58%	41.79%
CB	7.24	-0.71	41.72%	50	24.73%	43.65%	59.26%	33.73%
CBE	4.62	-0.44	46.03%	30	78.69%	376.42%	67.86%	42.86%
CCE	6.08	1.18	3.59%	20	-37.14%	56.09%	44.65%	17.59%
CCL	4.49	0.86	35.97%	30	130.93%	463.43%	-17.35%	-7.53%
CEG	4.94	-0.7	44.81%	60	68.31%	223.81%	-2.67%	49.33%
CELG	4.14	0.72	20.43%	80	1858.33%	5571.99%	324.19%	224.78%
CHK	5.1	-0.14	48.55%	30	122.29%	1389.33%	62.05%	37.54%
CHRW	4.13	-0.93	47.70%	80	409.60%	365.24%	141.68%	108.10%
CI	5.2	2.49	38.15%	60	54.53%	179.14%	29.39%	92.24%

CINF	4.53	-0.73	47.19%	70	24.79%	55.69%	-11.09%	-43.93%
CL	7.67	2	48.67%	30	56.13%	56.45%	86.63%	37.40%
CLF	7.71	0.56	12.86%	50	183.03%	591.26%	498.61%	73.40%
CLX	4.14	1.06	14.11%	20	69.49%	301.36%	27.96%	-0.44%
CMA	7.22	0.08	47.20%	30	29.53%	128.38%	-8.32%	7.10%
CMCSA	4.54	-0.48	40.95%	60	107.91%	314.34%	-11.02%	-16.98%
CMS	7.16	1.33	23.68%	30	-69.41%	114.31%	74.63%	43.64%
CNP	7.85	0.06	22.68%	20	-28.53%	261.69%	72.64%	52.77%
COF	4.04	-0.67	28.93%	30	366.16%	551.15%	-39.09%	-4.23%
COG	4.38	1.47	40.32%	80	138.52%	201.03%	188.93%	122.22%
COP	5.28	0.89	7.18%	80	113.10%	118.40%	59.42%	25.51%
CPB	7.22	-0.21	3.71%	70	-33.74%	17.84%	39.14%	18.15%
CPWR	4.12	-0.92	41.34%	20	-64.85%	113.81%	52.90%	62.30%
CSC	4.21	-0.32	40.13%	80	29.21%	119.49%	3.97%	7.70%
CSCO	7.31	-0.01	27.79%	40	99.59%	581.65%	42.19%	57.69%
CTAS	5.9	1.65	46.96%	30	71.48%	146.22%	-29.30%	-0.97%
CTL	4.29	-0.32	36.84%	20	61.88%	113.02%	21.96%	39.93%
CTXS	7.02	-0.95	11.10%	80	83.34%	1418.95%	111.76%	113.24%
CVX	5.41	-0.44	32.28%	80	63.89%	94.37%	92.17%	57.54%
ED	6.84	-0.7	49.24%	30	54.33%	83.32%	35.94%	10.57%
HRB	5.5	-0.52	30.60%	70	153.67%	292.37%	-14.27%	-61.48%
KO	4.43	1.91	37.49%	50	-31.31%	36.52%	50.72%	22.89%
MMM	5.69	-0.74	48.54%	80	130.38%	114.64%	19.20%	4.61%
MO	4.08	0.15	13.43%	20	92.75%	426.94%	100.38%	44.04%
SCHW	5.09	2.13	5.62%	30	33.63%	305.19%	88.80%	0.62%
STZ	4.52	-0.86	35.43%	80	222.05%	330.69%	-18.83%	-46.57%
T	5.77	0.14	34.51%	70	-14.53%	40.26%	35.77%	40.23%

Tabela 27: Resultados para a Tendência Ascendente + Breakout Slim

Ação	FitB	FitS	Remoção de Ruído (%)	Janela (dias)	Rent. B&H em Treino	Rent. Melhor Cromossoma em Treino	B&H no Teste	Média de 10 Runs no Teste
AA	7	1.94	8.87%	80	97.49%	220.42%	-50.01%	35.83%
AAPL	6.57	-0.85	40.01%	60	679.56%	1268.18%	741.93%	659.93%
ABC	4.45	2.06	25.01%	20	101.93%	304.81%	130.79%	136.96%
ABT	5.83	-0.69	49.77%	80	69.15%	148.00%	28.68%	48.48%
ADBE	4.38	2.15	24.47%	40	484.51%	2182.50%	20.21%	-16.77%
ADI	7.53	0.22	35.75%	60	156.23%	1015.75%	-2.12%	1.58%
ADM	4.13	0.55	11.30%	30	40.07%	125.60%	42.09%	64.04%
ADP	4.19	-0.35	42.64%	60	53.43%	115.28%	31.67%	-18.00%
ADSK	5.42	2.07	48.95%	40	269.53%	834.33%	3.93%	-6.87%
AEE	4.03	1.61	49.66%	20	109.58%	119.55%	-27.56%	-17.45%
AEP	5.26	1.64	4.63%	20	-0.29%	96.82%	25.21%	49.90%
AES	6.05	-0.84	44.79%	20	-40.20%	1650.17%	-9.44%	66.40%
AET	4.03	0.71	48.20%	80	264.88%	667.38%	1.77%	20.74%
AFL	4.15	-0.74	25.18%	80	237.52%	214.69%	51.75%	29.96%
AGN	5.7	0.27	48.54%	80	443.88%	411.22%	58.78%	26.80%

AIG	6.72	2.11	44.43%	30	71.93%	87.08%	-96.55%	44.07%
AIV	4.43	0.25	47.24%	30	71.91%	116.24%	4.51%	48.87%
AKS	6.93	1.06	4.65%	40	-9.28%	535.15%	41.19%	228.40%
ALL	6.84	2.32	48.56%	60	30.23%	116.95%	-19.64%	2.25%
ALTR	7.66	1.93	45.09%	80	124.95%	468.57%	37.07%	14.13%
AMAT	7.59	0.16	38.08%	40	116.83%	696.63%	-8.58%	-4.83%
AMD	5.95	0.57	16.93%	30	121.87%	2917.28%	-54.32%	2.26%
AMGN	4.34	-0.96	44.43%	50	376.86%	521.12%	-9.52%	-48.31%
AMZN	4.49	0.21	26.14%	60	758.88%	4469.53%	252.33%	279.04%
AN	7.25	2.41	47.86%	20	-12.34%	273.34%	10.49%	-28.49%
ANF	4.14	2.24	48.63%	30	212.05%	1384.68%	8.84%	49.57%
AON	6.32	1.95	48.09%	20	-27.87%	129.81%	105.10%	6.90%
APA	4.83	-0.4	48.08%	80	243.33%	381.24%	132.68%	143.10%
APC	4	-0.1	29.65%	30	121.43%	131.25%	145.64%	129.84%
APD	7.31	-0.36	45.75%	80	59.60%	90.08%	48.42%	79.35%
APOL	6.5	-0.66	37.45%	80	498.16%	667.11%	-20.18%	8.57%
ASH	4.58	2.07	10.72%	80	39.74%	186.29%	41.10%	161.34%
AVP	4.03	-0.91	47.71%	20	209.15%	317.24%	-6.98%	-10.55%
AVY	4.95	-0.52	41.97%	80	54.58%	59.17%	-22.67%	-46.52%
AXP	4.03	0.36	17.72%	50	99.96%	179.64%	4.52%	46.52%
AYE	4.64	-0.74	41.31%	70	-23.50%	437.11%	19.14%	31.25%
AZO	4.09	-0.69	40.49%	20	213.82%	568.51%	101.58%	51.48%
BA	6.46	-0.36	43.49%	80	16.05%	238.83%	65.20%	199.53%
BAC	4.3	-0.78	49.57%	30	96.48%	138.56%	-50.70%	-48.37%
BAX	5.99	-0.93	49.46%	70	62.81%	195.58%	54.56%	17.13%
BBBY	4.2	-0.85	48.28%	40	326.17%	281.76%	18.92%	5.78%
BBT	7.22	0.73	29.86%	80	68.60%	72.48%	6.80%	6.07%
BBY	4.88	1.49	42.23%	40	892.82%	1916.32%	30.14%	41.29%
BCR	4.27	0.49	32.08%	20	376.48%	666.87%	42.36%	-11.01%
BDX	6	1.04	13.94%	50	138.88%	179.07%	55.63%	-9.94%
BF-B	4.97	2.41	45.72%	20	100.93%	171.48%	71.50%	28.09%
BHI	5.33	-0.47	47.12%	60	11.39%	201.26%	38.47%	94.56%
BIG	6.97	1.4	37.79%	20	-73.64%	70.33%	257.74%	142.14%
BIIB	4.71	-0.57	48.44%	80	1064.60%	3279.35%	-20.07%	-31.14%
BJS	4.35	1.98	24.34%	60	149.35%	846.78%	16.82%	6.87%
BK	6.51	-0.11	49.20%	50	37.74%	109.11%	3.84%	35.31%
BLL	5.3	1.97	33.82%	30	435.50%	420.80%	33.94%	43.19%
BMC	6.91	2.47	39.95%	70	-47.92%	100.68%	141.11%	27.65%
BMS	7.21	-0.98	27.03%	80	68.77%	107.12%	25.13%	10.65%
BMJ	4.78	0.25	35.55%	50	-32.02%	64.84%	27.14%	-16.77%
BRK-B	6.98	-0.86	29.86%	50	89.61%	78.53%	36.17%	17.40%
BSX	5.51	1.81	39.48%	70	193.26%	522.07%	-78.73%	-54.97%
BXP	4.25	-0.95	44.70%	40	197.67%	217.24%	79.30%	195.39%
C	4	-0.55	49.82%	20	118.89%	421.12%	-87.95%	-75.44%
CA	4.02	2.16	39.92%	20	-47.34%	307.18%	-13.16%	-38.04%
CAG	7	-0.65	17.31%	40	13.28%	104.12%	3.49%	-13.50%
CAH	4.72	-0.89	39.82%	80	70.30%	126.30%	9.24%	-13.14%
CAM	5.24	-0.06	38.25%	40	-12.75%	231.69%	262.26%	120.13%
CAT	5.93	2.38	28.96%	70	133.11%	264.06%	65.58%	14.52%

CB	6.18	-0.43	34.99%	50	24.73%	40.91%	59.26%	7.45%
CBE	4.3	-0.46	42.60%	30	78.69%	351.79%	67.86%	68.79%
CCE	7.46	2.31	2.12%	20	-37.14%	79.32%	44.65%	22.59%
CCL	4.41	0.85	39.15%	30	130.93%	399.61%	-17.35%	-6.21%
CEG	4.85	-0.68	45.06%	60	68.31%	223.81%	-2.67%	68.47%
CELG	4.12	0.65	21.15%	80	1858.33%	5211.56%	324.19%	202.33%
CHK	5.45	-0.37	1.63%	20	122.29%	1421.90%	62.05%	49.17%
CHRW	4.19	-0.9	48.77%	80	409.60%	355.75%	141.68%	107.12%
CI	4.75	-0.62	17.30%	60	54.53%	154.79%	29.39%	67.38%
CINF	4.71	-0.52	46.77%	70	24.79%	57.69%	-11.09%	-42.15%
CL	7.81	2.34	28.91%	30	56.13%	63.30%	86.63%	27.96%
CLF	7.66	0.7	7.96%	50	183.03%	692.26%	498.61%	59.05%
CLX	4.12	0.18	44.22%	20	69.49%	289.86%	27.96%	-19.36%
CMA	4	0.04	40.88%	30	29.53%	123.55%	-8.32%	-25.80%
CMCSA	4.06	-0.02	31.52%	60	107.91%	293.15%	-11.02%	-23.42%
CMS	6.07	1.34	23.45%	30	-69.41%	124.57%	74.63%	68.86%
CNP	4.37	0.68	48.02%	20	-28.53%	214.44%	72.64%	120.93%
COF	4.05	-0.15	32.37%	30	366.16%	390.36%	-39.09%	-8.62%
COG	4.59	1.44	41.92%	80	138.52%	197.64%	188.93%	107.27%
COP	4.43	1.84	2.90%	80	113.10%	118.35%	59.42%	28.47%
CPB	7.67	0.59	12.53%	60	-33.74%	14.96%	39.14%	14.54%
CPWR	4.18	-0.66	47.81%	20	-64.85%	80.47%	52.90%	78.75%
CSC	4.16	-0.37	42.25%	80	29.21%	121.26%	3.97%	16.05%
CSCO	6.91	-0.2	37.33%	50	99.59%	604.10%	42.19%	61.46%
CTAS	4.78	-0.78	43.67%	20	71.48%	152.10%	-29.30%	-15.91%
CTL	4.14	0.01	25.66%	20	61.88%	119.68%	21.96%	30.88%
CTXS	7.21	0.27	45.21%	80	83.34%	1373.71%	111.76%	104.09%
CVX	5,4	-0,4	27,91%	80	63,89%	95,72%	92,17%	56,37%
ED	6,6	-0,96	39,09%	80	54,33%	79,48%	35,94%	6,08%
HRB	6,02	-0,74	35,96%	60	153,67%	279,11%	-14,27%	-61,03%
KO	4,02	2,31	34,80%	50	-31,31%	44,08%	50,72%	26,20%
MMM	5,69	-0,74	48,27%	80	130,38%	114,64%	19,20%	1,37%
MO	6,97	0,58	35,34%	20	92,75%	428,19%	100,38%	38,95%
SCHW	6,03	1,37	48,54%	60	33,63%	342,82%	88,80%	7,09%
STZ	5,27	-0,98	48,98%	80	222,05%	357,14%	-18,83%	-45,21%
T	5,75	-0,11	34,50%	70	-14,53%	36,40%	35,77%	32,98%

Tabela 28: Resultados para a Tendência Ascendente + MM30

Acção	FitB	FitS	Remoção de Ruído (%)	Janela (dias)	Rent. B&H em Treino	Rent. Melhor Cromossoma em Treino	B&H no Teste	Média de 10 Runs no Teste
AA	4,01	1,98	41,49%	50	97,49%	82,27%	-50,01%	-22,47%
AAPL	6,98	0,94	5,34%	30	679,56%	229,53%	741,93%	103,49%
ABC	4,01	2,2	47,35%	20	101,93%	191,40%	130,79%	52,20%
ABT	4,34	0	35,77%	40	69,15%	21,13%	28,68%	-14,13%
ADBE	7,03	1,83	32,70%	60	484,51%	209,73%	20,21%	-0,85%
ADI	7,59	0,06	45,86%	40	156,23%	137,73%	-2,12%	-28,19%
ADM	6,7	2,06	28,15%	70	40,07%	104,66%	42,09%	10,02%

ADP	6,71	2,17	45,79%	20	53,43%	56,30%	31,67%	-25,43%
ADSK	4,23	-0,62	0,05%	70	269,53%	277,98%	3,93%	-26,35%
AEE	6,75	0,86	48,97%	20	109,58%	103,64%	-27,56%	-15,01%
AEP	4,18	-0,48	49,13%	30	-0,29%	181,49%	25,21%	-10,89%
AES	4,15	-0,73	25,55%	40	-40,20%	654,23%	-9,44%	30,02%
AET	5,07	1,34	29,48%	60	264,88%	277,62%	1,77%	-16,57%
AFL	6,99	1,94	10,32%	70	237,52%	12,13%	51,75%	-36,22%
AGN	4,16	-0,81	47,76%	30	443,88%	157,22%	58,78%	-4,12%
AIG	7,99	1,66	47,13%	80	71,93%	1,51%	-96,55%	20,02%
AIV	4,26	0,36	32,42%	60	71,91%	50,18%	4,51%	62,62%
AKS	4,48	0,61	47,31%	40	-9,28%	492,32%	41,19%	174,64%
ALL	6,89	2,28	46,18%	60	30,23%	54,88%	-19,64%	9,44%
ALTR	7,65	1,78	22,31%	40	124,95%	5,75%	37,07%	-28,23%
AMAT	6,06	2,17	49,39%	40	116,83%	147,77%	-8,58%	-17,50%
AMD	4,34	2,44	34,24%	40	121,87%	1722,90%	-54,32%	91,27%
AMGN	5,16	0,49	2,04%	50	376,86%	68,99%	-9,52%	48,20%
AMZN	4,39	0,31	30,07%	40	758,88%	885,98%	252,33%	95,88%
AN	4,84	1,59	40,12%	20	-12,34%	354,51%	10,49%	-9,86%
ANF	4,1	2,18	49,13%	30	212,05%	459,12%	8,84%	100,48%
AON	6,28	0,42	49,67%	20	-27,87%	142,86%	105,10%	-9,51%
APA	5,39	0,81	2,84%	80	243,33%	49,57%	132,68%	-37,31%
APC	7,99	1,8	16,63%	50	121,43%	33,09%	145,64%	7,82%
APD	4,34	-0,39	48,34%	30	59,60%	38,84%	48,42%	-33,70%
APOL	7,98	2,12	24,05%	60	498,16%	15,63%	-20,18%	-4,91%
ASH	7,06	-0,42	44,20%	20	39,74%	85,34%	41,10%	242,46%
AVP	7,83	0,64	48,55%	30	209,15%	61,59%	-6,98%	-5,71%
AVY	5,46	1,42	0,65%	50	54,58%	27,38%	-22,67%	-16,50%
AXP	7,57	2,26	2,53%	60	99,96%	9,36%	4,52%	-7,53%
AYE	5,45	0,92	0,91%	20	-23,50%	155,47%	19,14%	42,36%
AZO	4,86	-0,8	44,36%	80	213,82%	254,84%	101,58%	-5,08%
BA	4,04	1,21	28,83%	70	16,05%	79,30%	65,20%	49,37%
BAC	5,15	2,32	42,70%	20	96,48%	9,69%	-50,70%	-50,92%
BAX	7,89	-0,15	1,79%	30	62,81%	16,24%	54,56%	13,10%
BBBY	7,99	-0,12	11,35%	70	326,17%	1,53%	18,92%	-11,51%
BBT	5,7	1,2	43,75%	60	68,60%	17,82%	6,80%	-25,62%
BBY	5,81	0,78	37,38%	30	892,82%	163,14%	30,14%	30,45%
BCR	4,01	-0,97	0,82%	20	376,48%	248,86%	42,36%	-15,59%
BDX	7,96	-0,78	42,66%	80	138,88%	16,03%	55,63%	-10,51%
BF-B	4,78	1,07	48,48%	20	100,93%	75,06%	71,50%	14,93%
BHI	7,66	0,29	27,90%	60	11,39%	9,91%	38,47%	-6,90%
BIG	5,73	2,28	49,62%	50	-73,64%	188,37%	257,74%	142,46%
BIIB	4,77	0,89	33,97%	40	1064,60%	588,91%	-20,07%	-37,16%
BJS	4,01	1,09	48,35%	80	149,35%	226,70%	16,82%	-7,37%
BK	5,52	0,31	24,46%	50	37,74%	21,71%	3,84%	-39,04%
BLL	4,16	0,2	42,89%	30	435,50%	266,72%	33,94%	-3,25%
BMC	7,28	0,18	12,57%	70	-47,92%	18,35%	141,11%	-23,25%
BMS	4,94	1,51	41,93%	20	68,77%	28,38%	25,13%	-25,71%
BMY	5,57	-0,33	7,39%	70	-32,02%	4,25%	27,14%	-24,46%
BRK-B	4,36	1,86	47,78%	30	89,61%	64,66%	36,17%	19,59%

BSX	6,63	1,59	41,15%	60	193,26%	116,56%	-78,73%	-20,69%
BXP	4,11	2,45	46,45%	50	197,67%	188,09%	79,30%	11,08%
C	5,72	2,47	45,78%	40	118,89%	53,80%	-87,95%	-17,84%
CA	4,72	1,18	13,48%	20	-47,34%	67,06%	-13,16%	-35,35%
CAG	4,55	0,13	33,27%	50	13,28%	64,52%	3,49%	-5,45%
CAH	5,49	2,18	42,10%	80	70,30%	30,87%	9,24%	-16,99%
CAM	6,16	0	46,36%	80	-12,75%	24,33%	262,26%	-25,37%
CAT	6,2	-0,02	25,51%	70	133,11%	89,90%	65,58%	7,11%
CB	7,53	0,15	33,12%	40	24,73%	13,40%	59,26%	-10,71%
CBE	4,12	2	45,64%	30	78,69%	251,20%	67,86%	47,84%
CCE	4,97	0,68	43,60%	40	-37,14%	148,93%	44,65%	-6,47%
CCL	4,24	1,38	41,33%	40	130,93%	248,32%	-17,35%	29,04%
CEG	4,02	1,7	36,56%	40	68,31%	107,87%	-2,67%	105,92%
CELG	4,03	-0,01	43,28%	30	1858,33%	1633,58%	324,19%	64,21%
CHK	4,28	-0,66	10,66%	20	122,29%	664,36%	62,05%	8,74%
CHRW	4,61	2,49	47,19%	20	409,60%	41,46%	141,68%	18,00%
CI	5,19	2,32	26,77%	20	54,53%	88,53%	29,39%	30,46%
CINF	6,54	0,27	48,69%	70	24,79%	17,85%	-11,09%	-10,68%
CL	7,87	2,4	45,19%	30	56,13%	22,33%	86,63%	7,53%
CLF	6,45	2,39	48,06%	80	183,03%	496,46%	498,61%	123,74%
CLX	4,26	2,41	47,56%	20	69,49%	69,38%	27,96%	11,39%
CMA	4,17	-0,84	47,97%	20	29,53%	72,42%	-8,32%	-45,59%
CMCSA	7,91	-0,15	2,55%	20	107,91%	14,67%	-11,02%	2,19%
CMS	4,23	2,09	42,10%	20	-69,41%	250,16%	74,63%	42,97%
CNP	4,25	2,19	46,46%	20	-28,53%	170,87%	72,64%	35,71%
COF	4,17	-0,05	47,20%	30	366,16%	319,47%	-39,09%	-30,79%
COG	4,02	0,15	48,13%	70	138,52%	86,82%	188,93%	12,75%
COP	5,45	-0,78	28,57%	80	113,10%	64,80%	59,42%	-8,06%
CPB	7,97	-0,58	17,72%	40	-33,74%	9,48%	39,14%	5,32%
CPWR	4,28	-0,96	41,91%	30	-64,85%	46,02%	52,90%	21,11%
CSC	7,52	1,21	21,80%	20	29,21%	45,38%	3,97%	-23,78%
CSCO	6,51	2,26	26,54%	70	99,59%	193,41%	42,19%	-11,00%
CTAS	7,94	1,75	35,34%	40	71,48%	27,58%	-29,30%	-6,08%
CTL	5,44	2,41	23,48%	20	61,88%	38,54%	21,96%	-25,67%
CTXS	6,34	2,05	37,70%	40	83,34%	417,50%	111,76%	-3,73%
CVX	5,78	1,83	4,00%	20	63,89%	26,05%	92,17%	8,40%
ED	6,52	0,85	47,31%	30	54,33%	37,60%	35,94%	13,04%
HRB	7,26	1,25	25,07%	70	153,67%	93,19%	-14,27%	-23,70%
KO	4,1	1,89	24,35%	50	-31,31%	53,46%	50,72%	-1,69%
MMM	5,46	0,12	38,95%	20	130,38%	61,06%	19,20%	4,94%
MO	4,48	0,32	10,49%	30	92,75%	207,42%	100,38%	48,09%
SCHW	5,98	-0,35	41,33%	40	33,63%	197,02%	88,80%	-21,73%
STZ	5,74	0,02	45,04%	70	222,05%	66,01%	-18,83%	-23,22%
T	7,47	-0,13	21,34%	60	-14,53%	12,24%	35,77%	6,03%

Tabela 29: Resultados para a Tendência Ascendente + MM30 v2

Ação	FitB	FitS	Remoção de Ruído (%)	Janela (dias)	Rent. B&H em Treino	Rent. Melhor Cromossoma em Treino	B&H no Teste	Média de 10 Runs no Teste
AA	6,57	1,18	8,88%	80	97,49%	239,64%	-50,01%	37,43%
AAPL	6,62	-0,99	41,58%	60	679,56%	1268,18%	741,93%	617,01%
ABC	4,28	0,24	43,02%	30	101,93%	233,83%	130,79%	111,62%
ABT	5,86	-0,16	48,26%	80	69,15%	144,16%	28,68%	42,79%
ADBE	4,02	1,38	18,75%	40	484,51%	1902,19%	20,21%	-15,28%
ADI	7,52	-0,24	34,85%	60	156,23%	1060,44%	-2,12%	-1,85%
ADM	7,44	1,86	22,07%	60	40,07%	115,27%	42,09%	60,43%
ADP	4,23	-0,98	0,54%	50	53,43%	118,00%	31,67%	-18,12%
ADSK	5,49	2,41	48,75%	40	269,53%	828,89%	3,93%	2,45%
AEE	4,85	0,99	48,68%	20	109,58%	121,06%	-27,56%	2,15%
AEP	5,22	1,66	7,17%	20	-0,29%	94,41%	25,21%	46,59%
AES	6,12	-0,89	41,73%	20	-40,20%	1657,07%	-9,44%	45,81%
AET	4,01	0,72	48,65%	80	264,88%	667,38%	1,77%	44,61%
AFL	4,16	-0,09	28,12%	80	237,52%	202,06%	51,75%	26,43%
AGN	5,77	0,18	48,27%	80	443,88%	410,80%	58,78%	26,52%
AIG	5,38	1,48	7,00%	40	71,93%	84,22%	-96,55%	23,71%
AIV	4,42	0,31	48,24%	30	71,91%	115,85%	4,51%	47,10%
AKS	6,04	-0,62	23,31%	50	-9,28%	451,22%	41,19%	225,45%
ALL	7,23	0,25	45,88%	50	30,23%	121,88%	-19,64%	27,61%
ALTR	7,46	1,9	49,03%	80	124,95%	510,94%	37,07%	15,36%
AMAT	7,41	0,23	36,45%	40	116,83%	692,91%	-8,58%	-14,42%
AMD	6,3	0,94	29,97%	30	121,87%	3705,62%	-54,32%	-16,53%
AMGN	4,11	-0,96	46,73%	50	376,86%	495,86%	-9,52%	-48,71%
AMZN	4,66	0,21	25,08%	60	758,88%	5681,50%	252,33%	269,54%
AN	4,09	0,69	7,64%	20	-12,34%	388,39%	10,49%	-4,70%
ANF	4,09	2,33	49,80%	30	212,05%	1402,78%	8,84%	131,76%
AON	6,25	2,09	49,37%	20	-27,87%	136,81%	105,10%	11,30%
APA	4,88	-0,62	49,74%	80	243,33%	381,24%	132,68%	172,82%
APC	4,09	-0,07	31,09%	30	121,43%	123,34%	145,64%	117,49%
APD	7,21	-0,79	38,49%	80	59,60%	89,59%	48,42%	42,86%
APOL	6,45	-0,93	25,50%	80	498,16%	661,09%	-20,18%	0,91%
ASH	6,1	-0,11	25,30%	70	39,74%	186,93%	41,10%	98,54%
AVP	4,01	-0,88	41,31%	20	209,15%	328,90%	-6,98%	6,52%
AVY	4,8	-0,12	43,80%	80	54,58%	64,22%	-22,67%	-16,30%
AXP	4,03	0,36	18,99%	50	99,96%	182,07%	4,52%	52,08%
AYE	4,44	-0,48	40,93%	70	-23,50%	424,70%	19,14%	17,62%
AZO	4,05	-0,69	40,89%	20	213,82%	571,56%	101,58%	36,57%
BA	6,51	-0,26	43,52%	80	16,05%	235,75%	65,20%	157,45%
BAC	4,29	-0,8	48,38%	30	96,48%	138,56%	-50,70%	-35,00%
BAX	5,38	-0,47	35,91%	80	62,81%	198,07%	54,56%	18,18%
BBBY	4,05	-0,87	47,78%	40	326,17%	281,76%	18,92%	-3,67%
BBT	6,88	0,34	15,06%	80	68,60%	68,29%	6,80%	-9,06%
BBY	4,89	1,55	41,30%	40	892,82%	1995,29%	30,14%	55,01%
BCR	4,42	0,46	40,81%	20	376,48%	697,71%	42,36%	0,88%
BDX	5,61	0,83	4,37%	50	138,88%	234,72%	55,63%	-19,09%

BF-B	4,62	2,39	43,70%	20	100,93%	166,45%	71,50%	25,81%
BHI	4,72	-0,25	49,98%	70	11,39%	191,31%	38,47%	100,76%
BIG	6,96	0,95	38,62%	20	-73,64%	67,39%	257,74%	125,56%
BIIB	4,72	-0,48	49,92%	80	1064,60%	3897,37%	-20,07%	-38,45%
BJS	4,78	1,79	36,85%	60	149,35%	712,89%	16,82%	8,84%
BK	4,33	-0,99	43,31%	80	37,74%	94,91%	3,84%	43,30%
BLL	5,11	2	34,13%	30	435,50%	454,82%	33,94%	35,90%
BMC	7,43	1,42	37,66%	60	-47,92%	101,76%	141,11%	22,47%
BMS	7,17	-0,99	25,56%	80	68,77%	107,12%	25,13%	1,04%
BMV	5	1,59	37,46%	50	-32,02%	64,79%	27,14%	-22,18%
BRK-B	7,83	-0,52	43,25%	50	89,61%	57,91%	36,17%	0,12%
BSX	5,71	1,66	34,72%	70	193,26%	515,35%	-78,73%	-52,87%
BXP	4,49	2,11	43,50%	60	197,67%	204,08%	79,30%	94,75%
C	4,06	-0,55	40,58%	20	118,89%	409,28%	-87,95%	-64,92%
CA	4,04	2,28	36,09%	20	-47,34%	227,82%	-13,16%	-25,27%
CAG	7	1,48	10,02%	40	13,28%	95,28%	3,49%	-12,65%
CAH	4,97	-0,65	29,86%	40	70,30%	109,70%	9,24%	1,63%
CAM	5,2	-0,04	35,21%	40	-12,75%	226,52%	262,26%	80,02%
CAT	5,87	2,18	34,22%	70	133,11%	256,32%	65,58%	61,71%
CB	6,27	-0,18	4,75%	50	24,73%	48,25%	59,26%	2,17%
CBE	4,1	-0,46	41,71%	30	78,69%	356,15%	67,86%	63,90%
CCE	7,39	-0,9	21,47%	20	-37,14%	90,14%	44,65%	15,73%
CCL	4,52	0,86	37,56%	30	130,93%	467,58%	-17,35%	-2,14%
CEG	4,94	-0,66	40,27%	60	68,31%	220,28%	-2,67%	46,37%
CELG	4,45	0,62	21,09%	80	1858,33%	5466,15%	324,19%	181,12%
CHK	4,81	-0,21	4,54%	20	122,29%	1302,18%	62,05%	16,56%
CHRW	4,15	-0,89	49,78%	80	409,60%	355,75%	141,68%	107,25%
CI	6,78	-0,06	44,37%	50	54,53%	244,17%	29,39%	85,22%
CINF	4,55	-0,55	48,43%	70	24,79%	57,69%	-11,09%	-22,74%
CL	7,99	2,01	48,71%	30	56,13%	69,12%	86,63%	40,71%
CLF	7,98	0,75	2,21%	50	183,03%	751,92%	498,61%	84,03%
CLX	4,2	0,04	46,62%	20	69,49%	296,55%	27,96%	-14,99%
CMA	6,85	-0,06	40,71%	30	29,53%	110,55%	-8,32%	-7,99%
CMCSA	4,02	-0,48	34,32%	60	107,91%	364,62%	-11,02%	-16,30%
CMS	7,91	0,98	27,87%	20	-69,41%	140,15%	74,63%	13,03%
CNP	5,56	-0,37	8,56%	20	-28,53%	243,76%	72,64%	99,15%
COF	4,24	-0,76	33,65%	30	366,16%	512,29%	-39,09%	-15,90%
COG	4,58	1,46	43,35%	80	138,52%	191,22%	188,93%	85,95%
COP	5,19	0,94	19,11%	80	113,10%	113,26%	59,42%	32,16%
CPB	7,78	0,02	7,36%	70	-33,74%	15,40%	39,14%	12,23%
CPWR	4,09	-0,66	47,26%	20	-64,85%	141,29%	52,90%	19,70%
CSC	5,2	-0,34	38,46%	80	29,21%	104,74%	3,97%	17,62%
CSCO	6,8	-0,22	36,42%	50	99,59%	604,10%	42,19%	56,48%
CTAS	4,9	-0,67	25,45%	20	71,48%	142,60%	-29,30%	-15,96%
CTL	4,02	0,33	25,38%	20	61,88%	123,90%	21,96%	13,10%
CTXS	7,99	-0,81	45,51%	70	83,34%	1313,59%	111,76%	98,92%
CVX	5,42	-0,41	33,25%	80	63,89%	110,28%	92,17%	51,94%
ED	6,62	-0,94	37,83%	80	54,33%	79,48%	35,94%	-0,30%
HRB	5,35	-0,5	27,50%	70	153,67%	279,88%	-14,27%	-61,18%

KO	4,24	2,13	34,89%	50	-31,31%	59,09%	50,72%	22,72%
MMM	6,12	-0,73	46,17%	80	130,38%	114,27%	19,20%	5,10%
MO	6,98	0,43	33,68%	20	92,75%	445,97%	100,38%	38,20%
SCHW	5,54	0,9	7,47%	20	33,63%	430,24%	88,80%	0,44%
STZ	4,86	-0,97	48,30%	80	222,05%	354,09%	-18,83%	-49,62%
T	6,4	-0,47	46,11%	70	-14,53%	42,98%	35,77%	40,22%

Tabela 30: Resultados para a Tendência Ascendente + Cruzamento de Médias Móveis

Acção	FitB	FitS	Remoção de Ruído (%)	Janela (dias)	Rent. B&H em Treino	Rent. Melhor Cromossoma em Treino	B&H no Teste	Média de 10 Runs no Teste
AA	7,2	2,13	12,41%	80	97,49%	162,39%	-50,01%	15,55%
AAPL	4,97	2,41	7,45%	70	679,56%	549,19%	741,93%	584,46%
ABC	6,84	2,44	20,03%	50	101,93%	137,07%	130,79%	90,19%
ABT	5,83	-0,43	32,95%	30	69,15%	66,36%	28,68%	-10,44%
ADBE	4,53	1,72	39,79%	40	484,51%	854,06%	20,21%	8,03%
ADI	6,97	1,38	15,79%	70	156,23%	882,67%	-2,12%	11,29%
ADM	7,67	2,2	6,98%	60	40,07%	82,93%	42,09%	21,04%
ADP	4,64	1,45	48,71%	50	53,43%	51,41%	31,67%	-29,92%
ADSK	4,44	2,4	24,29%	60	269,53%	545,14%	3,93%	-19,67%
AEE	4,82	1,96	43,72%	30	109,58%	54,79%	-27,56%	4,90%
AEP	6,98	2,31	10,54%	30	-0,29%	58,98%	25,21%	21,72%
AES	7,29	-0,85	28,79%	50	-40,20%	512,87%	-9,44%	-12,50%
AET	4,99	1,06	28,90%	50	264,88%	351,19%	1,77%	-36,70%
AFL	7,4	0,89	21,89%	50	237,52%	77,46%	51,75%	48,72%
AGN	7,68	2,45	49,08%	70	443,88%	174,54%	58,78%	-9,02%
AIG	6,97	1,62	26,95%	30	71,93%	65,21%	-96,55%	-34,11%
AIV	4,32	1,41	23,32%	40	71,91%	71,10%	4,51%	48,91%
AKS	5,25	1,87	40,95%	80	-9,28%	457,06%	41,19%	117,13%
ALL	5,13	1,49	17,39%	60	30,23%	107,75%	-19,64%	48,55%
ALTR	7,51	2,41	2,26%	70	124,95%	398,41%	37,07%	14,43%
AMAT	7,89	2,28	33,62%	60	116,83%	595,19%	-8,58%	-14,97%
AMD	6,39	0,94	31,44%	30	121,87%	1479,57%	-54,32%	12,39%
AMGN	7,92	2,43	31,28%	80	376,86%	222,61%	-9,52%	-21,00%
AMZN	5,58	-0,71	41,74%	30	758,88%	840,08%	252,33%	175,90%
AN	7,89	0,05	19,69%	20	-12,34%	188,97%	10,49%	17,69%
ANF	7,58	2,09	34,84%	50	212,05%	562,15%	8,84%	10,73%
AON	7,77	-0,72	12,02%	60	-27,87%	17,30%	105,10%	4,33%
APA	5,54	1,17	0,51%	80	243,33%	271,21%	132,68%	-17,25%
APC	7,41	1,96	29,49%	80	121,43%	104,88%	145,64%	56,74%
APD	5,45	2,49	8,54%	50	59,60%	38,40%	48,42%	67,27%
APOL	4,08	1,73	19,39%	70	498,16%	308,29%	-20,18%	-40,18%
ASH	4,71	0,47	25,72%	80	39,74%	183,54%	41,10%	185,87%
AVP	4,99	0,54	1,65%	60	209,15%	154,99%	-6,98%	0,37%
AVY	5,89	1,81	47,04%	80	54,58%	17,35%	-22,67%	-4,69%
AXP	4,02	1,61	47,16%	60	99,96%	97,97%	4,52%	124,75%
AYE	4,05	-0,07	34,21%	70	-23,50%	275,72%	19,14%	52,36%

AZO	4,61	0,1	42,25%	70	213,82%	128,56%	101,58%	7,25%
BA	6,3	2,02	33,30%	80	16,05%	117,54%	65,20%	135,40%
BAC	7,94	-0,82	38,06%	50	96,48%	52,96%	-50,70%	6,29%
BAX	6,06	0,96	5,29%	40	62,81%	119,99%	54,56%	-7,10%
BBBY	6,8	2,15	49,81%	70	326,17%	117,38%	18,92%	6,90%
BBT	6,88	1,57	6,63%	80	68,60%	65,47%	6,80%	-18,53%
BBY	4,29	1,57	37,64%	40	892,82%	1165,18%	30,14%	1,18%
BCR	4,18	-0,13	15,31%	20	376,48%	198,06%	42,36%	-20,31%
BDX	7	1,02	23,96%	50	138,88%	56,12%	55,63%	0,31%
BF-B	5,07	2,15	10,36%	60	100,93%	86,13%	71,50%	47,34%
BHI	7,86	0,11	24,79%	30	11,39%	116,25%	38,47%	2,38%
BIG	7,81	0,76	34,84%	40	-73,64%	97,22%	257,74%	119,82%
BIIB	4,51	1,3	22,06%	40	1064,60%	1255,23%	-20,07%	-47,04%
BJS	4,79	0,87	35,88%	60	149,35%	741,07%	16,82%	79,63%
BK	6,25	2,4	23,30%	60	37,74%	52,39%	3,84%	-9,14%
BLL	4,91	1,04	17,58%	40	435,50%	286,67%	33,94%	37,01%
BMC	6,68	2,32	26,66%	70	-47,92%	68,59%	141,11%	23,16%
BMS	5,69	1,53	34,81%	80	68,77%	82,25%	25,13%	20,24%
BMV	4,3	1,04	20,75%	50	-32,02%	69,98%	27,14%	-3,80%
BRK-B	6,94	1,18	7,06%	40	89,61%	25,97%	36,17%	-0,20%
BSX	4,31	1,69	4,40%	70	193,26%	443,24%	-78,73%	-21,77%
BXP	4,2	0,28	25,23%	50	197,67%	182,19%	79,30%	88,22%
C	7,25	0,45	22,28%	20	118,89%	83,23%	-87,95%	19,42%
CA	7,82	1,89	43,62%	60	-47,34%	78,22%	-13,16%	-20,98%
CAG	4,62	2,47	13,56%	50	13,28%	85,04%	3,49%	3,27%
CAH	7,33	1,39	29,81%	50	70,30%	86,18%	9,24%	36,43%
CAM	5,84	1,67	0,20%	80	-12,75%	71,08%	262,26%	158,11%
CAT	7,27	2,29	46,33%	70	133,11%	287,04%	65,58%	-5,28%
CB	5,87	1,85	18,21%	50	24,73%	46,35%	59,26%	-10,89%
CBE	5,34	2,49	43,26%	30	78,69%	186,54%	67,86%	25,37%
CCE	5,89	2,4	2,75%	20	-37,14%	28,16%	44,65%	35,89%
CCL	4,01	-0,14	21,21%	30	130,93%	194,41%	-17,35%	3,40%
CEG	4,68	1,33	34,74%	30	68,31%	144,63%	-2,67%	105,13%
CELG	4,39	1,91	47,04%	50	1858,33%	2215,22%	324,19%	248,12%
CHK	4,52	-0,22	3,13%	20	122,29%	922,59%	62,05%	30,08%
CHRW	5,62	2	24,94%	70	409,60%	99,14%	141,68%	16,26%
CI	6,83	-0,48	44,58%	20	54,53%	112,57%	29,39%	61,44%
CINF	7,86	2,31	12,20%	50	24,79%	27,42%	-11,09%	2,19%
CL	7,95	1,86	40,15%	50	56,13%	25,07%	86,63%	35,97%
CLF	7,99	0,71	4,29%	50	183,03%	757,96%	498,61%	17,26%
CLX	5,49	1,63	47,45%	30	69,49%	55,17%	27,96%	-11,53%
CMA	4,82	2,42	4,49%	60	29,53%	46,22%	-8,32%	28,99%
CMCSA	4,38	0,65	45,91%	40	107,91%	76,03%	-11,02%	-12,14%
CMS	7,87	-0,36	39,52%	50	-69,41%	66,38%	74,63%	63,39%
CNP	5,88	1,54	16,62%	30	-28,53%	166,55%	72,64%	15,15%
COF	6,44	-0,03	22,91%	40	366,16%	158,90%	-39,09%	-56,96%
COG	6,02	1,57	27,33%	50	138,52%	102,59%	188,93%	12,22%
COP	6,48	0,59	1,59%	20	113,10%	105,71%	59,42%	12,30%
CPB	7,87	1,1	9,19%	70	-33,74%	14,76%	39,14%	0,07%

CPWR	7,97	0,03	3,49%	30	-64,85%	13,69%	52,90%	-30,48%
CSC	7,99	1,81	30,21%	20	29,21%	31,38%	3,97%	-24,01%
CSCO	4,16	-0,2	14,55%	40	99,59%	315,82%	42,19%	45,79%
CTAS	6,48	2,4	10,99%	40	71,48%	48,07%	-29,30%	-31,71%
CTL	5,42	0,39	28,80%	20	61,88%	45,09%	21,96%	17,75%
CTXS	5,99	1,82	48,22%	30	83,34%	497,41%	111,76%	36,03%
CVX	5,43	2,28	34,41%	60	63,89%	63,87%	92,17%	-15,81%
ED	5,88	-0,09	40,94%	30	54,33%	27,33%	35,94%	17,32%
HRB	7,08	1,26	44,85%	80	153,67%	197,29%	-14,27%	-38,01%
KO	7,1	2,41	2,36%	60	-31,31%	21,58%	50,72%	18,98%
MMM	5,85	-0,69	49,50%	20	130,38%	30,06%	19,20%	54,76%
MO	4,17	1,07	33,05%	20	92,75%	324,08%	100,38%	78,64%
SCHW	5,27	0,84	1,23%	20	33,63%	399,56%	88,80%	-30,02%
STZ	6,8	0,34	46,57%	60	222,05%	210,90%	-18,83%	-14,38%
T	7,81	1,21	10,86%	30	-14,53%	36,33%	35,77%	6,06%

Tabela 31: Resultados para a Tendência Ascendente + Cruzamento de Médias Móveis v2

Acção	FitB	FitS	Remoção de Ruído (%)	Janela (dias)	Rent. B&H em Treino	Rent. Melhor Cromossoma em Treino	B&H no Teste	Média de 10 Runs no Teste
AA	7,13	2,03	10,15%	80	97,49%	155,40%	-50,01%	15,40%
AAPL	6,95	0,15	42,81%	50	679,56%	480,77%	741,93%	547,40%
ABC	7,16	-0,89	4,91%	30	101,93%	117,20%	130,79%	142,43%
ABT	7,05	1,75	13,88%	20	69,15%	38,78%	28,68%	-1,52%
ADBE	4,39	0,7	34,05%	40	484,51%	777,05%	20,21%	36,43%
ADI	6,92	0,61	15,28%	70	156,23%	703,26%	-2,12%	16,01%
ADM	6,65	0,24	27,11%	70	40,07%	77,59%	42,09%	11,82%
ADP	4,22	1,71	41,95%	60	53,43%	28,67%	31,67%	-37,61%
ADSK	4,08	0,01	48,91%	70	269,53%	306,92%	3,93%	38,14%
AEE	7,28	0,45	1,28%	30	109,58%	39,16%	-27,56%	-24,21%
AEP	7,99	1,8	4,13%	20	-0,29%	21,22%	25,21%	53,72%
AES	7,55	-0,43	48,05%	40	-40,20%	542,21%	-9,44%	-25,79%
AET	4,42	-0,33	49,47%	40	264,88%	308,85%	1,77%	-6,22%
AFL	7,94	1,21	3,15%	40	237,52%	75,46%	51,75%	126,90%
AGN	7,92	2,15	48,91%	50	443,88%	166,98%	58,78%	50,19%
AIG	5,99	2,03	25,22%	20	71,93%	31,51%	-96,55%	-33,48%
AIV	6,45	0,16	45,76%	30	71,91%	30,07%	4,51%	261,11%
AKS	5,56	1,86	2,72%	20	-9,28%	303,41%	41,19%	215,86%
ALL	7,3	0,48	49,09%	50	30,23%	92,32%	-19,64%	54,40%
ALTR	7,5	-0,36	15,78%	30	124,95%	423,18%	37,07%	-27,01%
AMAT	7,69	0,6	46,96%	30	116,83%	520,83%	-8,58%	-5,82%
AMD	6,23	-0,84	3,18%	20	121,87%	248,85%	-54,32%	150,99%
AMGN	7,78	1,11	39,93%	30	376,86%	247,35%	-9,52%	-1,87%
AMZN	5,94	2,38	24,83%	70	758,88%	743,02%	252,33%	272,98%
AN	7,08	1,02	24,90%	40	-12,34%	150,30%	10,49%	-12,19%
ANF	7,59	0,89	46,84%	50	212,05%	126,80%	8,84%	24,49%
AON	7,77	1,93	4,21%	60	-27,87%	4,64%	105,10%	16,73%

APA	5,07	2,29	13,63%	20	243,33%	233,63%	132,68%	9,70%
APC	7,96	-0,85	12,81%	50	121,43%	118,66%	145,64%	63,12%
APD	6,13	1,33	10,03%	80	59,60%	13,66%	48,42%	53,04%
APOL	4,04	1,57	21,76%	70	498,16%	185,87%	-20,18%	-46,31%
ASH	4,73	-0,03	26,24%	80	39,74%	172,21%	41,10%	176,12%
AVP	4,99	1,84	2,87%	60	209,15%	146,15%	-6,98%	-15,84%
AVY	5,83	2,3	46,36%	80	54,58%	18,48%	-22,67%	-5,92%
AXP	4,62	1,6	43,35%	40	99,96%	86,31%	4,52%	109,46%
AYE	4,94	-0,23	15,13%	20	-23,50%	285,89%	19,14%	65,09%
AZO	7,15	0,42	31,49%	50	213,82%	129,36%	101,58%	11,25%
BA	6,31	-0,39	34,21%	80	16,05%	108,58%	65,20%	168,65%
BAC	7,98	1,46	40,69%	50	96,48%	42,53%	-50,70%	9,11%
BAX	6,76	0,78	37,60%	40	62,81%	103,01%	54,56%	-6,41%
BBBY	6	0,41	21,02%	20	326,17%	92,53%	18,92%	-2,80%
BBT	7,29	-0,33	22,41%	80	68,60%	41,78%	6,80%	-20,31%
BBY	7,75	1,5	45,76%	20	892,82%	441,22%	30,14%	-19,59%
BCR	7,79	0,79	3,56%	30	376,48%	66,28%	42,36%	-1,22%
BDX	6,11	2,28	10,26%	80	138,88%	29,45%	55,63%	6,52%
BF-B	5,46	-0,96	47,59%	70	100,93%	38,78%	71,50%	82,48%
BHI	7,28	2,47	33,98%	30	11,39%	42,53%	38,47%	31,97%
BIG	7,96	1,31	9,54%	30	-73,64%	19,04%	257,74%	181,49%
BIIB	4,42	1,83	34,73%	70	1064,60%	549,31%	-20,07%	-65,49%
BJS	4,81	-0,89	36,19%	60	149,35%	216,43%	16,82%	97,61%
BK	7,26	-0,97	37,33%	40	37,74%	33,14%	3,84%	7,58%
BLL	7,75	-0,85	26,95%	20	435,50%	246,45%	33,94%	-2,52%
BMC	6,49	-0,85	3,64%	60	-47,92%	-7,26%	141,11%	45,96%
BMS	6,84	1,08	22,42%	70	68,77%	70,26%	25,13%	23,19%
BMY	4,26	2,04	49,03%	50	-32,02%	27,44%	27,14%	1,38%
BRK-B	7,98	0,01	46,96%	80	89,61%	24,69%	36,17%	10,15%
BSX	6,19	2,44	14,00%	30	193,26%	357,36%	-78,73%	-27,71%
BXP	5	-0,76	47,66%	30	197,67%	148,44%	79,30%	127,21%
C	6,8	0,07	11,44%	70	118,89%	61,22%	-87,95%	-36,65%
CA	7,82	1,07	46,32%	60	-47,34%	67,84%	-13,16%	-13,37%
CAG	4,62	0,92	19,71%	50	13,28%	24,97%	3,49%	4,53%
CAH	4,66	-0,67	6,80%	40	70,30%	27,29%	9,24%	34,13%
CAM	5,85	1,11	0,61%	80	-12,75%	58,90%	262,26%	203,25%
CAT	6,35	1,06	30,29%	20	133,11%	209,59%	65,58%	68,74%
CB	7,85	0,41	3,68%	30	24,73%	36,52%	59,26%	6,31%
CBE	5,66	0,05	3,11%	20	78,69%	58,02%	67,86%	50,08%
CCE	7,85	1,51	32,25%	80	-37,14%	-8,35%	44,65%	-8,95%
CCL	6,43	-0,77	18,72%	70	130,93%	161,06%	-17,35%	2,35%
CEG	4,93	2,46	47,03%	40	68,31%	105,83%	-2,67%	191,71%
CELG	4,39	1,44	2,42%	30	1858,33%	1236,52%	324,19%	297,20%
CHK	7,46	1,29	48,46%	20	122,29%	880,12%	62,05%	31,35%
CHRW	4,01	2,05	27,27%	80	409,60%	76,82%	141,68%	16,57%
CI	4,1	-0,19	48,66%	80	54,53%	90,29%	29,39%	121,99%
CINF	7,36	0,38	0,24%	60	24,79%	7,54%	-11,09%	-8,46%
CL	7,96	1,56	6,28%	60	56,13%	0,18%	86,63%	53,85%
CLF	7,73	0,12	22,81%	50	183,03%	515,59%	498,61%	628,40%

CLX	7,87	1,29	8,58%	40	69,49%	39,28%	27,96%	-7,18%
CMA	7,97	0,27	47,24%	70	29,53%	23,34%	-8,32%	41,28%
CMCSA	5,59	-0,38	30,89%	40	107,91%	74,20%	-11,02%	-32,85%
CMS	7,8	1,54	35,51%	50	-69,41%	61,40%	74,63%	59,34%
CNP	7,96	-0,29	47,96%	70	-28,53%	88,35%	72,64%	72,37%
COF	6,7	-0,52	9,33%	50	366,16%	86,83%	-39,09%	-45,06%
COG	5,92	2,02	16,33%	40	138,52%	112,14%	188,93%	48,42%
COP	4,57	2,34	10,63%	20	113,10%	110,41%	59,42%	23,31%
CPB	7,91	2,2	9,39%	70	-33,74%	9,62%	39,14%	10,26%
CPWR	7,99	1,38	5,83%	40	-64,85%	-4,02%	52,90%	-33,41%
CSC	7,9	-0,68	21,77%	60	29,21%	10,84%	3,97%	14,17%
CSCO	7,78	0,53	43,03%	30	99,59%	264,37%	42,19%	21,75%
CTAS	7,34	2,19	34,06%	60	71,48%	9,12%	-29,30%	-39,45%
CTL	4,21	0,26	27,68%	20	61,88%	0,23%	21,96%	9,34%
CTXS	7,74	-0,7	34,83%	70	83,34%	269,54%	111,76%	193,06%
CVX	7,7	0,35	13,87%	60	63,89%	52,57%	92,17%	-16,36%
ED	4,06	1,98	39,28%	80	54,33%	16,84%	35,94%	-4,27%
HRB	7,07	0,22	44,66%	80	153,67%	197,29%	-14,27%	-37,19%
KO	7,96	0,87	40,75%	40	-31,31%	-21,51%	50,72%	71,07%
MMM	7,95	1,89	14,44%	70	130,38%	14,17%	19,20%	14,65%
MO	5,83	-0,78	37,28%	50	92,75%	184,07%	100,38%	116,00%
SCHW	7,15	2,31	32,76%	20	33,63%	294,96%	88,80%	-7,35%
STZ	6,74	2,4	46,26%	60	222,05%	195,50%	-18,83%	-14,38%
T	7,54	-0,11	46,84%	80	-14,53%	-0,60%	35,77%	31,83%

Tabela 32: Resultados para a Tendência Ascendente + Inversão de Tendência

Ação	FitB	FitD	Remoção de Ruído (%)	Janelas (dias)	Rent. B&H em Treino	Rent. Melhor Cromossoma em Treino	B&H no Teste	Média de 10 Runs no Teste
AA	7,34	6,54	29,05%	30/40	97,49%	302,69%	-50,01%	29,48%
AAPL	5,84	7,79	31,12%	70/50	679,56%	1449,82%	741,93%	540,28%
ABC	4,2	7,4	48,10%	30/10	101,93%	468,29%	130,79%	123,86%
ABT	6,42	6,63	35,09%	20/20	69,15%	89,67%	28,68%	10,54%
ADBE	4,15	6,87	15,85%	40/10	484,51%	2411,75%	20,21%	-0,59%
ADI	7,52	7,35	17,54%	20/40	156,23%	1045,14%	-2,12%	-5,49%
ADM	7,52	7,93	0,95%	20/20	40,07%	195,86%	42,09%	7,98%
ADP	5,9	7,97	18,27%	20/30	53,43%	140,42%	31,67%	-3,91%
ADSK	4,72	7,32	2,17%	30/10	269,53%	1162,24%	3,93%	-14,62%
AEE	4,1	7,42	34,47%	20/20	109,58%	175,85%	-27,56%	-34,85%
AEP	4,32	4,26	40,52%	30/10	-0,29%	169,08%	25,21%	15,20%
AES	7,18	6,05	47,68%	30/30	-40,20%	1537,31%	-9,44%	75,44%
AET	4,22	7,23	47,12%	80/30	264,88%	576,26%	1,77%	-4,13%
AFL	5,06	7,34	6,17%	20/20	237,52%	290,26%	51,75%	2,30%
AGN	5,33	7,3	22,13%	50/10	443,88%	801,85%	58,78%	6,03%
AIG	4,88	5,15	42,87%	50/30	71,93%	92,53%	-96,55%	-20,60%
AIV	5,91	7,82	44,25%	50/10	71,91%	121,92%	4,51%	65,49%
AKS	7,25	4,78	18,95%	40/20	-9,28%	504,38%	41,19%	210,31%

ALL	7,94	7,95	48,76%	30/30	30,23%	170,93%	-19,64%	-30,40%
ALTR	4,26	7,85	46,03%	80/30	124,95%	630,30%	37,07%	-4,30%
AMAT	6,97	5,76	34,24%	80/50	116,83%	848,16%	-8,58%	0,12%
AMD	7,19	6,79	45,13%	40/30	121,87%	3418,98%	-54,32%	-19,00%
AMGN	4,49	7,89	35,47%	20/10	376,86%	486,78%	-9,52%	-10,50%
AMZN	5,12	6,55	14,62%	80/20	758,88%	3358,10%	252,33%	232,50%
AN	5,25	6,86	41,37%	40/10	-12,34%	343,10%	10,49%	5,58%
ANF	5,7	7,73	27,72%	30/20	212,05%	1643,82%	8,84%	96,67%
AON	6,27	7,31	44,88%	20/10	-27,87%	159,19%	105,10%	14,97%
APA	7,76	7,91	7,78%	40/20	243,33%	493,59%	132,68%	86,28%
APC	7,23	7,77	14,26%	50/10	121,43%	153,28%	145,64%	-46,05%
APD	7,16	7,99	37,40%	40/30	59,60%	119,51%	48,42%	36,51%
APOL	7,18	7,63	17,61%	60/40	498,16%	502,86%	-20,18%	18,38%
ASH	5,53	7,71	2,78%	70/20	39,74%	187,55%	41,10%	115,81%
AVP	5,03	7,96	41,90%	30/20	209,15%	222,91%	-6,98%	27,99%
AVY	7,94	7,93	9,67%	20/50	54,58%	66,76%	-22,67%	-42,38%
AXP	4,27	7,11	36,65%	20/20	99,96%	262,27%	4,52%	52,27%
AYE	4,52	7,67	13,82%	30/10	-23,50%	575,40%	19,14%	-2,98%
AZO	4,05	7,03	47,29%	20/20	213,82%	408,57%	101,58%	29,35%
BA	5,37	5,05	48,53%	70/10	16,05%	194,33%	65,20%	56,56%
BAC	5,4	6,84	49,23%	30/20	96,48%	192,39%	-50,70%	-30,00%
BAX	6,36	7,73	6,85%	40/50	62,81%	231,37%	54,56%	57,64%
BBBY	5,55	7,48	25,00%	20/20	326,17%	344,73%	18,92%	7,23%
BBT	6,33	7,99	0,54%	50/20	68,60%	102,09%	6,80%	-0,07%
BBY	5,12	7,67	47,64%	30/30	892,82%	2274,37%	30,14%	46,00%
BCR	4,14	7,88	18,13%	20/10	376,48%	525,17%	42,36%	-7,33%
BDX	6,28	6,08	11,66%	40/50	138,88%	175,00%	55,63%	14,34%
BF-B	5,07	4,67	43,13%	20/20	100,93%	168,33%	71,50%	44,42%
BHI	6,14	7,87	29,44%	40/10	11,39%	287,33%	38,47%	-5,14%
BIG	4,04	7,38	45,65%	20/10	-73,64%	115,65%	257,74%	151,83%
BIIB	4,42	7,72	20,80%	80/20	1064,60%	2289,27%	-20,07%	-23,83%
BJS	4,52	7,98	39,60%	70/20	149,35%	883,32%	16,82%	85,31%
BK	4,11	7,59	42,09%	40/10	37,74%	134,67%	3,84%	-12,84%
BLL	4,31	7,35	1,06%	60/50	435,50%	658,93%	33,94%	26,80%
BMC	7,33	4,82	42,40%	60/20	-47,92%	116,00%	141,11%	34,04%
BMS	5,82	6,33	17,62%	30/30	68,77%	143,27%	25,13%	13,46%
BMX	4,03	7,93	43,99%	80/40	-32,02%	67,33%	27,14%	-17,21%
BRK-B	4,95	7,64	15,07%	20/20	89,61%	169,22%	36,17%	27,57%
BSX	7,37	6,68	39,04%	20/40	193,26%	491,57%	-78,73%	-42,37%
BXP	4,45	7,83	36,34%	30/50	197,67%	253,49%	79,30%	123,89%
C	4,24	7,45	49,89%	40/20	118,89%	319,28%	-87,95%	-91,98%
CA	6,03	5,9	49,15%	60/10	-47,34%	96,38%	-13,16%	-29,81%
CAG	4,02	4,59	15,11%	50/10	13,28%	96,63%	3,49%	26,41%
CAH	7,3	4,47	26,18%	50/30	70,30%	109,85%	9,24%	-10,77%
CAM	4,4	6,59	19,87%	40/20	-12,75%	276,74%	262,26%	266,03%
CAT	6,72	5,63	12,09%	30/50	133,11%	283,71%	65,58%	31,80%
CB	7,87	7,8	1,55%	30/10	24,73%	51,01%	59,26%	2,90%
CBE	5,83	6,54	41,46%	20/20	78,69%	286,39%	67,86%	83,94%
CCE	4,98	4,18	36,84%	40/10	-37,14%	174,88%	44,65%	19,11%

CCL	4,05	7,82	22,35%	30/20	130,93%	402,63%	-17,35%	-17,09%
CEG	4,29	7,74	25,96%	50/20	68,31%	191,06%	-2,67%	106,00%
CELG	4,18	7,85	38,12%	80/10	1858,33%	6455,61%	324,19%	178,16%
CHK	4,28	7,44	15,76%	20/10	122,29%	1551,80%	62,05%	3,08%
CHRW	4,04	7,91	0,22%	40/30	409,60%	451,22%	141,68%	77,85%
CI	4,01	7,42	23,15%	60/10	54,53%	248,76%	29,39%	91,54%
CINF	4,14	5,85	25,15%	50/10	24,79%	97,13%	-11,09%	-47,96%
CL	4,07	7,7	29,03%	20/20	56,13%	81,76%	86,63%	48,42%
CLF	7,69	4,97	21,52%	50/40	183,03%	804,16%	498,61%	314,54%
CLX	4,58	6,58	2,14%	20/10	69,49%	305,36%	27,96%	3,03%
CMA	4,53	7,69	48,39%	30/10	29,53%	120,90%	-8,32%	-39,76%
CMCSA	4,03	7,82	32,47%	60/50	107,91%	308,27%	-11,02%	-21,99%
CMS	4,67	7,61	46,40%	20/10	-69,41%	221,20%	74,63%	89,87%
CNP	7,79	4,57	6,66%	20/20	-28,53%	261,14%	72,64%	73,24%
COF	4,41	6,74	29,59%	30/40	366,16%	605,39%	-39,09%	-5,73%
COG	6,63	7,67	18,23%	20/10	138,52%	233,21%	188,93%	45,82%
COP	4,1	7,95	31,81%	20/20	113,10%	152,74%	59,42%	36,40%
CPB	5,08	4,63	46,56%	20/10	-33,74%	28,77%	39,14%	7,52%
CPWR	4,06	6,69	32,01%	20/10	-64,85%	430,51%	52,90%	-5,90%
CSC	4,14	7,64	43,56%	80/30	29,21%	172,27%	3,97%	31,88%
CSCO	7,05	6,77	10,28%	30/20	99,59%	949,14%	42,19%	10,87%
CTAS	4,26	7,9	10,78%	40/20	71,48%	224,74%	-29,30%	-45,21%
CTL	4,14	6,69	34,45%	20/20	61,88%	113,61%	21,96%	37,52%
CTXS	4,74	7,55	32,39%	30/30	83,34%	2049,29%	111,76%	41,48%
CVX	5,03	7,84	9,97%	70/10	63,89%	94,91%	92,17%	32,09%
ED	5,64	7,65	20,53%	20/20	54,33%	94,08%	35,94%	-2,13%
HRB	6,81	7,52	48,82%	80/40	153,67%	244,22%	-14,27%	-27,94%
KO	5,39	4,07	30,80%	50/10	-31,31%	56,67%	50,72%	12,46%
MMM	4,11	7,85	15,82%	20/30	130,38%	143,83%	19,20%	30,87%
MO	6,35	6,06	9,35%	20/20	92,75%	483,02%	100,38%	84,90%
SCHW	5,51	4,22	4,14%	20/10	33,63%	435,32%	88,80%	-25,98%
STZ	5	7,85	10,35%	70/20	222,05%	314,37%	-18,83%	-43,84%
T	7,93	7,79	47,65%	80/50	-14,53%	40,89%	35,77%	22,90%

Tabela 33: Resultados para a Tendência Ascendente + Inversão de Tendência v2

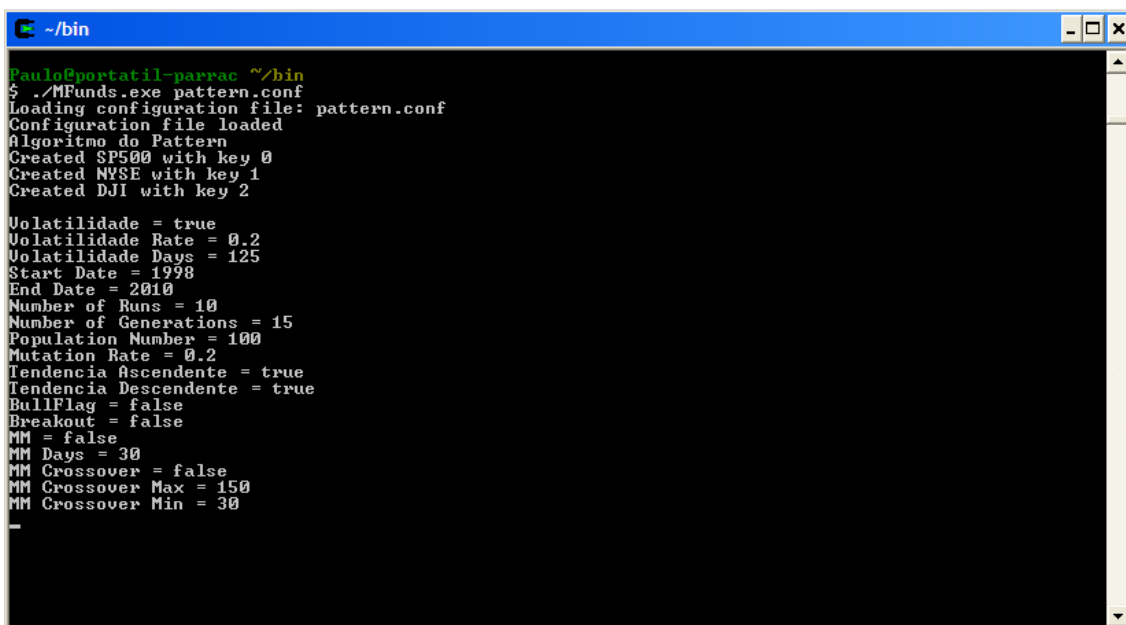
Acção	FitB	FitS	Remoção de Ruído (%)	Janela (dias)	Rent. B&H em Treino	Rent. Melhor Cromossoma em Treino	B&H no Teste	Média de 10 Runs no Teste
AA	5,67	6,04	18,31%	90/40	97,49%	284,94%	-50,01%	28,94%
AAPL	6,01	7,82	30,91%	60/50	679,56%	1461,77%	741,93%	474,66%
ABC	4	7,72	49,82%	30/10	101,93%	458,03%	130,79%	129,86%
ABT	6,4	7,05	30,52%	20/20	69,15%	88,07%	28,68%	9,69%
ADBE	4,17	6,86	19,89%	40/10	484,51%	2411,75%	20,21%	1,06%
ADI	7,48	7,55	29,81%	100/40	156,23%	677,42%	-2,12%	4,26%
ADM	6,13	5,05	15,36%	20/10	40,07%	167,99%	42,09%	32,95%
ADP	4,1	6,99	48,77%	80/30	53,43%	135,34%	31,67%	-4,82%
ADSK	4,78	7,35	5,13%	30/10	269,53%	1197,89%	3,93%	-17,05%

AEE	4,35	7,52	39,21%	20/10	109,58%	160,31%	-27,56%	-37,60%
AEP	4,35	4,43	40,15%	30/10	-0,29%	159,10%	25,21%	21,39%
AES	4,08	5,27	28,29%	40/30	-40,20%	2017,53%	-9,44%	89,65%
AET	4,14	6,29	5,62%	60/50	264,88%	610,77%	1,77%	-22,68%
AFL	4,13	7,93	12,21%	100/50	237,52%	200,56%	51,75%	70,21%
AGN	4,74	7,35	30,35%	60/10	443,88%	745,49%	58,78%	31,92%
AIG	7,1	6,38	27,00%	60/20	71,93%	85,71%	-96,55%	-6,49%
AIV	4,68	5,76	23,54%	40/10	71,91%	117,03%	4,51%	81,67%
AKS	6,05	5,47	22,13%	50/40	-9,28%	579,10%	41,19%	156,49%
ALL	7,3	7,31	45,36%	50/40	30,23%	177,61%	-19,64%	30,24%
ALTR	4,45	7,66	45,90%	100/30	124,95%	773,68%	37,07%	26,86%
AMAT	6,89	5,68	29,10%	80/50	116,83%	904,65%	-8,58%	-2,43%
AMD	5,22	6,03	7,78%	40/30	121,87%	2658,84%	-54,32%	-25,51%
AMGN	5,67	7,8	2,99%	30/20	376,86%	490,85%	-9,52%	-11,18%
AMZN	5,54	7,68	3,49%	90/30	758,88%	3502,03%	252,33%	120,05%
AN	5,28	6,85	44,12%	40/10	-12,34%	343,10%	10,49%	16,20%
ANF	5,71	7,71	27,30%	30/20	212,05%	1668,61%	8,84%	94,64%
AON	6,28	7,53	47,11%	20/10	-27,87%	175,78%	105,10%	19,81%
APA	7,82	7,91	1,34%	40/20	243,33%	468,44%	132,68%	91,66%
APC	5,82	7,66	24,62%	100/20	121,43%	178,16%	145,64%	67,24%
APD	7,05	7,96	35,07%	40/30	59,60%	119,51%	48,42%	32,82%
APOL	5,31	6,87	13,29%	90/50	498,16%	600,65%	-20,18%	28,13%
ASH	5,88	7,84	44,39%	100/50	39,74%	211,00%	41,10%	191,41%
AVP	4,17	5,92	13,03%	80/40	209,15%	285,50%	-6,98%	2,60%
AVY	6,63	7,76	10,85%	50/10	54,58%	57,14%	-22,67%	-47,65%
AXP	4,41	7,83	5,21%	40/20	99,96%	194,61%	4,52%	53,84%
AYE	4,52	7,66	16,14%	30/10	-23,50%	575,40%	19,14%	-4,04%
AZO	4	7,9	34,09%	30/10	213,82%	420,86%	101,58%	31,42%
BA	5,39	4,48	25,58%	100/20	16,05%	192,00%	65,20%	41,21%
BAC	4,54	7,03	46,78%	30/20	96,48%	186,29%	-50,70%	-32,08%
BAX	4,66	7,79	3,95%	80/50	62,81%	209,11%	54,56%	49,56%
BBBY	4,05	7,75	49,64%	30/20	326,17%	302,25%	18,92%	14,56%
BBT	4,68	7,92	26,08%	100/20	68,60%	115,67%	6,80%	-45,55%
BBY	4,55	7,78	49,60%	40/30	892,82%	1881,11%	30,14%	102,51%
BCR	4,11	7,8	11,13%	20/10	376,48%	523,73%	42,36%	-13,03%
BDX	5,58	7,82	5,47%	50/10	138,88%	196,28%	55,63%	20,69%
BF-B	4,86	5,63	27,80%	60/10	100,93%	158,68%	71,50%	74,29%
BHI	6,19	7,96	29,62%	40/10	11,39%	286,57%	38,47%	-5,00%
BIG	7,41	4,76	34,46%	50/20	-73,64%	108,02%	257,74%	86,30%
BIIB	4,58	7,7	25,58%	100/20	1064,60%	2553,69%	-20,07%	-47,75%
BJS	4,56	7,91	39,07%	70/20	149,35%	859,69%	16,82%	72,75%
BK	4,18	7,85	40,11%	90/10	37,74%	156,95%	3,84%	2,41%
BLL	5,42	7,79	31,25%	60/50	435,50%	710,63%	33,94%	21,51%
BMC	7,14	4,87	49,28%	70/20	-47,92%	102,69%	141,11%	29,73%
BMS	6,36	6,4	12,99%	40/30	68,77%	139,37%	25,13%	4,07%
BMX	4,07	7,38	44,23%	80/40	-32,02%	87,77%	27,14%	-23,40%
BRK-B	5,07	7,84	23,82%	20/20	89,61%	134,74%	36,17%	22,39%
BSX	5,74	6,32	35,17%	70/50	193,26%	563,55%	-78,73%	-46,43%
BXP	4,57	7,81	0,85%	60/50	197,67%	208,15%	79,30%	99,00%

C	4,22	7,44	49,57%	40/20	118,89%	331,95%	-87,95%	-92,41%
CA	7,65	6,11	47,06%	60/10	-47,34%	93,86%	-13,16%	-16,62%
CAG	5,01	4,99	36,43%	50/10	13,28%	89,50%	3,49%	20,78%
CAH	5,41	4,74	39,46%	40/30	70,30%	97,20%	9,24%	3,04%
CAM	4,46	6,56	16,76%	40/20	-12,75%	266,95%	262,26%	240,28%
CAT	5,92	5,97	18,10%	70/50	133,11%	311,11%	65,58%	45,90%
CB	7,85	7,82	0,96%	30/10	24,73%	51,01%	59,26%	3,31%
CBE	4,09	5,5	45,43%	30/20	78,69%	326,55%	67,86%	90,36%
CCE	4,32	4,13	33,03%	40/10	-37,14%	183,65%	44,65%	23,21%
CCL	4,15	7,9	24,30%	30/10	130,93%	418,49%	-17,35%	-20,41%
CEG	4,3	7,72	24,96%	50/20	68,31%	191,06%	-2,67%	139,03%
CELG	4,04	7,82	49,96%	100/10	1858,33%	9810,89%	324,19%	122,51%
CHK	4,35	7,25	19,69%	20/10	122,29%	1563,40%	62,05%	-8,57%
CHRW	4,76	7,78	14,10%	90/60	409,60%	476,19%	141,68%	146,63%
CI	4,4	7,35	22,36%	60/10	54,53%	248,43%	29,39%	110,78%
CINF	4,01	5,73	28,63%	50/10	24,79%	84,31%	-11,09%	-47,13%
CL	4,06	7,93	47,03%	20/10	56,13%	76,74%	86,63%	48,67%
CLF	7,81	5,03	20,41%	50/40	183,03%	787,36%	498,61%	125,32%
CLX	4,67	6,7	6,22%	20/10	69,49%	303,65%	27,96%	-0,27%
CMA	4,59	7,1	45,64%	40/10	29,53%	126,99%	-8,32%	-35,12%
CMCSA	4,01	7,93	24,67%	60/50	107,91%	304,61%	-11,02%	-20,86%
CMS	4,15	7,32	43,37%	20/10	-69,41%	281,07%	74,63%	73,42%
CNP	6,04	4,73	4,53%	30/10	-28,53%	276,40%	72,64%	44,76%
COF	4,03	7,43	24,29%	40/20	366,16%	497,92%	-39,09%	-17,83%
COG	6,64	7,21	16,36%	20/10	138,52%	210,14%	188,93%	45,05%
COP	4,01	7,96	34,71%	20/20	113,10%	152,74%	59,42%	22,25%
CPB	5,06	4,63	42,65%	20/10	-33,74%	28,77%	39,14%	8,18%
CPWR	4,07	6,85	32,41%	20/10	-64,85%	444,67%	52,90%	4,84%
CSC	5,61	7,36	23,56%	100/40	29,21%	203,95%	3,97%	0,44%
CSCO	7,05	6,9	0,25%	30/20	99,59%	766,61%	42,19%	1,44%
CTAS	4,14	7,88	10,10%	40/20	71,48%	233,37%	-29,30%	-46,21%
CTL	4,29	7,78	12,41%	60/30	61,88%	93,33%	21,96%	22,05%
CTXS	6,47	7,61	14,02%	40/30	83,34%	2557,54%	111,76%	63,91%
CVX	5,02	7,85	11,31%	70/10	63,89%	94,91%	92,17%	31,95%
ED	5,62	7,97	2,08%	30/20	54,33%	96,74%	35,94%	4,60%
HRB	7,09	6,95	41,13%	80/40	153,67%	247,91%	-14,27%	-34,78%
KO	4,07	5,74	26,51%	50/10	-31,31%	52,67%	50,72%	11,93%
MMM	5,49	7,78	10,67%	40/30	130,38%	113,29%	19,20%	17,63%
MO	4,28	7,19	47,39%	50/20	92,75%	421,79%	100,38%	58,71%
SCHW	5,51	4,24	8,78%	20/10	33,63%	435,32%	88,80%	-28,86%
STZ	4,17	6,69	40,72%	100/20	222,05%	360,66%	-18,83%	-32,57%
T	7,57	7,93	38,25%	70/50	-14,53%	48,30%	35,77%	25,65%

Anexo C – Manual de Utilização

Uma vez iniciada a aplicação, que está disponível na directoria “bin”, iremos executar o programa *MFunds.exe* especificando o respectivo ficheiro de configuração.



```
Paulo@portatil-parrac ~/bin
$ ./MFunds.exe pattern.conf
Loading configuration file: pattern.conf
Configuration file loaded
Algoritmo do Pattern
Created SP500 with key 0
Created NYSE with key 1
Created DJI with key 2

Volatilidade = true
Volatilidade Rate = 0.2
Volatilidade Days = 125
Start Date = 1998
End Date = 2010
Number of Runs = 10
Number of Generations = 15
Population Number = 100
Mutation Rate = 0.2
Tendencia Ascendente = true
Tendencia Descendente = true
BullFlag = false
Breakout = false
MM = false
MM Days = 30
MM Crossover = false
MM Crossover Max = 150
MM Crossover Min = 30
```

Figura 38: Execução da aplicação.

Os parâmetros da aplicação podem ser alterados no ficheiro especificado em *pattern.conf*.

Em cada linha deste ficheiro poderemos personalizar o algoritmo de trading com algumas características distintas.

A título de exemplo consideramos o seguinte ficheiro de configuração:

#Este é o ficheiro de configuração do Pattern

algorithm=pattern

dirCotacoes=..\cotacoes

debug=true

volatilidade=true

volatilidadeRate=0.2

volatilidadeDays=125

startDate=1998

endDate=2010

numberOfRuns=10

numberOfGenerations=15

populationNumber=100

mutationRate=0.2

tendenciaAsc=true

tendenciaDesc=true
bullFlag=false
breakout=false
mm=false
mmDays=30
mmCrossover=false
mmCrossoverMax=150
mmCrossoverMin=30

Descrevemos agora cada uma das linhas e cada um dos parâmetros e respectivos valores associados:

algorithm (Tipo: String): Este parâmetro descreve a aplicação a utilizar

dirCotacoes (Tipo: String): Este parâmetro define o directório onde estão localizadas as acções para análise.

debug (Tipo: Boolean): Este parâmetro permite activar uma opção que possibilita o registo de todos os resultados mais relevantes associados ao mecanismo de trading, que pode ir desde a produção da rentabilidade associada ao algoritmo até à identificação exhaustiva de todos os cromossomas gerados durante a execução do algoritmo.

volatilidade (Tipo: Boolean): Define se deverá haver uma filtragem prévia das acções a analisar e excluir algumas delas da execução do algoritmo.

volatilidadeRate (Tipo: Float): Caso o parâmetro anterior seja true, então o sistema irá filtrar um número de acções correspondente ao definido por este parâmetro.

volatilidadeDays (Tipo: Inteiro): Este parâmetro define o número de dias a considerar para analisar a volatilidade inerente a todas as acções na dirCotacoes.

startDate (Tipo: Inteiro): Ano em que começa a execução do algoritmo.

endDate (Tipo: Inteiro): Ano em que termina a execução do algoritmo.

numberOfRuns (Tipo: Inteiro): Contém o número de execuções a realizar por acção.

numberOfGenerations (Tipo: Inteiro): Contém o número máximo de gerações a realizar sem evolução do algoritmo.

populationNumber (Tipo: Inteiro): Contém o número de indivíduos a considerar para a execução do algoritmo.

mutationRate (Tipo: Inteiro): Contém a taxa de mutação do algoritmo genético por gene.

tendenciaAsc (Tipo: Boolean): Define se o algoritmo deverá considerar o padrão da tendência ascendente na sua execução.

tendenciaDesc (Tipo: Boolean): Define se o algoritmo deverá considerar o padrão da tendência descendente na sua execução.

bullFlag (Tipo: Boolean): Define se o algoritmo deverá considerar o padrão bullFlag na sua execução.

breakout (Tipo: Boolean): Define se o algoritmo deverá considerar o padrão breakout na sua execução.

mm (Tipo: Boolean): Define se o algoritmo deverá considerar o indicador técnico da média móvel na sua execução.

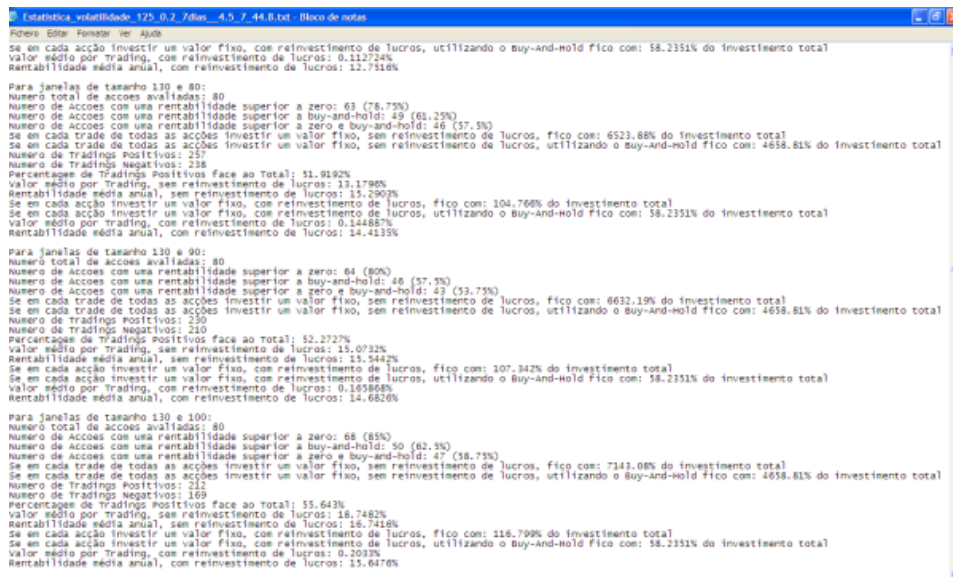
mmDays (Tipo: Inteiro): Define o número de dias da média móvel a considerar.

mmCrossover (Tipo: Boolean): Define se o algoritmo deverá considerar o indicador técnico do cruzamento de médias móveis na sua execução.

mmCrossoverMax (Tipo: Inteiro): Define qual o número de dias a considerar para a média móvel mais alta utilizada no cruzamento.

mmCrossoverMin (Tipo: Inteiro): Define qual o número de dias a considerar para a média móvel mais baixa utilizada no cruzamento.

Assim que a aplicação termina geram-se dois ficheiros de texto que registam todas as rentabilidades obtidas para as execuções do algoritmo e toda a estatística relevante referente a cada uma delas.



```
Estadística, rentabilidade: 125_0.7_Zibao...4.7_7_44.8.txt - Bloco de notas
Ficheiro Editar Formatar Ver Ajuda

Se em cada acção investir um valor fixo, com reinvestimento de lucros, utilizando o buy-and-hold fico com: 58.2351% do investimento total
valor médio por trading, com reinvestimento de lucros: 0.112724%
rentabilidade média anual, com reinvestimento de lucros: 12.7516%

Para janelas de tamanho 130 e 80:
Número total de acciones avaliadas: 80
Número de acciones com una rentabilidade superior a zero: 63 (78.75%)
Número de acciones com una rentabilidade superior a buy-and-hold: 49 (61.25%)
Número de acciones com una rentabilidade superior a zero e buy-and-hold: 46 (57.5%)
Se em cada trade de todas as acciones investir un valor fijo, sem reinvestimento de lucros, fico com: 6523.88% do investimento total
Se em cada trade de todas as acciones investir un valor fijo, sem reinvestimento de lucros, utilizando o buy-and-hold fico com: 4658.81% do investimento total
Número de Trádings Positivos: 257
Número de Trádings Negativos: 238
Porcentaje de Trádings Positivos face ao total: 51.9192%
valor médio por trading, sem reinvestimento de lucros: 13.1796%
rentabilidade média anual, sem reinvestimento de lucros: 15.2903%
Se em cada acção investir un valor fijo, com reinvestimento de lucros, fico com: 104.766% do investimento total
Se em cada acção investir un valor fijo, com reinvestimento de lucros, utilizando o buy-and-hold fico com: 58.2351% do investimento total
valor médio por trading, com reinvestimento de lucros: 0.144887%
rentabilidade média anual, com reinvestimento de lucros: 14.4133%

Para janelas de tamanho 130 e 90:
Número total de acciones avaliadas: 80
Número de acciones com una rentabilidade superior a zero: 64 (80%)
Número de acciones com una rentabilidade superior a buy-and-hold: 46 (57.5%)
Número de acciones com una rentabilidade superior a zero e buy-and-hold: 43 (53.75%)
Se em cada trade de todas as acciones investir un valor fijo, sem reinvestimento de lucros, fico com: 6632.19% do investimento total
Se em cada trade de todas as acciones investir un valor fijo, sem reinvestimento de lucros, utilizando o buy-and-hold fico com: 4658.81% do investimento total
Número de Trádings Positivos: 250
Número de Trádings Negativos: 210
Porcentaje de Trádings Positivos face ao total: 52.2727%
valor médio por trading, sem reinvestimento de lucros: 15.0732%
rentabilidade média anual, sem reinvestimento de lucros: 15.5442%
Se em cada acção investir un valor fijo, com reinvestimento de lucros, fico com: 107.342% do investimento total
Se em cada acção investir un valor fijo, com reinvestimento de lucros, utilizando o buy-and-hold fico com: 58.2351% do investimento total
valor médio por trading, com reinvestimento de lucros: 0.105868%
rentabilidade média anual, com reinvestimento de lucros: 14.6826%

Para janelas de tamanho 130 e 100:
Número total de acciones avaliadas: 80
Número de acciones com una rentabilidade superior a zero: 68 (85%)
Número de acciones com una rentabilidade superior a buy-and-hold: 50 (62.5%)
Número de acciones com una rentabilidade superior a zero e buy-and-hold: 47 (58.75%)
Se em cada trade de todas as acciones investir un valor fijo, sem reinvestimento de lucros, fico com: 7143.08% do investimento total
Se em cada trade de todas as acciones investir un valor fijo, sem reinvestimento de lucros, utilizando o buy-and-hold fico com: 4658.81% do investimento total
Número de Trádings Positivos: 169
Número de Trádings Negativos: 169
Porcentaje de Trádings Positivos face ao total: 55.643%
valor médio por trading, sem reinvestimento de lucros: 16.7482%
rentabilidade média anual, sem reinvestimento de lucros: 16.7416%
Se em cada acção investir un valor fijo, com reinvestimento de lucros, fico com: 116.799% do investimento total
Se em cada acção investir un valor fijo, com reinvestimento de lucros, utilizando o buy-and-hold fico com: 58.2351% do investimento total
valor médio por trading, com reinvestimento de lucros: 0.2033%
rentabilidade média anual, com reinvestimento de lucros: 15.6476%
```

Figura 39: Resultados da execução da aplicação.