



## **Desenvolvimento de um algoritmo para negociação automática no Mercado Cambial (FOREX - Foreign Exchange Market)**

**DUARTE AURÉLIO VELOSO DA SILVA**

Outubro de 2016

# DESENVOLVIMENTO DE UM ALGORITMO PARA NEGOCIAÇÃO AUTOMÁTICA NO MERCADO CAMBIAL (*FOREX - FOREIGN EXCHANGE MARKET*)

Duarte Aurélio Veloso da Silva



Departamento de Engenharia Electrotécnica

Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores

Área de Especialização em Automação e Sistemas

**2016**



Relatório elaborado para satisfação parcial dos requisitos da Unidade Curricular de  
Tese/Dissertação do Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores

Candidato: Duarte Aurélio Veloso da Silva, Nº 1101282, 1101282@isep.ipp.pt

Orientação científica: José António Tenreiro Machado, jtm@isep.ipp.pt

Coorientação científica: Alexandra Maria Soares Ferreira Galhano, amf@isep.ipp.pt



Departamento de Engenharia Electrotécnica

Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores

Área de Especialização em Automação e Sistemas

**2016**



Às minhas princesas, Lara e Ana...



## *Agradecimentos*

Nesta secção gostaria de agradecer a todos os que contribuíram para o desenvolvimento do meu interesse pessoal nesta área dos mercados financeiros e que permitiram, apoiaram e incentivaram a realização desta dissertação, de forma direta ou indireta:

- ao Prof. Tenreiro Machado e à Prof. Alexandra Galhano, pela orientação e apoio dado ao longo do trabalho;
- à Águas do Norte S.A., na pessoa do Eng. Nuno Aguilar, pela disponibilidade assentida no término deste projeto;
- ao Paulo Rego, por ter despertado o interesse nesta área e pelo desafio constante;
- e, em especial, à Filipa Borges e à minha família pelo apoio e motivação dado ao longo do tempo.



## *Resumo*

Esta dissertação documenta o estudo e caracterização do mercado cambial e as ferramentas de análise disponíveis para a sua negociação, com o objetivo de desenvolver uma estratégia de negociação automatizada através de uma plataforma de negociação eletrônica.

Para tal, e após a caracterização deste mercado financeiro, são abordados os conceitos fundamentais da análise técnica e fundamental, de modo a avaliar quais os indicadores e padrões gráficos mais utilizados neste tipo de sistemas de negociação e quais as melhores formas de os aplicar. Dentro dos indicadores foram estudados os quatro tipos de indicadores: tendência, momento, volume e volatilidade e no caso dos padrões foram identificados os tipos de Velas Japonesas mais utilizadas e os padrões agrupados mais comuns.

A definição da plataforma de negociação entre as várias opções do mercado e a seleção do tipo de corretora a utilizar como intermediário do mercado são pontos relevantes neste trabalho, cujas escolhas podem condicionar a implementação de estratégias de negociação e até resultar em custos para o investidor/utilizador. Uma vez selecionada a plataforma de negociação a utilizar – Metatrader 4 – serão desconstruídos e explicados com maior detalhe os vários módulos e funcionalidades que a constituem e as boas práticas a aplicar.

O desenvolvimento da componente prática e a implementação do algoritmo foi sendo progressiva, com a introdução à linguagem MQL4, a elaboração de funções para as diversas funcionalidades do algoritmo, a definição do sistema de negociação e a seleção dos indicadores a implementar de modo a que algoritmo automatizado efetue a substituição da análise gráfica e manual realizada por um investidor. O desenvolvimento deste algoritmo, denominado na plataforma por *Expert Advisor (EA)*, foi sendo evolutivo, com a realização de vários ensaios para se proceder à escolha de qual seria a melhor forma de aplicar um indicador ou padrão gráfico no par de câmbio EUR/USD. Para os ensaios foi definido um conjunto de períodos de otimização e teste, sendo a performance do algoritmo avaliada em função do lucro líquido e do menor abaixamento de capital (*drawdown*) de cada ensaio. Após

análise crítica, foram selecionadas as melhores configurações do algoritmo de modo a maximizar os resultados positivos, ou lucros, mas de forma estável e estruturada ao longo do tempo. O resultado final foi o desenvolvimento de um algoritmo com performance bastante positiva nos ensaios realizados, onde o lucro acumulado e o abaixamento máximo apresentaram valores interessantes, tendo em conta a maturidade do algoritmo criado.

### ***Palavras-Chave***

Mercado Cambial, Indicadores Técnicos, Plataformas de Negociação Eletrónica, Sistemas de Negociação, *Expert Advisor*.

## *Abstract*

This paper documents the study and characterization of the foreign exchange market, FOREX, and the analysis tools available for trading, in order to develop an automated trading strategy through an electronic trading platform.

To that end, after a characterization of this financial market, an approach is performed covering the fundamental concepts of technical and fundamental analysis to assess which indicators and chart patterns are most commonly used in this type of trading systems and how best to apply them. Within the indicators four types of indicators were evaluated: trend, momentum, volume, and volatility, and in the case of the graphic patterns have been identified the most commonly used in Japanese Candlestick.

The definition of the trading platform between the various options in the market and selecting the type of broker to use as a market intermediary are relevant points in this work, whose choices can influence the implementation of trading strategies and even result in costs to the investor / user. Once selected the trading platform to use - Metatrader 4 - will be deconstructed and explained in greater detail the existing modules and features and the good practices to apply.

The development of the practical component and the implementation of the algorithm was progressive, with the introduction of the MQL4 language, the development of functions for the various features of the algorithm, the definition of the trading system and the selection of indicators to be implemented to the automated algorithm make the replacement of graphic and manual analysis by an investor. The development of this algorithm, called in the platform by Expert Advisor (EA), was evolutionary, with the completion of various tests to make the choice of how best to implement an indicator or chart pattern in the EUR/USD pair. For the assays was defined a set of optimization and testing periods, where the algorithm performance was evaluated on the basis of the total net profit and maximal drawdown of each test. After analysis, the best settings for the algorithm to maximize profit

results were selected, but in a stable and structured manner over time. The end result was the development of an algorithm with very positive performance in tests, where the accumulated net profit and maximum drawdown showed interesting values, taking into account the maturity of the created algorithm.

***Keywords***

FOREX – Foreign Market Exchange, Technical Indicators, Electronic Trading Platforms, Trading Systems, Expert Advisor.

# Índice

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	<b>I</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>III</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>V</b>
<b>ÍNDICE</b> .....	<b>VII</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>XI</b>
<b>ÍNDICE DE TABELAS</b> .....	<b>XVII</b>
<b>GLOSSÁRIO DE NEGOCIAÇÃO (TRADING)</b> .....	<b>XIX</b>
<b>ACRÓNIMOS</b> .....	<b>XXXI</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1.1.CONTEXTUALIZAÇÃO.....	2
1.2.OBJETIVOS .....	2
1.3.ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO .....	3
<b>2. MERCADO CAMBIAL (<i>FOREX – FOREIGN EXCHANGE MARKET</i>)</b> .....	<b>5</b>
2.1.DEFINIÇÃO DE CÂMBIO .....	6
2.2.CÓDIGOS DE MOEDA - ISO 4217 .....	7
2.3.CARACTERIZAÇÃO DO MERCADO CAMBIAL .....	8
2.4.VOLUME DE NEGÓCIOS POR INSTRUMENTOS FINANCEIROS .....	11
2.5.TIPOS DE PARES DE MOEDA .....	12
2.5.1.PARES MAIORES .....	13
2.5.2.PARES CRUZADOS .....	14
2.5.3.PARES EXÓTICOS.....	14
2.6.HORÁRIOS DE NEGOCIAÇÃO .....	14
2.7.VANTAGENS DO MERCADO CAMBIAL .....	15
<b>3. ANÁLISE FUNDAMENTAL E ANÁLISE TÉCNICA</b> .....	<b>17</b>
3.1.ANÁLISE FUNDAMENTAL .....	17
3.1.1.PRINCIPAIS INDICADORES MACROECONÓMICOS .....	18
3.2.ANÁLISE TÉCNICA .....	20
3.2.1.A TEORIA DE DOW .....	21

3.2.2. CONCEITO DE TENDÊNCIA .....	22
3.2.3. CONCEITO DE RESISTÊNCIA E SUPORTE.....	24
<b>4. VELAS JAPONESAS E PADRÕES GRÁFICOS.....</b>	<b>27</b>
4.1. GRÁFICO LINEAR.....	27
4.2. GRÁFICOS DE BARRAS OHLC .....	28
4.3. GRÁFICO DE VELAS JAPONESAS .....	29
4.4. PADRÕES DAS VELAS JAPONESAS.....	29
4.5. PADRÕES GRÁFICOS .....	35
4.5.1. PADRÕES DE REVERSÃO.....	37
4.5.2. PADRÕES DE CONTINUAÇÃO: .....	40
<b>5. INDICADORES TÉCNICOS.....</b>	<b>45</b>
5.1. INDICADORES DE TENDÊNCIA.....	46
5.1.1. MÉDIAS MÓVEIS (MM) .....	46
5.1.2. TIPOS DE APLICAÇÃO.....	50
5.2. INDICADORES DE MOMENTO .....	51
5.2.1. INDICADOR ESTOCÁSTICO .....	52
5.2.2. TIPOS DE APLICAÇÃO.....	54
5.2.3. ÍNDICE DE FORÇA RELATIVA .....	57
5.2.4. TIPOS DE APLICAÇÃO.....	58
5.3. INDICADORES DE VOLUME .....	58
5.3.1. ÍNDICE DE VOLUME LIQUIDO.....	59
5.4. INDICADORES DE VOLATILIDADE .....	60
5.4.1. BANDA DE BOLLINGER.....	60
5.4.2. TIPOS DE APLICAÇÃO.....	61
5.5. FRACTAIS E OS MERCADOS FINANCEIROS .....	61
5.5.1. TEORIAS FRACTAIS.....	64
5.5.2. INDICADOR FRACTAL DE BILL WILLIAMS .....	65
5.5.3. TIPOS DE APLICAÇÃO.....	67
<b>6. PLATAFORMA NEGOCIAÇÃO: METATRADER 4.....</b>	<b>69</b>
6.1. NEGOCIAÇÃO ELETRÔNICA E IMPACTO NOS MERCADOS FINANCEIROS.....	69
6.2. TIPOS DE CORRETORAS .....	71
6.3. SELEÇÃO DA CORRETORA .....	72
6.4. TIPOS DE PLATAFORMAS .....	73
6.5. SELEÇÃO DA PLATAFORMA.....	73
6.6. METATRADER 4 – PLATAFORMA E ARQUITETURA .....	74
6.7. TERMINAL CLIENTE.....	76

6.8.LINGUAGEM METAQUOTES 4 – MQL4 .....	77
6.9.METAEDITOR.....	78
6.10.MÓDULO DE TESTES DA ESTRATÉGIA - <i>STRATEGY TESTER</i> .....	79
6.10.1.EXEMPLOS DE MODELAÇÃO .....	80
6.11.RELATÓRIOS DE TESTES .....	83
<b>7. DESENVOLVIMENTO DO ALGORITMO.....</b>	<b>87</b>
7.1.PAR ESCOLHIDO E PERÍODO DE ANÁLISE .....	88
7.2.ESTILO DE NEGOCIAÇÃO E PROCEDIMENTO DOS ENSAIOS .....	90
7.3.CONDIÇÕES E DEFINIÇÕES INICIAIS .....	91
7.4.ESTRUTURA E PSEUDO CÓDIGO DOS <i>EXPERT ADVISORS</i> .....	92
7.4.1.PSEUDO-CÓDIGO DO ALGORITMO.....	93
7.5.OTIMIZAÇÃO E ENSAIO DO <i>EXPERT ADVISOR</i> – MÉDIAS MÓVEIS .....	98
7.6.OTIMIZAÇÃO E ENSAIO DO <i>EXPERT ADVISOR</i> – OSCILADOR ESTOCÁSTICO E MÉDIAS MÓVEIS.....	103
7.7.OTIMIZAÇÃO E ENSAIO DO <i>EXPERT ADVISOR</i> - PADRÃO <i>HANGING MAN E INVERTED HAMMER</i> , OSCILADOR ESTOCÁSTICO E MÉDIAS MÓVEIS .....	107
7.8.OTIMIZAÇÃO E ENSAIO DO <i>EXPERT ADVISOR</i> DO INDICADOR FRACTAL .....	115
<b>8. CONCLUSÕES.....</b>	<b>119</b>
<b>REFERÊNCIAS DOCUMENTAIS .....</b>	<b>123</b>
<b>ANEXO A. DADOS DAS OTIMIZAÇÕES DA OPÇÃO 2 – MÉDIAS MÓVEIS.....</b>	<b>128</b>
<b>VALORES DOS ENSAIOS DA OPÇÃO 2 – MÉDIAS MÓVEIS .....</b>	<b>129</b>
<b>ANEXO B. DADOS DAS OTIMIZAÇÕES DA OPÇÃO 2 – OSCILADOR ESTOCÁSTICO .....</b>	<b>130</b>
<b>VALORES DOS ENSAIOS DA OPÇÃO 2 – OSCILADOR ESTOCÁSTICO .....</b>	<b>131</b>
<b>ANEXO C. DADOS DAS OTIMIZAÇÕES– <i>HANGING MAN E INVERTED HAMMER</i> .....</b>	<b>132</b>
<b>VALORES DOS ENSAIOS – <i>HANGING MAN E INVERTED HAMMER</i>.....</b>	<b>133</b>
<b>HISTÓRICO.....</b>	<b>ERRO! MARCADOR NÃO DEFINIDO.</b>



## Índice de Figuras

Figura 1: Evolução do mercado cambial	9
Figura 2: Comparativo dos volumes diários negociados em vários mercados [8]	10
Figura 3: Distribuição do mercado cambial por instrumento financeiro	12
Figura 4: Distribuição dos pares mais negociados	13
Figura 5: Horários de negociação	15
Figura 6: Exemplo de canal de tendência altista	23
Figura 7: Exemplo de canal de tendência baixista	23
Figura 8: Exemplo de lateralização das cotações	24
Figura 9: Exemplo dos níveis de resistência e suporte	25
Figura 10: Exemplo de um gráfico linear	28
Figura 11: Exemplo de um gráfico de barras	28
Figura 12: Exemplo de um gráfico de velas japonesas	29
Figura 13: Exemplo de corpo e sombra nas velas japonesas	30
Figura 14: Padrão <i>Dark Cloud Cover</i>	31
Figura 15: Padrão <i>Piercing Line</i>	31
Figura 16: Diferença entre o <i>Hammer</i> (esq.) e o <i>Hanging Man</i> (dir.)	32
Figura 17: Padrão <i>Hammer/Hanging Man</i> com cotação de fecho positiva e negativa	32

Figura 18: Diferença entre o <i>Inverted Hammer</i> (esq.) e o <i>Shooting Star</i> (dir.)	33
Figura 19: Variantes do padrão <i>Doji</i>	33
Figura 20: Exemplo do padrão <i>Inside Bar</i> com quebra do limite máximo da barra mãe	34
Figura 21: Figura esquemática do Cabeça e Ombros no topo de uma tendência ascendente	37
Figura 22: Exemplo de um Cabeça e Ombros com linha de suporte ascendente que se está a formar em Setembro de 2016	38
Figura 23: Figura esquemática Duplo Topo no topo de uma tendência ascendente	38
Figura 24: Exemplo de um Duplo Fundo em Fevereiro de 2015	39
Figura 25: Figura esquemática do Diamante no topo de uma tendência ascendente	39
Figura 26: Exemplo de um diamante em Março de 2016	40
Figura 27: Figura esquemática do triângulo simétrico numa tendência ascendente	41
Figura 28: Exemplo de um triângulo em Junho de 2009	42
Figura 29: Forma esquemática de uma bandeira ascendente numa tendência ascendente	42
Figura 30: Exemplo de um triângulo em Fevereiro de 2011	43
Figura 31: Forma esquemática de um galhardete ascendente numa tendência altista	44
Figura 32: Exemplo de um triângulo em Fevereiro de 2016	44
Figura 33: Tipos de indicadores técnicos	46
Figura 34: Gráfico semanal com indicação das 3 médias com número de períodos igual a 13: simples (azul), exponencial (vermelho) e a ponderada (verde)	47
Figura 35: Exemplo aplicação método do cruzamento da cotação de fecho pela MME5050	

Figura 36: Exemplo aplicação método do cruzamento de duas MM (MME8 e MME50)	51
Figura 37: Exemplo da representação do oscilador (parte inferior)	53
Figura 38: Configuração do estocástico lento vs estocástico rápido	54
Figura 39: Exemplo de negociação com aplicação do estocástico em zonas horizontais	55
Figura 40: Negociação com estocástico quando %K cruza %D	56
Figura 41: Exemplo de divergência no estocástico	56
Figura 42: Exemplo da aplicação do indicador RSI na parte inferior da figura	58
Figura 43: Exemplo do indicador sobre volume líquido	59
Figura 44: Exemplo da banda de Bollinger com um desvio padrão	60
Figura 45: Iterações do floco de neve de Koch	62
Figura 46: Ampliação do conjunto de Mandelbrot	63
Figura 47: Paisagens fractais	63
Figura 48: Exemplo das Ondas de Elliot em diferentes escalas temporais	64
Figura 49: Exemplo do padrão fractal ideal, de compra e de venda	65
Figura 50: Exemplo do indicador fractal	66
Figura 51: Indicador fractal da plataforma aplicado com 3 médias móveis simples ( <i>Alligator</i> )	68
Figura 52: Exemplo de estrutura de um mercado: mercado de obrigações	70
Figura 53: Tipos de negociação eletrónica, plataformas e protocolos	71
Figura 54: Tipos de corretoras	71

Figura 55: Arquitetura distribuída da plataforma MetaTrader4 [37]	75
Figura 56: Exemplo da aplicação dos diferentes tipos de ordens	76
Figura 57: Exemplo da aplicação das ordens de <i>Stop Loss</i> e <i>Take Profit</i>	77
Figura 58: Índice de velocidade de execução	77
Figura 59: Ambiente do MetaEditor com janela de navegação, caixa de ferramentas e janela de programação	79
Figura 60: Janela do módulo de teste de estratégias	80
Figura 61: Vela japonesa das 10h do dia 5 de Setembro de 2007 a ser modelada	81
Figura 62: Modelação da barra anterior no método do preço de abertura”	81
Figura 63: Modelação da mesma barra anterior com o método de pontos de controlo	82
Figura 64: Modelação da mesma barra anterior com o método de todos os <i>ticks</i>	83
Figura 65: Exemplo do relatório gerado pelo teste de um <i>Expert Advisor</i>	84
Figura 66: Desempenho do par EUR/USD entre 01-01-2006 e 31-12-2015	88
Figura 67: Calendário com os períodos de otimização e testes realizado	89
Figura 68: Exemplo gráfico da otimização das variáveis para o período entre 2010 e 2012	100
Figura 69: Evolução do capital acumulado no período de treinos entre 2010 e 2012	101
Figura 70: Resultados da modelação do método do cruzamento das médias	102
Figura 71: Evolução do capital entre o período de 01-01-2006 e 31-12-2015	102
Figura 72: Exemplo gráfico da otimização das variáveis para o período entre 2010 e 2012	105

Figura 73: Resultados da modelação do método recorrendo ao cruzamento dos estocásticos rápido e lento	107
Figura 74: Evolução do capital entre o período de 01-01-2006 e 31-12-2015	107
Figura 75: Definição do padrão <i>Hanging Man</i> e do <i>Inverted Hammer</i> (tendência ascendente)	108
Figura 76: Comparação entre Risco/Recompensa de 1:2 e Capital Risco Fixo	110
Figura 77: Exemplo gráfico da otimização das variáveis para o período entre 2010 e 2012	112
Figura 78: Resultados da modelação no período 01-01-2006 a 31-12-2015	113
Figura 79: Evolução do capital entre o período de 01-01-2006 e 31-12-2015	114
Figura 80: Resultados da modelação no período 01-01-2016 a 30-09-2016	114
Figura 81: Evolução do capital entre o período de 01-01-2006 e 31-12-2015	114
Figura 82: Resultados da modelação no período 01-01-2006 a 31-12-2015	116
Figura 83: Evolução do capital entre o período de 01-01-2006 e 31-12-2015	116



## *Índice de Tabelas*

Tabela 1: Lista de códigos de algumas moedas principais	8
Tabela 2: Percentagem de utilização das moedas mais comercializadas	11
Tabela 3: Técnicas de análise mais utilizadas	18
Tabela 4: Duração das tendências e períodos associados	49
Tabela 5: Comparativo de custos de utilização de plataformas de negociação [36]	74
Tabela 6: Tabela de variáveis a otimizar no EA das médias móveis	100
Tabela 7: Resultados dos testes utilizando apenas cruzamento de médias móveis exponenciais	101
Tabela 8: Tabela de variáveis a otimizar no EA do oscilador estocástico	104
Tabela 9: Resultados dos testes utilizando o indicador estocástico	106
Tabela 10: Tabela de variáveis a otimizar no EA do <i>Hanging Man</i> e <i>Inverted Hammer</i>	111
Tabela 11: Resultados dos testes utilizando o indicador estocástico	112
Tabela 12: Tabela de variáveis a otimizar no EA do Fractal	116
Tabela 13: Dados da otimização das variáveis do EA das médias móveis	128
Tabela 14: Resultados dos ensaios realizados em séries de treino e séries de teste	129
Tabela 15: Dados da otimização das variáveis do EA utilizando o oscilador estocástico	130
Tabela 16: Resultados dos ensaios realizados em séries de treino e séries de teste	131

Tabela 17: Dados da otimização das variáveis do EA utilizando o padrão *Hanging Man* e *Inverted Hammer* 132

Tabela 18: Resultados dos ensaios realizados em séries de treino e séries de teste 133

## *Glossário de negociação (trading)*

O presente glossário pretende facilitar a compreensão do vocabulário e expressões utilizadas ao longo do documento acerca do conteúdo financeiro abordado, dado que muitos dos termos utilizados não apresentam o melhor significado quanto traduzidos para a língua portuguesa [1].

Ação ( <i>Share</i> )	Valor mobiliário que representa uma parte de uma sociedade anónima e que outorga ao seu titular os “direitos do acionista”.
Altista ( <i>Bullish // Bull</i> )	Posição especulativa que prevê a subida da cotação de um valor ou de um mercado. Investidor que espera que o preço dos valores suba.
Analista financeiro ( <i>Financial analyst</i> )	Especialista do mercado financeiro encarregado de dar o seu diagnóstico sobre as empresas e o valor dos títulos.
Baixista ( <i>Bearish // Bear</i> )	Posição especulativa que prevê uma descida da cotação de um valor ou de um mercado. Investidor que espera que a cotação de um valor ou de um mercado venha a baixar.
Banco Central ( <i>Central bank</i> )	É o banco encarregado pela emissão da moeda de um país, a quem compete também a definição e execução da política monetária. Costuma ser uma entidade de controlo estatal que centraliza as reservas do país e exerce o controlo da massa monetária e do crédito, bem como das operações globais em moeda estrangeira. Cabe-lhe igualmente a inspeção, autorização e controlo

	das instituições financeiras. Em Portugal, é designado por “Banco de Portugal”.
Banco Central Europeu ( <i>European Central Bank</i> )	É o banco central da zona euro (União Económica e Monetária Europeia), que opera com personalidade jurídica própria e independente, assegura o cumprimento das funções encomendadas ao Sistema Europeu de Bancos Centrais e tem o poder exclusivo de autorizar a emissão de notas.
Banda ( <i>Range</i> )	Intervalo de cotações no qual o título flutua, evidenciando um movimento de laterização num determinado período temporal.
<i>Bid - Ask</i>	Expressão anglo-saxónica que designa a grelha de preços de procura e oferta que os criadores de mercado propõem aos vendedores e compradores de determinados títulos. Exemplo: 100,00€ – 105,00€; O primeiro número indica o preço a que o criador de mercado compraria os valores, e o segundo, o preço a que os venderia.
Bolsa de comércio /mercadorias ( <i>Commodities market</i> )	Lugar onde se realizam as transações de determinadas mercadorias, tais como o ouro e outros metais preciosos, petróleo, cereais ou matérias primas.
Bolsa de divisas ( <i>Foreign exchange market</i> )	Lugar onde se reúnem os cambistas para fixar o preço das diversas divisas.
Bolsa de valores ( <i>Stock Exchange</i> )	Mercado de capitais organizado, institucionalizado e oficialmente regulado, com intermediários e formas de negociação específicas, um objeto de negociação

singular (os valores mobiliários) e difusão geral das cotações.

*Break even*

Termo anglo-saxónico que identifica o limiar de rentabilidade, mais propriamente, o nível de receitas a partir do qual se considera existir lucro.

*Broker*

Termo anglo-saxónico que designa um intermediário bolsista ou financeiro, normalmente uma sociedade corretora, que atua por conta dos seus clientes. Nos mercados financeiros, é uma pessoa física ou jurídica que põe em contacto o comprador e o vendedor de um ativo financeiro e que por isso recebe uma comissão, atuando sempre por conta dos seus clientes (comitentes).

*Cambista (Foreign exchange dealer)*

Profissional que se dedica à negociação de divisas no mercado cambial.

*Comitente*

Denominação jurídica do investidor face ao intermediário bolsista ou financeiro que recebe as suas ordens de investimento ou de desinvestimento e que atua como comissionista.

*Contrato de futuros (Futures Contract)*

É um contrato de compra e venda a prazo, padronizado, no qual uma das partes se compromete a entregar a outra uma determinada quantidade de ativos financeiros ou não financeiros de um tipo especificado numa data futura pré-determinada contra o pagamento de um preço estabelecido no momento da celebração do contrato. No mercado bolsista, os contratos de futuros de índices e sobre valores podem ser utilizados como

instrumentos de cobertura de riscos derivados das oscilações das cotações.

Correlação (*Correlation*)

Medida da relação existente entre a evolução de duas séries, por exemplo, entre a dos preços de um valor cotado e a de uma outra série que se supõe que possa influenciar tais preços: cotações bolsistas do sector em que o valor se integra, cotações de um valor emitido por uma empresa ligada à primeira por processos de produção ou de comercialização, cotações de divisas, etc.

*Day Trading*

Termo anglo-saxónico que significa a compra e venda de títulos dentro do mesmo dia.

Divisa (*Foreign currency*)

Instrumento de pagamento denominado em moeda estrangeira. Pode assumir a forma de moedas, notas, cheques, letras, saldos em conta corrente, etc.

Divisa de base (*Base Currency*)

É aquela que serve de referência ou de base à definição das taxas de câmbio de outra ou outras.

Especulador (*Scalper // Speculator*)

Pessoa que compra ou vende com intenção de vender ou voltar a comprar no futuro próximo, procurando obter um lucro com a diferença de cotações. Cumpre uma função de nivelção de preços no mercado, embora seja, por vezes, responsável pela existência de distorções do mesmo – por exemplo, quando recorre a manobras destinadas a fazer subir ou baixar os preços artificialmente, de acordo com as suas intenções particulares.

Fecho ( <i>Closing</i> )	Momento em que termina oficialmente a negociação numa sessão de bolsa.
Fluidez ( <i>Fluidity</i> )	Situação do mercado de valores em que os diferentes tipos de ordens podem ser cumpridos sem atrasos.
FOREX	Acrónimo de “ <i>Foreign Exchange Market</i> “, a designação anglo-saxónica do mercado cambial.
Futuros sobre divisas ( <i>Currencies futures</i> )	São aqueles cujo ativo subjacente é uma divisa admitida à cotação nos mercados cambiais. Este tipo de contratos tem muita importância como instrumento de cobertura de riscos em operações internacionais denominadas em divisas com pagamento ou cobrança a prazo.
Investidor ( <i>Investor</i> )	Pessoa física ou jurídica que compra bens imóveis ou valores negociáveis, com o objetivo de colocar o seu capital e de com ele obter o máximo de rentabilidade possível.
Limite ( <i>Limit</i> )	Nível de preços que se fixa como máximo ou mínimo a que se está disposto a comprar ou vender.
Liquidez ( <i>Liquidity</i> )	Situação do investidor antes da colocação dos seus recursos monetários. Grau de possibilidade de converter a curto prazo um valor negociável em dinheiro efetivo sem diminuição do seu valor real. Situação de um mercado ou de uma empresa que tem ativos líquidos suscetíveis de serem convertidos em dinheiro imediatamente.

Lote mínimo ( <i>Round lot</i> )	Número ou montante mínimo de ativos que pode ser negociado numa determinada bolsa.
Lucro / Ganho ( <i>Profit</i> )	Benefício procurado ou obtido em alguma atividade, sendo considerado um objetivo nas atividades comerciais e económicas. Diferenças entre receitas e despesas de uma operação.
Mais-valia ( <i>Capital Gain</i> )	Lucro gerado pela diferença entre o preço de compra e o preço de venda de valores mobiliários, sendo este último mais elevado.
Máximo ( <i>Maximum</i> )	Preço mais alto alcançado numa sessão bolsista ou num determinado período.
Menos-valia ( <i>Capital Loss</i> )	Perda produzida pela venda de valores a um preço inferior ao da sua compra.
Mercado altista ( <i>Bull market</i> )	É aquele cujas cotações têm tendência para subir.
Mercado baixista ( <i>Bear market</i> )	Mercado cujas cotações têm tendência para descer.
Mercado de euromonedas	É um mercado em que se opera diretamente sobre as divisas internacionais, com operações à vista ( <i>spot</i> ) ou a prazo ( <i>forward</i> ).
Mínimo ( <i>Minimum</i> )	Limite de preço a que se está disposto a vender. Preço mais baixo alcançado numa sessão ou num determinado período.
Moeda de reserva	Uma moeda de reserva é uma moeda utilizada em grandes quantidades, por muitos governos e instituições como parte das suas reservas

internacionais. É também utilizada para se estabelecerem os preços de bens comercializados no mercado global, assim como o petróleo, o ouro, prata, etc.

Momento (*Momentum*)

Indicador que mede a velocidade das subidas ou descidas das cotações de um mercado ou de um valor. Pode ser definido como o grau de força do seu movimento ou tendência, expressando-se pela variação dos preços durante um determinado período.

Negociar (*Trade*)

É sinónimo de transacionar ou de tentar chegar a acordo.

Nível de resistência  
(*Resistance level*)

É a cotação histórica de um valor ou de um índice de mercado em que a pressão dos vendedores evitou uma subida maior do título, detendo a sua tendência de alta e, inclusivamente, invertendo-a. Na análise técnica, ultrapassar este nível indica que se está a entrar num mercado claramente altista e que criará novos níveis de resistência.

Nível de Suporte (*Support level*)

Nível onde, historicamente, os preços atingiram um mínimo e em que a procura tende a aumentar, produzindo uma tendência para a alta. Na análise técnica, descer abaixo deste nível indica que se está a entrar num mercado claramente baixista e que criará novos níveis de suporte.

Obrigação (*Bond*)

Valor mobiliário que representa uma parte de um empréstimo contraído pela entidade emissora e que confere ao seu titular (o obrigacionista) o direito a

receber um juro fixo ou variável para além da devolução do capital emprestado.

Ordem com limite de preço  
(*Buy Limit ou Sell Limit*)

Ordem de compra (ou venda) que deverá ser executada até (ou acima de) um determinado preço. Ordem em que o preço indicado é o máximo a que o ordenante está disposto a comprar ou o mínimo a que está disposto a vender.

Ordem com menção stop  
(*Stop order*)

Tipo de ordem bolsista que se torna efetiva quando a cotação do valor em causa igualar ou exceder (no caso das compras) ou descer abaixo (no caso das vendas) um determinado nível fixado pelo comitente-cliente.

Ordem com prazo determinado

Ordem válida durante um período de tempo pré-definido, especificado na mesma, que poderá limitar-se ao da sessão de bolsa do dia em que é dada ou da primeira sessão subsequente ou alargar-se até um número máximo de dias. Em Portugal é possível ir até um máximo de 45 dias, segundo a lei.

Ordem de *Stop loss* (*Stop loss order*)

Ordem bolsista de venda de valores que deverá ser executada quando as cotações descerem abaixo ou acima de um determinado nível pré-estabelecido, com o intuito de controlar perdas do capital investido.

Oscilador (*oscillator*)

É um indicador da evolução dos mercados utilizado na análise técnica, que se baseia no cálculo de duas médias móveis, uma curta e outra longa, consistindo na diferença entre ambas.

Pico (*High*)

Cotação máxima de um valor ou de um mercado durante um determinado período de tempo.

<i>PIP</i>	Acrónimo de “ <i>Price Interest Point</i> ” identifica o menor incremento de preço no movimento que uma moeda pode efetuar. Também chamado de ponto ou pontos. Por exemplo, 1 pip para o par EUR/USD = 0,0001 e 1 pip para o USD/JPY = 0,01.
Pontos base ( <i>Basis Point</i> )	Unidade de medida comum de um preço, taxa ou índice. Corresponde a 0,01%.
Posição longa ou compradora ( <i>Long / Bull position</i> )	Proposta de compra de valores negociáveis. Situação em que se encontra o investidor que comprou valores negociáveis. Situação de mercado em que as ordens de compra de um valor, ou dos valores nele cotados, superam as ordens de venda.
Posição curta ou vendedora ( <i>Short / Bear position</i> )	Proposta de compra de valores negociáveis. Situação em que se encontra o investidor que vendeu valores negociáveis. Situação de mercado em que as ordens de venda de um valor, ou dos valores nele cotados, superam as ordens de compra.
Preço de abertura ( <i>Opening price</i> )	É o fixado no início de uma sessão bolsista, através da confrontação entre a oferta e a procura iniciais.
Preço comprador ( <i>Bid Price</i> )	Preço ao qual um investidor está disposto a comprar um determinado ativo financeiro. Pode também designar o preço mais alto proposto no mercado, num determinado momento, para a compra de um valor negociável.
Preço de fecho ( <i>Closing price</i> )	Último preço fixado numa sessão bolsista, produzido pelo livre jogo entre a oferta e a procura finais do mercado.

Preço vendedor ( <i>Ask price</i> )	Preço ao qual um investidor está disposto a vender um determinado ativo financeiro. Pode também designar o preço mais baixo proposto no mercado, num determinado momento, para a venda de um valor negociável.
Rentabilidade ( <i>Profitability</i> )	Capacidade de um capital produzir um rendimento efetivo. Relação entre o rendimento obtido com um investimento e o montante inicial do mesmo. Nos valores mobiliários cotados, pode distinguir-se entre a rentabilidade gerada por juros ou dividendos e a obtida por mais-valias, ou seja, pelo aumento do preço dos valores no mercado.
Sobrecomprado ( <i>Overbought</i> )	Adjetivo aplicável a um valor que foi alvo de fortes compras nas últimas sessões bolsistas, pelo que a sua cotação subiu muito, deixando de corresponder ao valor intrínseco do mesmo. É sinónimo de sobrevalorizado.
Sobrevendido ( <i>Oversold</i> )	Valor que foi objeto de vendas contínuas, que fizeram baixar a sua cotação, tendo esta deixado de corresponder ao valor intrínseco do mesmo, mais elevado. É sinónimo de subvalorizado.
Sociedade financeira de corretagem ( <i>Securities broker</i> // <i>Stock exchange dealer</i> )	Intermediário bolsista autorizado a operar no mercado de capitais por conta alheia e por conta própria. O seu objetivo principal, para além da receção de ordens dos investidores para subscrição ou transação de valores mobiliários e na respetiva execução, consiste na negociação dos mesmos por conta própria e no exercício da atividade de <i>market-maker</i> ou “criador de mercado”.

<i>Spread</i>	Termo anglo-saxónico que designa uma percentagem de juro adicional somada à taxa de referência de um crédito ou de um cupão de uma obrigação, cobrada ao tomador do empréstimo ou paga ao obrigacionista, que reflete o nível de risco da operação. Fatores como as garantias associadas, notação de <i>rating</i> , prazos, entre outros, determinam o nível do <i>spread</i> .
<i>Swap cambial (currency swap)</i>	Contrato de compra ou venda a prazo entre duas partes, no qual o cliente se compromete a comprar (vender), hoje, uma quantia de uma divisa previamente acordada e tem a obrigação de vender (comprar) à instituição financeira, e esta a comprar (vender), numa data futura pré-fixada, a mesma quantia comprada (vendida) hoje, a um preço pré-definido (câmbio da divisa a prazo)
<i>Swing Trading</i>	Termo anglo-saxónico que significa a compra e venda de ativos financeiros num curto prazo aproveitando o balanço do mercado, normalmente, entre 2 a 6 dias.
Taxa de câmbio ( <i>Exchange rate</i> )	Relação cambial que existe entre duas moedas e que expressa o número de unidades de moeda nacional que se trocam por unidade estrangeira.
Tendência ( <i>Trend</i> )	Evolução das cotações bolsistas num mesmo sentido, de alta ou de baixa.
<i>Tick</i>	Termo anglo-saxónica que identifica um evento caracterizado pela alteração no preço Bid e/ou Ask de um ativo num dado momento.

<i>Trading</i>	Palavra anglo-saxónica que designa a compra e venda (ou vice-versa) de um mesmo valor num curto espaço de tempo.
Venda a descoberto ( <i>Short selling</i> )	Designa-se desta forma a venda de valores por uma pessoa que, no momento da venda, não é titular dos mesmos, na esperança de os vir a adquirir a um preço mais baixo antes da liquidação da operação.
Volatilidade ( <i>Volatility</i> )	Flutuação das cotações de um valor em torno de uma linha de tendência. É medida pelo desvio-padrão ou pela variância de uma série de cotações históricas e quanto mais alto for o seu valor, maior será o risco de investimento.
<i>Yield</i>	Termo anglo-saxónico equivalente a rentabilidade de um investimento.

## *Acrónimos*

FOREX      *Foreign Exchange Market*

GMT        *Greenwich Mean Time*

MQL4    – *MetaQuotes 4 Language*

PIP        – *Price Interest Point*



# 1. INTRODUÇÃO

*“Um investimento em conhecimento paga sempre o melhor juro.”*

Benjamin Franklin

Este documento tem como objetivo apresentar o trabalho realizado no âmbito da tese do 2º ano do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e Computadores (MEEC), do Departamento de Engenharia Eletrotécnica (DEE), do Instituto Superior de Engenharia do Porto. O tema escolhido envolve o estudo do mercado cambial, também conhecido por *FOREX – Foreign Exchange Market*, e das várias ferramentas de análise técnica disponíveis em plataformas de negociação eletrónicas. Estas permitem a utilização de vários indicadores técnicos ou a identificação de padrões gráficos para que o objetivo final culmine na elaboração de um algoritmo que permita a compra e venda de ativos financeiros, com lucro, através de sistema autónomos, conhecidos por *Expert Advisors*. No entanto, para permitir a interação com o mercado, será necessário o levantamento das várias opções disponíveis, a seleção de uma plataforma de negociação assim como uma sociedade corretora como intermediária.

O documento doravante apresentado encetará por uma introdução história ao mercado cambial e um enquadramento relativamente a outros mercados, passando para a abordagem financeira, mais propriamente no campo da análise e no estudo dos tipos de análise técnica e fundamental. Adquiridos esses conceitos, aprofundar-se-ão as ferramentas de análise disponíveis, tais como, tipos de gráficos, velas japonesas, padrões gráficos e indicadores técnicos mais utilizados com o intuito de serem adquiridas as bases teóricas para a elaboração do algoritmo. Entre as componentes teóricas e práticas do trabalho serão ainda abordados os passos realizados na seleção da plataforma de negociação e na corretora utilizada como intermediária, assim como as melhores práticas no que diz respeito à visualização e avaliação de desempenho de indicadores através da simulação.

Por último, o desenvolvimento de um plano de negociação, ou *trading*, a ser implementado na plataforma de negociação eletrónica, assim como as regras que irão compor o algoritmo serão apresentadas na parte final do trabalho, assim como os resultados dos ensaios realizados.

## **1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO**

Esta proposta de trabalho, realizado numa área financeira não muito comum no contexto da engenharia, surge do interesse do autor nos mercados financeiros e no aumento exponencial de sistemas de negociação automática que existem hoje em dia no mercado, sejam eles explorados pelos grandes participantes ou pelo simples investidor retalhista, através da sua operação “doméstica”. Em ambos os casos, o desafio é elaborar um conjunto de regras que permitam a negociação de ativos financeiros com sucesso, nomeadamente, lucro. No entanto, este objetivo será mais desafiante se for realizado de forma sustentável ao longo da execução da estratégia e em diferentes circunstâncias, correspondendo à subida gradual e contínua do lucro.

## **1.2. OBJETIVOS**

Conforme mencionado anteriormente, o principal objetivo deste trabalho é o estudo de um conjunto de indicadores dinâmicos existentes em análise técnica e na definição de um conjunto de regras que irão compor um algoritmo de modo a que, uma vez implementado,

possibilite a negociação automática na compra e venda de ativos financeiros no mercado de câmbio, com lucro.

Dada a complexidade inerente a este objetivo, começando pela quantidade de corretoras presentes no mercado, até ao “ruído” que existe pela enorme acessibilidade ao mercado, sentiu-se a necessidade de estruturar um plano de ações e subdividi-lo em múltiplas tarefas, tais como:

- Definição do tipo de negociação: *day trading* ou *swing trading*;
- Definição da corretora a escolher como intermediária;
- Definição da plataforma de negociação eletrónica;
- Aplicação das melhores práticas na análise gráfica;
- Estudo dos padrões gráficos e indicadores técnicos;
- Elaboração das regras de negociação do algoritmo a realizar;
- Desenvolvimento e implementação do algoritmo na linguagem apropriada;
- Otimização e testes para validação do desempenho.

### **1.3. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO**

No capítulo 2 “Mercado Cambial (FOREX – *Foreign Exchange Market*)”, será realizada uma pequena introdução histórica do mercado cambial, seguida de uma definição de câmbio e da indicação das normas internacionais que definem as características de cada par de moeda ou matérias primas. Posteriormente será realizada uma caracterização atual do mercado, com valores recentes reportados a Setembro de 2016, pelo Banco de Pagamentos Internacionais (BIS), e serão assinaladas as vantagens deste mercado face a outros mercados financeiros.

No capítulo 3 “Análise fundamental e Análise técnica” dar-se-á início à componente teórica, com introdução à análise fundamental e aos fundamentos da análise técnica, com especial enfoque sobre a Teoria de Dow.

Por sua vez, no capítulo 4 “Velas Japonesas e Padrões Gráficos” inicia-se a descoberta das ferramentas de análise técnica disponibilizadas, onde serão abordados os tipos de gráficos, as vejas japonesas mais utilizadas e os padrões mais comuns, sendo apresentados exemplos desses no par EUR/USD.

No capítulo “Indicadores Técnicos”, o quinto deste trabalho, serão abordados os tipos de indicadores existentes, apresentados os mais usuais e propostos os melhores métodos para a sua aplicação, em função das tendências definidas pelo mercado.

O sexto capítulo “Plataforma Negociação: Metatrader 4” dará conhecimento das várias plataformas disponibilizadas no mercado, tipos e modos de funcionamento, sendo mais particularizada a informação sobre a plataforma de negociação escolhida para este trabalho e as componentes que a constituem.

No capítulo 7, “Desenvolvimento do Algoritmo”, é evidenciada a componente prática do trabalho mostrando a evolução do algoritmo realizado e as tentativas de elaborar um sistema de negociação com indicadores de vários tipos. Os resultados dos vários ensaios também serão abordados, no sentido de explicar as opções tomadas.

Como último capítulo, “Conclusões”, serão analisados os objetivos definidos inicialmente e serão escrutinados os resultados obtidos nos ensaios, com vista a uma crítica introspetiva sobre o trabalho realizado sabendo, no entanto, que a realização deste tipo de sistemas carece de um maior período de desenvolvimento e de testes para garantir maior estabilidade na sua execução.

Nota: O vocabulário e expressões financeiras utilizadas ao longo do documento surgem, por vezes, na versão anglo-saxónica dado que muitos dos termos utilizados não apresentam o melhor significado quanto traduzidos para a língua portuguesa.

## 2. MERCADO CAMBIAL (*FOREX – FOREIGN EXCHANGE MARKET*)

*“A História é a mestra da Vida”,*

Heródoto, Séc. V A.C.

Desde o início das civilizações que se realizam trocas comerciais ou monetárias entre vários povos com o intuito de comprar e vender bens, alimentos, materiais, metais preciosos ou outras matérias-primas. Foram vários os povos que implementaram grandes sistemas monetários baseados em trocas comerciais mas só a partir do século XIX é que se começam a desenvolver os primeiros passos que levaram ao desenvolvimento do mercado moderno de câmbio, com dois acontecimentos relevantes: o sistema padrão-ouro e o acordo de Bretton Woods.

Elaborada por David Hume, em 1752, a teoria do padrão-ouro tinha como objetivo principal estabelecer uma relação das moedas de diversos países com o ouro e, estabelecida essa

relação, podia-se trocar uma unidade monetária por uma quantidade em ouro e, por sua vez, convertê-lo noutra unidade monetária. Até então, o sistema monetário de muitos países era baseado num padrão bimetalista, que permitia a circulação simultânea de moedas de diversos tipos de metais preciosos sendo que, em 1821, a Grã-Bretanha começou a estabelecer um padrão monometalista com base no ouro. Lentamente os países foram criando políticas monetárias e adotando o ouro como padrão, tendo sido Portugal o primeiro país a aderir em 1854 mas abandonando em 1891. O padrão-ouro clássico vigorou como sistema monetário internacional entre 1870 e 1914, terminando aquando o início da Primeira Guerra Mundial, devido às necessidades vigentes e à instabilidade monetária, surgindo apenas em 1944 um novo sistema monetário. Nessa altura, os Estados Unidos da América (EUA) emergem como uma potência mundial, organizando uma reunião entre vários países em Bretton Woods (EUA) para assinar o acordo sobre a formação de um novo sistema de relações monetárias cujas principais disposições eram [3]:

- A obrigação de cada país adotar um método de taxas de câmbio fixas das suas moedas dentro de um determinado valor indexado ao dólar americano;
- O dólar norte-americano passava a substituir o padrão-ouro para se tornar a principal moeda de reserva;
- A criação de três agências internacionais para supervisionar a atividade económica: o Fundo Monetário Internacional (FMI), o Banco Internacional para a Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD, agora denominado de Banco Mundial), e o Acordo Geral sobre Tarifas e Comércio (GATT) que levou à criação da Organização Mundial do Comércio.

Deste modo, o dólar tornou-se a principal moeda de troca internacional e o Governo Americano garantia a conversão em ouro. No entanto, as reservas de ouro dos EUA estavam tão empobrecidas naquele momento, que não seriam suficientes para cobrir novas reservas de dólar dos bancos centrais de outros países e, em 1971, sem aviso prévio, os Estados Unidos deixariam de apoiar o dólar com ouro. Esta decisão terminou com o sistema monetário de Bretton Woods e anunciou o início do mercado de câmbio.

## **2.1. DEFINIÇÃO DE CÂMBIO**

O câmbio é a operação de troca de uma moeda por outra e pode ser traduzida na relação entre duas moedas de dois países. Essa relação indica o preço relativo das moedas, ou seja, a quantidade que é possível comprar (ou vender) através da venda (ou compra) de uma unidade de outra moeda, expressando deste modo as relações de troca entre dois países [4].

Tomemos como exemplo o par EUR/USD, que normalmente se denomina euro vs. dólar americano. Neste caso, o euro é considerada a moeda “base”, enquanto o dólar americano é a moeda de “cotação”.

Se EUR/USD for igual a 1,5415, significa que com 1 euro é possível obter 1,5415 dólares.

Um aumento desta cotação traduz uma valorização do euro face ao dólar e significa que cada euro pode ser trocado por maior quantidade de dólares. Pelo contrário, uma redução no valor daquela taxa de câmbio indica uma valorização do dólar face ao euro.

Nos mercados cambiais internacionais, as cotações de compra e venda de moeda obedecem a convenções, nomeadamente no que diz respeito ao arredondamento dos preços. Por exemplo, o USD (dólar) é cotado face ao EUR (euro) com aproximação até à 4.<sup>a</sup> casa decimal, enquanto a cotação do JPY (iene) face ao USD é aproximada à 2.<sup>a</sup> casa decimal.

## 2.2. CÓDIGOS DE MOEDA - ISO 4217

Desenvolvido pela Organização Internacional para a Normalização (*International Organization for Standardization – ISO*) em 1973 e aprovado em 1978 pela Comissão Económica das Nações Unidas para a Europa, a norma internacional ISO 4217 designa os códigos para a representação de moeda, fundos e metais preciosos [5].

O objetivo passa por uniformizar e estabelecer códigos internacionalmente reconhecidos no setor financeiro, podendo ser representados de duas maneiras: um código alfabético de três letras e um código numérico de três dígitos:

- **Código Alfabético** - O código alfabético é baseado numa outra norma, a ISO 3166-1, que utiliza as duas primeiras letras para identificar o código do nome do país, e sempre que possível, a terceira letra corresponde à primeira letra do nome da moeda, por exemplo: O dólar americano é representado como USD, onde os US derivam do código de país e o D indica o nome da moeda, o dólar.
- **Código numérico** - O código numérico de três dígitos é útil quando os códigos de moeda necessitam de ser entendidos em países que não usam o alfabeto latino e para os sistemas informatizados. Quando possível, o código numérico de três dígitos é o mesmo que o código numérico do país.

Tabela 1: Lista de códigos de algumas moedas principais

Código Alf.	Código Num.	Expoente	Moeda	Localizações principais
EUR	978	2	Euro	Zona Euro
USD	840	2	Dólar Americano	Estados Unidos da América
GBP	826	2	Libra Esterlina	Reino Unido

Códigos para metais preciosos, como o ouro (XAU), a prata (XAG) e a platina (XPT) são formados através do prefixo com a letra “X” seguido do símbolo químico.

Esta norma também define as unidades monetárias menores para cada moeda, denominando-se este mecanismo de “expoente” e assume uma base 10. Por exemplo, o EUR tem expoente 2 ( $10^2 = 100$ ), o que indica que um EUR é composto por 100 cêntimos

Algumas moedas não têm qualquer unidade monetária menor, sendo-lhe atribuída expoente de zero “0”, em detrimento do valor insignificante dessas unidades.

### 2.3. CARACTERIZAÇÃO DO MERCADO CAMBIAL

O mercado cambial conforme o conhecemos, também denominado de FOREX – *Foreign Exchange Market*, é um mercado financeiro descentralizado, livre de regulação governamental e destinado a transações de câmbio, como compra, venda e conversão de moedas aos preços correntes ou a determinados preços. Em termos de volume é, de longe, o maior mercado do mundo sendo os maiores participantes deste mercado os maiores bancos centrais e comerciais, grandes empresas, fundos e investidores. Estas instituições também são denominadas de provedores de liquidez [6].

Segundo o relatório do “Inquérito Trienal à Atividade nos Mercados de Câmbios e de Produtos Derivados”, realizado em 2016, sob a coordenação do Banco de Pagamentos Internacionais (*Bank for International Settlement - BIS*), em Abril de 2016 foram negociados

uma média diária de cerca de 5,1 triliões<sup>1</sup> de dólares, o que representa uma diminuição de aproximadamente 5% face aos 5,3 triliões<sup>1</sup> de dólares de 2013 [7].

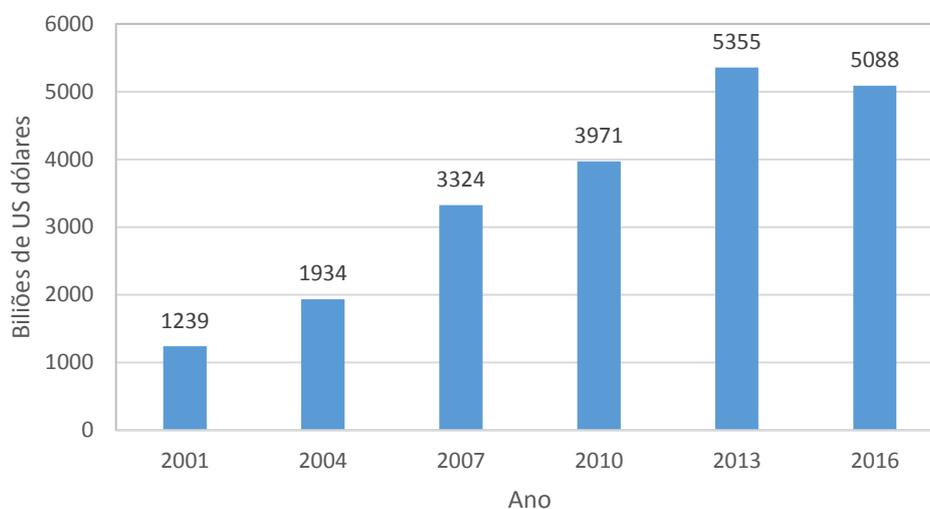


Figura 1: Evolução do mercado cambial

Pela primeira vez, desde 2001, o volume de negócio com as transações *spot* diminuiu, a caírem para os 1,7 triliões<sup>1</sup>/dia em 2016, quando em Abril de 2013 eram negociados 2,0 triliões<sup>1</sup>/dia. Em contrapartida os *swaps* cambiais cresceram para os 2,4 triliões<sup>1</sup>/dia face aos 2,2 em 2013, sendo que as operações de *swaps* continuam a ser os instrumentos mais negociados.

Em termos comparativos com outros mercados financeiros, e considerando agora o período de Abril de 2013, podemos verificar que a liquidez e dimensão do mercado cambial é substancialmente superior a qualquer outro mercado ao comparar a média diária do volume negociado.

---

<sup>1</sup> No sistema americano:

Bilião = Mil Milhões =  $10^9$

Trilião = Mil Biliões =  $10^{12}$

Por exemplo, o mercado cambial:

- Movimentou cerca de 6,56 vezes mais que o mercado de obrigações norte-americano, tendo este obtido uma média diária de 816 bilhões<sup>1</sup> de dólares americanos;
- Movimentou cerca de 97 vezes mais que a bolsa de valores de Nova Iorque (NYSE), que é a maior bolsa do mundo por capitalização de mercado das empresas listadas.

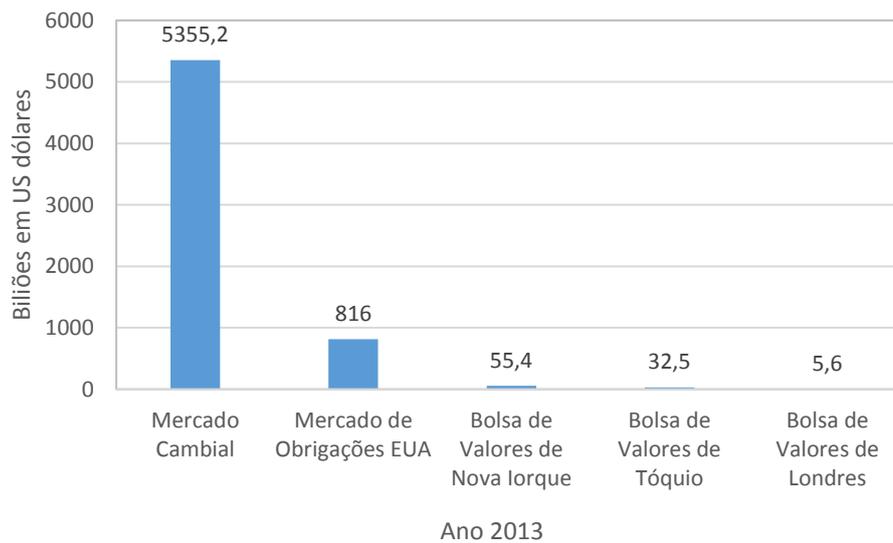


Figura 2: Comparativo dos volumes diários negociados em vários mercados [8]

Apesar do enorme valor de 5,088 trilhões<sup>1</sup> de dólares de volume diário, apenas uma parte, cerca de 1,654 trilhões<sup>1</sup> de dólares, são normalmente negociados por *traders* ou corretoras em transações *spot*.

Outros dados demonstram que, em 2016, o dólar americano continuou a ser a moeda dominante sendo utilizado em 88% das negociações realizadas, com o euro a aparecer em segundo lugar, 31%, e o iene japonês com 22%. Comparativamente aos dados de 2013, o euro, o iene e o dólar australiano perderam quota de mercado face às moedas de mercados emergentes que aumentaram a sua participação. De referir que o renminbi, a moeda chinesa, passa a ser em 2016 a oitava moeda mais negociada, ultrapassando o peso mexicano.

Tabela 2: Percentagem de utilização das moedas mais comercializadas

Moeda	Percentagem de mercado (%)		
	2010	2013	2016
USD	84,9	87,0	87,6
EUR	39,1	33,4	31,3
JPY	19,0	23,1	21,6
GBP	12,9	11,8	12,8
AUD	7,6	8,6	6,9
CAD	5,3	4,6	5,1
CHF	6,3	5,2	4,8
CNY <sup>3</sup>	0,9	2,2	4,0

Outros das aspetos evidenciados no relatório trienal é o facto de que a negociação cambial está altamente concentrada nos grandes centros financeiros. Em Abril de 2016, os participantes do mercado presentes no Reino Unido, Estados Unidos, Singapura e Japão e Hong-Kong intermediaram 77% da negociação do mercado cambial, acima dos 75% de Abril de 2013.

#### **2.4. VOLUME DE NEGÓCIOS POR INSTRUMENTOS FINANCEIROS**

Segundo o Banco de Pagamentos Internacionais (BIS), em Abril de 2016, os maiores instrumentos financeiros utilizados no mercado cambial foram os *swaps* cambiais, as operações *spot* e os *outright forwards*. No período em questão, os *swaps* apresentaram um volume diário de 2.383 triliões<sup>1</sup> de dólares, as operações *spot* um valor de 1.653,9 triliões<sup>1</sup> de dólares e os *forwards* um valor de 700,1 triliões<sup>1</sup> de dólares, ficando com a distribuição indicada na figura 3.

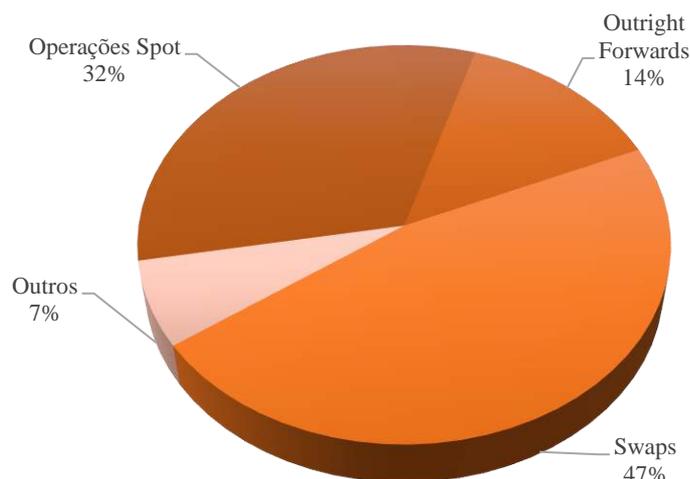


Figura 3: Distribuição do mercado cambial por instrumento financeiro

Estes instrumentos financeiros são normalmente utilizados para a cobertura do risco da taxa de juro ou do risco cambial, com as seguintes características:

- Transação *spot*: é uma operação única e definitiva que envolve a troca de duas moedas, uma base por outra secundária, a uma determinada taxa de câmbio. A taxa *spot*, ou taxa de câmbio à vista, é o preço de uma dessas divisas em relação à outra. A liquidação é realizada no prazo máximo de 2 dias úteis após a transação.
- Transações *forward*: é um tipo de transação que tem como objetivo fixar uma taxa de câmbio futura – a prazo. Envolve a troca de duas moedas a uma determinada taxa de câmbio, fixada no momento em que a posição é aberta, sendo a liquidação realizada num prazo superior a 3 dias úteis.
- *Swap* cambial: Contrato no qual o comprador e vendedor acordam trocar (*swap*) duas moedas à taxa de câmbio *spot* em vigor à data da contratação e, simultaneamente, inverter a transação inicial, à taxa de câmbio *forward* pré-definida no final do prazo [9].

## 2.5. TIPOS DE PARES DE MOEDA

No mercado cambial existem três tipos de categorias no que diz respeito aos pares de moeda: os maiores, os cruzados e os exóticos.

### 2.5.1. PARES MAIORES

Os maiores pares no mercado cambial são os das moedas dos maiores países que fazem par com o dólar americano (as alcunhas dos pares estão entre parêntesis). Nestes pares também estão incluídos alguns metais preciosos como o ouro e a prata, uma vez que são cotados em dólares e são negociados regularmente [10]:

- EUR/USD – euro vs. dólar americano (*Fibra*)
- GBP/USD – libra esterlina vs. dólar americano (*Sterling* ou *Cabo*)
- AUD/USD – dólar australiano vs. dólar americano (*Aussie*)
- NZD/USD – dólar da neozelandesa vs. dólar americano (*Kiwi*)
- USD/JPY – dólar americano vs. iene japonês (*Yen*)
- USD/CHF – dólar americano vs. franco Suíço (*Swissie*)
- USD/CAD – dólar americano vs. dólar canadiano (*Loonie*)
- XAU/USD – ouro
- XAG/USD – prata

Segundo o supramencionado relatório do BIS, podemos verificar na figura 4 que apenas 9 pares de moeda representam cerca de 70% do volume de negócios.

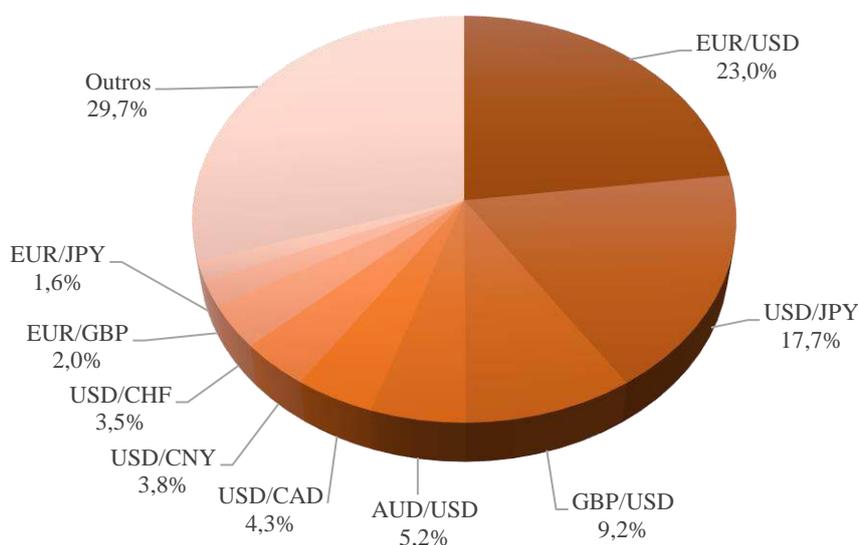


Figura 4: Distribuição dos pares mais negociados

Além disto, alguns destes pares estão correlacionados, ou seja, existe uma relação positiva ou negativa entre os seus movimentos dos preços. Por exemplo, o EURUSD e o GBPUSD tendem a mover-se no mesmo sentido, sendo que o GBPUSD é mais volátil que o EURUSD. Chama-se a esta relação diretamente proporcional, uma correlação positiva, e a uma relação inversamente proporcional, uma correlação negativa.

### **2.5.2. PARES CRUZADOS**

Os pares cruzados são aqueles pares que não estão “emparelhados” com o dólar americano, sendo estes os mais negociados:

- AUD/JPY – dólar australiano vs. iene japonês
- EUR/JPY – euro vs. iene japonês
- GBP/JPY – libra esterlina vs. iene japonês
- NZD/JPY – dólar neozelandês vs. iene japonês

### **2.5.3. PARES EXÓTICOS**

Os pares exóticos são os pares de divisa dos países emergentes e em desenvolvimento, ao invés das maiores economias, sendo os mais comuns:

- USD/TRY – dólar americano vs. lira turca
- EUR/TRY – euro vs. lira turca
- USD/ZAR – dólar americano vs. rand sul africano
- USD/MXN – dólar americano vs. peso mexicano
- USD/BRL – dólar americano vs. real brasileiro

## **2.6. HORÁRIOS DE NEGOCIAÇÃO**

Ao contrário dos restantes mercados financeiros, o mercado cambial opera 24 horas/dia durante 5 dias por semana, permitindo uma ampla janela de negociação. No caso de Portugal, o mercado cambial está disponível desde as 22h00 (GMT) de domingo até às 22h00 (GMT) de sexta-feira, fazendo com que neste caso ocorram 6 barras semanais em gráfico, sendo a de domingo de menor importância.

Para os investidores que utilizam estratégias de *day trading*, ou seja operam durante o dia, as horas mais produtivas são entre a abertura dos mercados de Londres, às 8h00 (GMT) e o fecho dos mercados americano às 22h00 (GMT) [11].

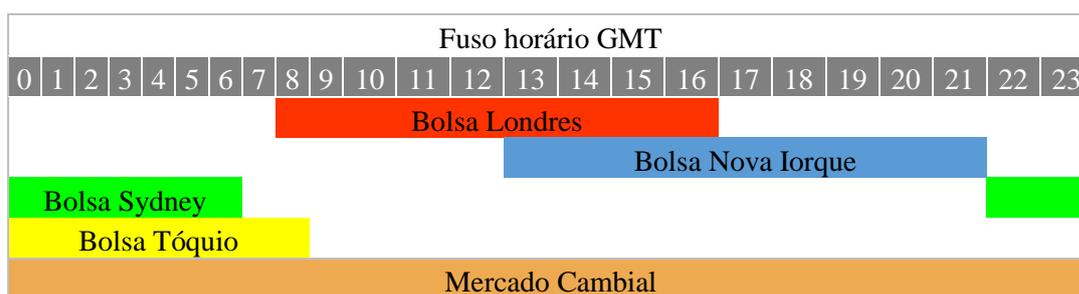


Figura 5: Horários de negociação

Durante os períodos em que estes mercados se sobrepõem, verifica-se um aumento significativo da atividade e da liquidez, como é o caso do período das 13h00 às 16h00 (GMT), entre as bolsas de valores de Londres e Nova Iorque, conforme demonstrado na figura 5.

## 2.7. VANTAGENS DO MERCADO CAMBIAL

Como se verifica pela informação anterior, comparativamente aos restantes mercados financeiros, o mercado cambial apresenta as seguintes vantagens:

- Mercado de câmbio é o maior mercado do mundo, significando liquidez, o que facilita a entrada e saída de posições;
- Período de negociação é contínuo;
- Facilidade de acesso e alavancamento: possibilidade de criação de conta de *trading* com pouco dinheiro (cerca de 200€) e grande alavancamento, que permitirá um potencial de lucro/perda, e ter acesso a plataformas de negociação *online*, onde se podem efetuar as ordens através de um simples “*click*”;
- Simplicidade de oferta: em vez de milhares de ações dos mercados de valores, existem menos opções de ativos financeiros, apenas pares de moedas e mercadorias;
- Comissões mais baixas: comparativamente a outros mercados, as comissões ou custos de transação são menores, existindo algumas corretoras que não cobram custos de negociação, dependendo do volume de negócios do investidor.



# 3. ANÁLISE FUNDAMENTAL E ANÁLISE TÉCNICA

*“A tecnologia está a provar que as disciplinas da Análise Técnica e Fundamental são, acima de tudo, complementares”*

Cherian Samuel, adaptado do “Wall Street Review”

Se no capítulo anterior se realizou uma observação geral do mercado cambial, neste capítulo começar-se-á com a base teórica para a aquisição dos conhecimentos para, posteriormente, se proceder à análise do movimento dos preços dos ativos que incorporam o mercado financeiro. Para tal, abordar-se-ão duas vertentes distintas, mas complementares, no que diz respeito à análise dos vários ativos: a análise fundamental e a análise técnica.

## 3.1. ANÁLISE FUNDAMENTAL

Na análise fundamental são analisados os cenários micro e macroeconómicos, tendo em conta a relação entre mercados financeiros, os sectores de atividade e as empresas individualmente. Nesta análise são estudados e avaliados dados estatísticos, económicos e financeiros, extraídos de relatórios de contas de empresas ou países, assim como o impacto

de decisões políticas dos governos e outros indicadores de desempenho. O resultado da análise é a projeção ou estimativa do valor real de ações ou cotações de um ativo financeiro num determinado prazo. A este valor estimado, chamamos de valor intrínseco e é realizada pelos profissionais do mercado: os fundos de investimentos, instituições bancárias, etc, onde o analista verificará se um ativo financeiro está barato ou caro, dando indicações sobre a ação a realizar: comprar, manter ou vender [12].

No caso dos mercados de câmbio, a análise fundamental consiste em identificar ou antecipar os movimentos do mercado através da análise das políticas monetárias aplicadas pelos governos, as atividades dos grandes intervenientes do mercado, assim como avaliar as declarações das reuniões trimestrais dos bancos centrais, a evolução das taxas de juros, o PIB dos países, indicadores de desemprego, índices do preço ao consumidor, entre outros.

A lógica desta análise é a de que, à semelhança das pessoas, se conhecermos os antecedentes das empresas, melhor poderemos prever os comportamentos vindouros e balizar as perspectivas futuras. Esta é a aproximação clássica de Benjamin Graham e David Dodd.

Embora não muito recente, um inquérito realizado em 1987 nos EUA, conduzido por Carter e Anken, a 500 gestores sobre as técnicas de análise mais generalizadas aplicadas a empresas e mercados, as respostas foram as seguintes [13]:

Tabela 3: Técnicas de análise mais utilizadas

	Análise de empresas	Análise de setor	Análise de mercado
Método preferencial	Análise de PER's	Análise de PER's	Análise monetária e fiscal

No caso da avaliação de empresas ou setores de mercado, os métodos mais utilizados são os rácios, sendo os tradicionalmente mais estudados o PER (*Price Earning Ratio*), a rentabilidade por dividendo, entre outros.

### 3.1.1. PRINCIPAIS INDICADORES MACROECONÓMICOS

No caso do mercado cambial também existe um conjunto de indicadores que ilustram o estado atual da economia de um Estado, em função de uma determinada área da economia

(indústria, mercado de trabalho, comércio, etc) que são publicados regularmente pelas agências governamentais e pelo setor do privado [14].

Os indicadores abaixo mencionados são os mais relevantes e utilizados pelos investidores e os que mais geram maior volatilidade aquando da divulgação dos resultados, sendo eles:

- **Taxas de Juro:** As taxas de juros têm o papel mais importante no movimento dos preços das moedas no mercado de câmbio, sendo os bancos centrais as instituições mais influentes e aquelas que estabelecem as taxas de juros. Como as moedas são o reflexo da economia de um país, as diferenças nas taxas de juros afetam o valor relativo das moedas em relação às outras. Por isso, quando os bancos centrais alteram as taxas de juros fazem com que o mercado cambial sofra movimentos e volatilidade. Em alturas de divulgações de resultados, as especulações sobre as ações que os bancos centrais irão tomar podem aumentar a volatilidade do mercado.
- **Produto Interno Bruto (PIB):** O PIB é o indicador mais amplo da economia de um país e representa o valor total de mercado de todos os bens e serviços produzidos num país durante um determinado ano. Uma vez que o valor do PIB em si é muitas vezes considerado um indicador de atraso, a maioria dos investidores centram-se nos dois relatórios que são emitidos nos meses que antecedem os valores finais do PIB: o relatório de avanço e o relatório preliminar. As revisões significativas entre estes relatórios podem causar uma volatilidade considerável.
- **Índice de Preços no Consumidor:** O Índice de Preços no Consumidor (IPC) é provavelmente o indicador mais importante da inflação. Representa as mudanças no nível dos preços de retalho para os bens de consumo básico. A inflação está ligada diretamente ao poder de compra de uma moeda dentro das suas fronteiras e afeta a sua posição nos mercados internacionais. Se a economia se desenvolve em condições normais, o aumento do IPC pode levar a um aumento na taxa de juros básica.
- **Indicadores de Emprego:** Os indicadores de emprego refletem a saúde global de uma economia ou ciclo de negócios. Para entender como está a funcionar uma economia, é importante saber quantos empregos estão a ser criados ou destruídos, que percentagem da mão-de-obra está a trabalhar ativamente, e quantas pessoas estão a declarar desemprego. Para medir a inflação, também é importante acompanhar a velocidade com que os salários estão a aumentar.
- **Vendas em Retalho:** O indicador de vendas em retalho é anunciado numa base mensal e é importante para o investidor do mercado de câmbio porque mostra a força global da

despesa do consumidor e o sucesso das lojas de retalho. O relatório é particularmente útil porque é um indicador temporal de amplos padrões de consumo que é ajustado para as variáveis sazonais. Pode ser utilizado para prever o desempenho dos mais importantes indicadores de efeito e para avaliar a direção imediata de uma economia.

- **Balança de Pagamentos:** A balança de pagamentos representa a relação entre o montante dos pagamentos recebidos do exterior e o montante dos pagamentos para o exterior. Por outras palavras, mostra o total de operações de comércio exterior, a balança comercial, e o equilíbrio entre a exportação e a importação e os pagamentos de transferência. Se o pagamento de entrada for superior aos pagamentos para outros países e organizações internacionais, a balança de pagamentos é positiva. O excedente é um fator favorável para o crescimento da moeda nacional.
- **Política Monetária e Fiscal:** A estabilização da economia (por exemplo, pleno emprego, controlo da inflação, e uma balança de pagamentos equitativa) é uma das metas que os governos tentam alcançar através da manipulação das políticas fiscais e monetárias. A política fiscal diz respeito aos impostos e despesas, a política monetária aos mercados financeiros e à oferta de crédito, dinheiro e outros ativos financeiros

### 3.2. ANÁLISE TÉCNICA

Análise técnica pode ser descrita como o estudo do histórico do preço e volume de um ativo financeiro ou mercado, na perspetiva da oferta e da procura, onde o valor intrínseco de uma ação ou do estado de uma economia não interessam. O principal objetivo é tentar estabelecer valores das cotações e movimentos futuros com base em recursos estatísticos e meios gráficos, de modo a identificar tendências ou padrões.

Ao estudar os movimentos do mercado em si, a análise técnica está a incorporar a psicologia e os sentimentos de pessimismo ou otimismo de todos os intervenientes, numa tentativa de que o futuro incorpore uma componente de repetição do passado.

Comparativamente à análise fundamental, esta requer menos dados e informação pois a partir do preço e do volume, um investidor pode obter a informação necessária, visto que a maioria concentra-se em identificar as tendências ou suas inversões. Ou seja, tenta-se descobrir o que vai subir ou descer e não o que está caro ou barato.

### **3.2.1. A TEORIA DE DOW**

As raízes da análise técnica moderna são atribuídas a Charles Henry Dow, tendo a partir de um conjunto de editoriais publicados no Wall Street Journal com Edward Jones, os seus seguidores publicado a chamada “Teoria de Dow”, em 1932 [15].

Esta teoria apresenta seis princípios:

#### **1) Os mercados descontam tudo.**

Todos os possíveis fatores (notícias, resultados financeiros, etc) que podem afetar a cotação de um ativo são descontados pelo mercado. Tudo o que se sabe, num certo momento, está incorporado na cotação.

#### **2) Os mercados têm três tendências:**

- Uma tendência primária, altista ou baixista, é de longo prazo, tipicamente superior a um ano. A estas tendências são associadas valorizações ou desvalorizações na ordem dos 20%.
- Uma tendência secundária representa uma correção ou interrupção à tendência primária, na direção oposta, na ordem dos um a dois terços do movimento anterior, sendo o valor mais comum, metade dos anteriores 20%. A duração desta tendência é muito inferior à primária, variando entre as três semanas e os três meses.
- Uma tendência terciária representa a tendência de menor duração, por norma, até três semanas. Nesta tendência estão representadas as flutuações da tendência secundária de menor relevância numa perspetiva de médio e longo prazo. Estas flutuações são essencialmente úteis para suportar decisões numa ótica de negociação intradiária.

#### **3) As tendências do mercado têm três fases**

A Teoria de Dow foca-se nas tendências de longo prazo, ou seja, nas tendências primárias. Estas podem ser divididas em três fases adicionais:

- Acumulação: representa o início de uma nova tendência ou um ponto de inflexão económica, onde os intervenientes mais informados se encontram num período de antecipação face ao mercado.
- Participação pública: é caracterizada pela aceleração da tendência, onde a maioria dos intervenientes da análise técnica começam a participar, de modo a maximizar os lucros potenciais. Há um aumento do volume de transações e os preços movem-se com maior celeridade.

- Distribuição: dá-se quando o restante público participa no mercado, após a divulgação generalizada da informação relevante pelos meios da comunicação social. Nesta fase, há uma exaustão da corrida ou descida causada pela participação dos restantes intervenientes no mercado e os investidores mais informados começam a deixar o mercado ou a tomar posições contrárias à tendência, começando a chegar-se ao ponto de inflexão.
- 4) As médias têm que se confirmar mutuamente.**
- Quando existiam dois índices, o ferroviário e o industrial, Dow defendeu que não havia uma tendência definida enquanto a mesma não se verificasse nos dois índices. O mesmo princípio pode ser aplicado a duas médias móveis que vão na mesma direção. Se uma delas divergir da outra, é sinal de que uma mudança pode acontecer.
- 5) O volume confirma a tendência.**
- Numa mudança de tendência de mercado, e.g.: no início de uma tendência alista, nota-se um aumento expressivo do volume nas negociações, acompanhando a subida de preços, e uma descida de volume quando os preços corrigem em baixa. Dow acreditava que volumes menores eram apenas algum vendedor ou comprador agressivo, mas para mudar uma tendência precisava que um aumento do volume o confirmasse. Enquanto não houver um volume alto confirmando a mudança de tendência, prevalece a tendência anterior.
- 6) Uma tendência é vigente até que seja substituída por outra oposta.**
- Até existir um sinal inequívoco de inversão, considera-se que a tendência antiga permanece válida, apesar de poderem existir sinais aparentes de mudança. Este princípio procura filtrar algum ruído do mercado e evitar a troca prematura de posição (comprada ou vendida).

### **3.2.2. CONCEITO DE TENDÊNCIA**

Charles Dow definiu como tendência, uma sequência de eventos no tempo. Conforme visto anteriormente, além das tendências poderem ser classificadas como primária, secundária e terciária, no que respeita à sua duração, a tendência corresponde à direção geral do mercado. Isto é, o sentido em que se movem os mínimos e máximos do preço de um ativo financeiro.

Existem 3 tipos de tendências:

- Tendência altista – *Bullish* - onde os mínimos e máximos de um período são sucessivamente mais altos que no período de tempo anterior, conforme figura 6:



Figura 6: Exemplo de canal de tendência altista

- Tendência baixista – *Bearish* - onde os mínimos e máximos são sucessivamente mais baixos num determinado período (Fig. 7);

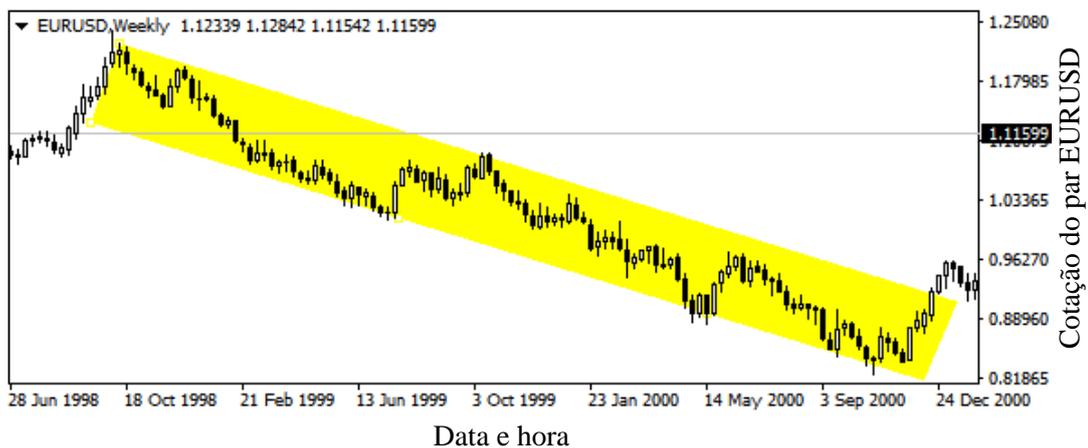


Figura 7: Exemplo de canal de tendência baixista

- Tendência lateral, onde os máximos e mínimos são constantes e a cotação varia entre uma determinada gama de valores (Fig. 8);

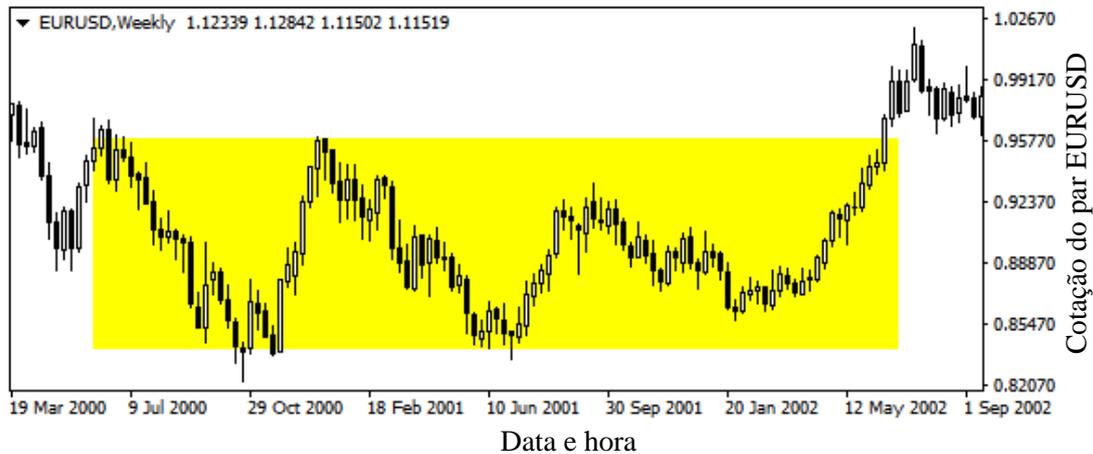


Figura 8: Exemplo de lateralização das cotações

### 3.2.3. CONCEITO DE RESISTÊNCIA E SUPORTE

Um dos conceitos mais importantes na análise técnica, é a definição dos níveis de resistência e suporte de um determinado mercado. É nestes níveis que o mercado vai reagir, seja na inversão do movimento, seja no reforço da tendência que vinha anteriormente ao quebrar um determinado preço em questão.

- **Nível de Suporte:** Preço abaixo do qual a pressão compradora é suficientemente forte para sustentar a pressão vendedora. Por outras palavras, é o nível aproximado de preço em que existe uma procura significativa que faz parar o movimento de descida anterior.
- **Nível de Resistência:** Preço acima do qual a pressão vendedora é demasiado forte para que os compradores possam “empurrar” o preço para a alta. Por outras palavras, é o nível aproximado de preço em que existe uma oferta significativa que faz parar o movimento de subida anterior.



Figura 9: Exemplo dos níveis de resistência e suporte

Os níveis de suporte e resistência possuem um papel duplo: uma vez “quebrados”, as resistências transformam-se em suportes, e vice-versa (Fig. 9).



## 4. VELAS JAPONESAS E PADRÕES GRÁFICOS

*“Nunca faço previsões, principalmente para o futuro.”*

Samuel Goldwin, fundador da M.G.M

Na análise técnica, a interpretação gráfica da evolução das cotações é uma parte muito importante na avaliação e previsão do movimento dos preços. Para tal, existem 3 tipos de gráficos bastante utilizados: o gráfico linear, de barras e velas japonesas sendo que na primeira parte deste capítulo serão evidenciadas as velas japonesas, também conhecidas por *candlesticks*. Na segunda parte, iremos abordar os padrões gráficos mais comuns que são resultado da sequência da formação de vários tipos de velas.

### 4.1. GRÁFICO LINEAR

O gráfico linear, ou de linha, é o tipo de gráfico mais simples, unindo os pontos formados pelas cotações de fecho de cada sessão, permite visualizar a evolução de um valor ou de um mercado ao longo do tempo. Normalmente, utilizam-se escalas aritméticas das cotações mas, por vezes, também se podem utilizar escalas semi-logarítmicas.

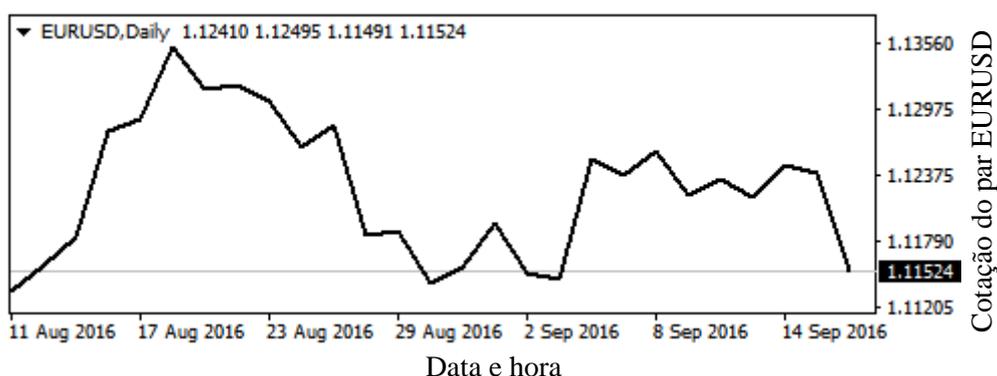


Figura 10: Exemplo de um gráfico linear

## 4.2. GRÁFICOS DE BARRAS OHLC

É um tipo de gráfico bastante utilizado na análise técnica e é composto por barras, cada uma das quais representando a evolução dos preços de um valor ou de um índice de mercado numa determinada sessão ou escala de tempo definida (*timeframe*). Para tal, representa-se em cada barra os quatro preços mais relevantes de sessão ou período analisado: o de abertura, o máximo, o mínimo e o de fecho. Na barra, a cotação de abertura é assinalada por um pequeno traço horizontal à esquerda da barra, o extremo inferior da barra corresponde ao preço mais baixo do período, o extremo superior o mais alto, e a cotação de fecho é assinalada por um pequeno traço horizontal à direita da barra.

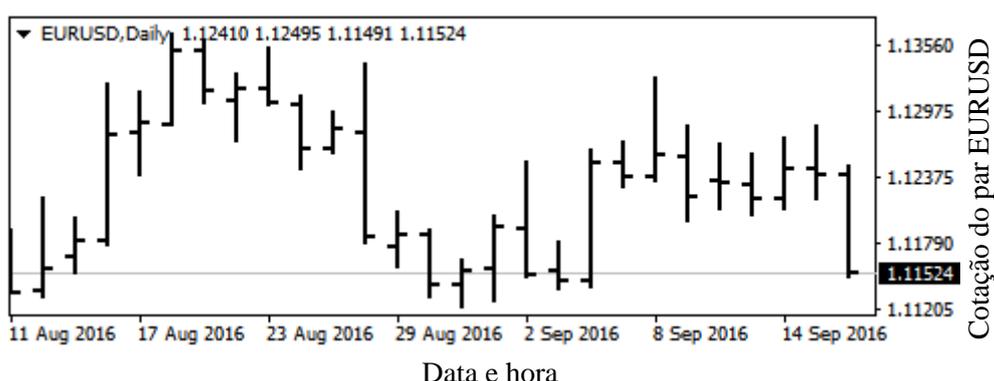


Figura 11: Exemplo de um gráfico de barras

O estudo dos gráficos de barras das cotações, com a formação de padrões característicos associado à análise de indicadores, permite ao analista técnico tirar conclusões sobre o comportamento futuro do mercado bolsista e dos valores considerados.

### 4.3. GRÁFICO DE VELAS JAPONESAS

Apesar deste tipo de gráfico existir desde o século XVIII, associados à previsão e justificação para o comportamento do preço do arroz, apenas recentemente se viu o seu uso generalizado no ocidente e a equiparar-se aos gráficos de barras, pela sua vasta informação visual, proporcionando e facilitando a interpretação dos movimentos de um ativo durante uma sessão bolsista [16].

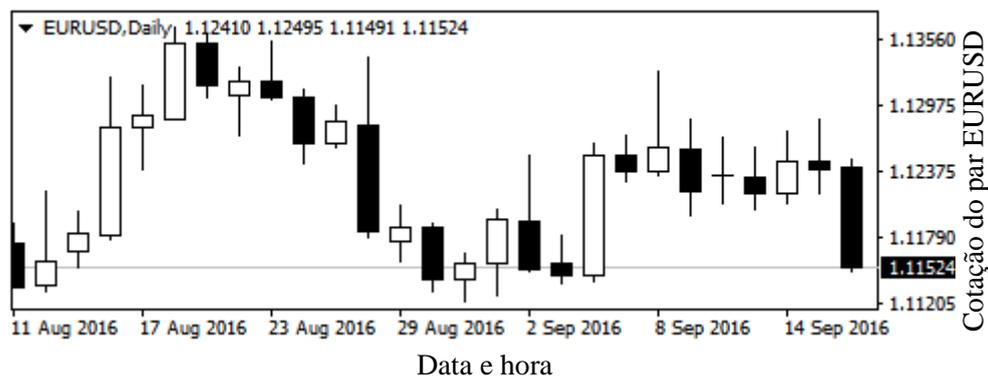


Figura 12: Exemplo de um gráfico de velas japonesas

Comparativamente ao método anterior, a principal diferença entre uma barra e uma vela japonesa encontra-se nos elementos que cada uma privilegia na sua análise: enquanto num gráfico de barras se dá mais foco ao preço de fecho de uma sessão comparado com o preço de fecho da sessão anterior, num gráfico de velas japonesas dá-se mais importância à relação entre o preço de abertura e o preço de fecho da mesma sessão. Daí, a forma corpulenta das velas e o preenchimento do seu corpo a branco ou preto.

### 4.4. PADRÕES DAS VELAS JAPONESAS

Uma vela japonesa (Fig. 13), é constituída por duas partes: o corpo e a sombra. A parte mais relevante é o corpo, pois representa o movimento do preço entre a abertura e o fecho da sessão. Quanto à sombra, representada por uma linha vertical acima e abaixo do corpo, tem como função indicar o máximo e o mínimo da sessão.

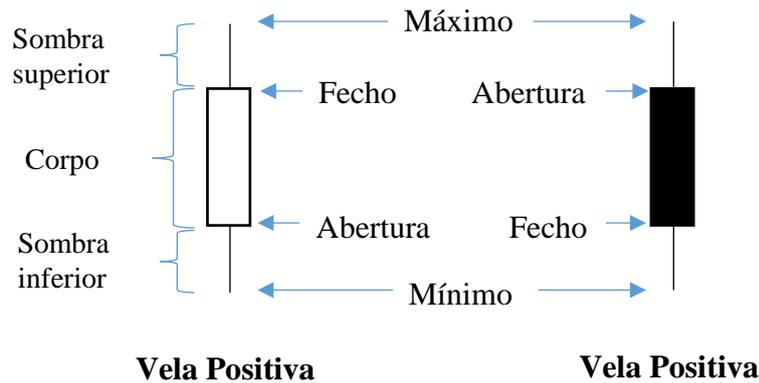


Figura 13: Exemplo de corpo e sombra nas velas japonesas

Em gráfico, cada vela representa uma unidade da escala de tempo (*timeframe*) definida, podendo este método ser utilizado ao longo de uma sessão, com a definição de escalas de tempo mais pequenas, em minutos, ou maiores, tais como 4 horas, diário, semanal ou mensal. Por cada unidade da escala de tempo definida, será desenhada uma vela japonesa, e.g., se a escala de tempo definida for de 5 minutos, será desenhada uma vela a cada 5 minutos.

Nesse intervalo de tempo, se a cotação do ativo financeiro em análise subir face ao valor de abertura da sessão, o corpo da vela será branco, mas se a cotação descer face ao valor de abertura o corpo já terá preenchimento a preto. Por sua vez, se o mínimo e o máximo forem inferior e superior à abertura e fecho, então teremos sombra na vela, mas podem existir velas em que os mínimos e máximos correspondem aos valores de abertura e fecho, e vice-versa.

Nas velas japonesas é possível identificar determinados tipos de padrões gráficos que fornecem sinais visuais e ajudam o investidor a identificar oportunidades de mercado ou a tomar decisões. Neste caso, estão identificadas mais de 30 formações diferentes, mas apenas iremos destacar as seis principais conjugações gráficas, cuja interpretação constitui um valioso elemento de análise. Sendo facilmente identificáveis num gráfico, estas combinações de velas japonesas permitem tirar ilações de âmbito altista (*bullish*) ou baixista (*bearish*) sobre um determinado ativo ou um mercado.

Os padrões funcionam como uma espécie de sensor de estado de espírito dos investidores e as suas pistas sobre o movimento subsequente das cotações podem ser uma ajuda importante no momento de entrar ou sair de uma posição.

Os seis padrões mais relevantes são:

- **Dark Cloud Cover:** Trata-se de uma conjugação sequencial de duas velas em que, a seguir a uma vela japonesa branca, de preferência longa, se segue uma vela preta, em que o preço de abertura da sessão mais recente (vela preta) é mais alto do que o fecho anterior, resultando de um pequeno *gap* entre velas. Significa isto que a sessão mais recente foi descendente.



Figura 14: Padrão *Dark Cloud Cover*

O nome da figura surge pela mensagem “sombria” que transmite sobre o sentimento do mercado, neste caso, baixista.

- **Piercing Line:** É o padrão oposto ao anterior, representado por uma vela preta seguida de uma vela branca, existindo um *gap* entre velas, o preço máximo de fecho da vela coincide com o máximo da sessão. Neste caso, o preço de fecho da sessão mais recente situa-se acima do fecho anterior. Esta figura poderá significar um sentimento positivo relativamente às próximas sessões ou intervalos em análise.

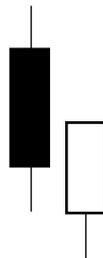


Figura 15: Padrão *Piercing Line*

- **Hammer / Hanging Man:** Como o próprio nome indica, a forma do padrão poderá ser assemelhado a um martelo ou a um enforcado. Composto por uma só vela japonesa, possui um corpo não muito longo com uma sombra muito pronunciada para baixo, sendo apenas diferenciados pela sua localização na linha de tendência:

- *Hammer*, se a figura se formar num canal de tendência descendente;

- *Hanging Man*, se a figura se formar num canal de tendência ascendente;

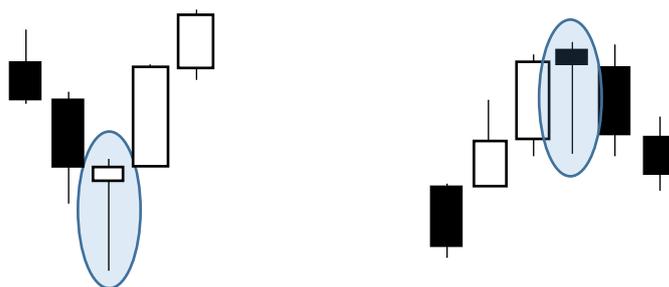


Figura 16: Diferença entre o *Hammer* (esq.) e o *Hanging Man* (dir.)

À semelhança das velas japonesas, o corpo do *Hammer* ou *Hanging Man* pode ser preenchido a preto ou branco, conforme imagem abaixo.

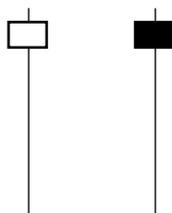


Figura 17: Padrão *Hammer/Hanging Man* com cotação de fecho positiva e negativa

A figura do *Hanging Man* ou do *Hammer* indica que ao longo da sessão, o mercado negociou em terreno muito negativo, conforme a sombra da vela indica, mas recuperou e fechou acima dos mínimos da sessão ou próximo disso.

Num canal de tendência baixista (*bearish*), um *Hammer* pode ser interpretado como um sinalizar de fim dessa tendência, indicando o ponto de exaustão desta. No entanto, é necessário acautelar a situação com a análise de outros indicadores ou padrões.

- ***Inverted Hammer / Shooting Star***: O padrão *Shooting Star* ou *Inverted Hammer*, é o inverso do padrão anterior podendo ser identificado num dia em que o preço de um título negocia durante toda a sessão acima do preço de abertura mas depois fecha abaixo, próximo ou nos mínimos do dia. É o reflexo de um sentimento negativo de mercado, tendência descendente. Também neste caso são diferenciados pela sua localização na linha de tendência:

- *Inverted Hammer*, se a figura se formar num canal de tendência descendente;

- *Shooting Star*, se a figura se formar num canal de tendência ascendente;

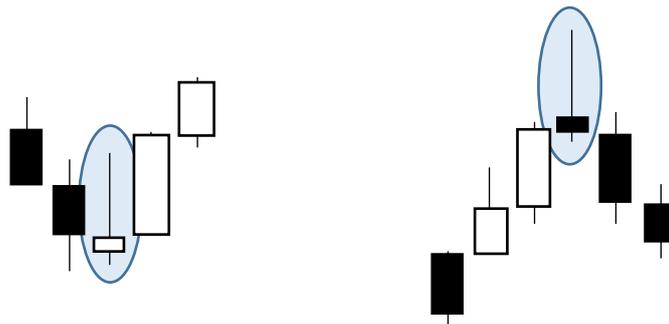


Figura 18: Diferença entre o *Inverted Hammer* (esq.) e o *Shooting Star* (dir.)

Uma *Shooting Star* pode sinalizar o final de uma tendência altista, indicando o ponto de exaustão desta. À semelhança do que foi reforçado anteriormente, é necessário acautelar a situação com a análise de outros indicadores ou padrões.

- **Doji:** Das várias formações de velas existentes, o *Doji*, é o único padrão cujo corpo da vela não tem volume nem cor, significando que o preço de fecho foi idêntico ao preço de abertura. Esta igualdade entre preço de abertura e de fecho significa uma grande indecisão entre vendedores e compradores onde, ao longo da negociação, a cotação registou uma elevada volatilidade, subindo e descendo em torno do preço de abertura e encerrando sem alterações.

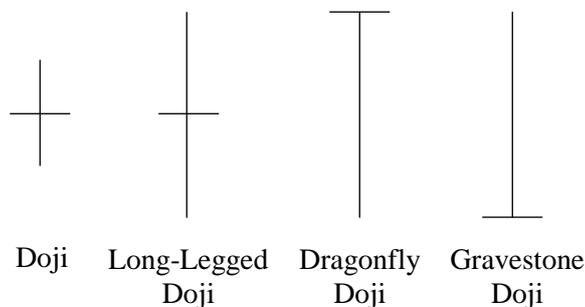


Figura 19: Variantes do padrão *Doji*

O aspeto gráfico de um *Doji* pode variar, assemelhando-se a uma normal cruz, a uma cruz invertida ou ao sinal de “+” da adição. Existem ainda duas variações deste padrão, em cujo preço de abertura e fecho – de valor idêntico – se situam no extremo das sombras ou ainda em que estas possuem uma elevada amplitude entre o máximo e o mínimo da sessão.

A Figura 19 apresenta as seguintes variantes:

- a) **Doji:** Caracteriza-se pelo facto de ter o mesmo nível de preço na abertura e fecho da vela. A extensão da sombra é proporcional à volatilidade do mercado, o que deve ser encarado com cautela pois as sessões subsequentes poderão ser marcadas por uma volatilidade e indefinição elevada.
  - b) **Long-Legged Doji:** Figura semelhante à anterior mas os máximos e mínimos estão bastante afastados dos valores de abertura e fecho, indicando uma forte oscilação durante a negociação. Comparativamente ao *Doji* anterior, este apresenta as sombras de maior amplitude.
  - c) **Dragonfly Doji:** é o padrão inverso ao anterior, representando uma sessão em que houve um forte movimento de queda em relação ao preço de abertura mas, onde o fecho se deu a níveis iguais, ou semelhantes ao início. O surgimento deste padrão numa tendência baixista poderá sinalizar o seu fim, prevendo-se na sessão seguinte um movimento ascendente.
  - d) **Gravestone Doji:** Trata-se de um *Doji* que tem apenas uma sombra ascendente, com aparência semelhante à *Shooting Star* mas não possui corpo. Este padrão representa um sentimento baixista podendo indicar a exaustão de uma tendência altista. Quanto maior for a sombra, maior a força do sentimento de queda, sinalizando uma sessão seguinte com um eventual movimento descendente.
- 
- **Inside Bar:** Este padrão é formado por uma ou mais barras cuja amplitude das barras mais recentes está contida na amplitude de uma barra antecedente, denominada de “barra mãe”. As barras internas à “barra mãe” têm em comum o facto de os máximos e mínimos serem inferiores e superiores aos da antecessora, conforme ilustrado na Figura 20:

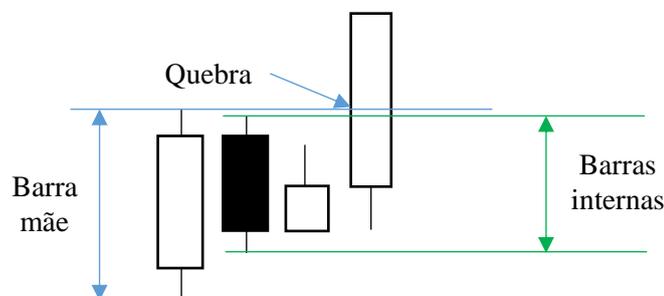


Figura 20: Exemplo do padrão *Inside Bar* com quebra do limite máximo da barra mãe

A interpretação que se pode fazer é que existe alguma indecisão ou consolidação do mercado sendo que, tipicamente, as barras internas apresentam menor volume que a “barra mãe”. São normalmente mais fiáveis como padrões de continuação quando surgem em linha com a tendência e afastada de níveis de suporte e resistência importantes. Um exemplo de sinal de entrada no mercado pode ser quando, numa tendência altista, surgir uma barra interna que quebre o valor de máximo da vela mãe. Para maior fiabilidade, deve-se aguardar que o fecho da vela confirme a quebra dos limites [17].

As velas japonesas não fornecem apenas informação relevante sobre tendências ou reversões, são acima de tudo, um excelente complemento no estudo do comportamento gráfico de ativos financeiros, sobretudo em horizontes temporais mais curtos – cinco ou seis dias.

A análise técnica japonesa veio tornar-se um complemento na análise técnica ocidental na avaliação das movimentações do mercado, onde, aliadas às restantes técnicas de identificação de tendências, como os padrões gráficos e *gaps*, e os restantes indicadores técnicos podem constituir um fiável sistema de negociação.

#### **4.5. PADRÕES GRÁFICOS**

Os padrões gráficos são ferramentas que, além das médias móveis e os osciladores, auxiliam na identificação das quebras ou continuações de tendência. À semelhança das velas japonesas, não se baseiam em cálculos ou estatísticas mas sob a forma de padrões visuais, que surgem naturalmente com a evolução das cotações num determinado período de tempo.

Os padrões gráficos dividem-se em dois tipos, de acordo com a previsibilidade de evolução futura que representam. São eles os padrões de reversão e de continuação, sendo que cada um deles está também dividido em dois tipos: padrões de topo, localizados no topo de uma tendência ascendente e que se pode transformar em descendente, e os padrões de fundo, que se encontram no fundo de uma tendência descendente mas que podem acabar por se transformar numa ascendente [16].

Para a interpretação de padrões é necessário atender a algumas condições para tornar mais fiável a sua avaliação, tais como:

- Necessidade da existência de uma tendência definida e identificada, no início da formação do padrão;

- O primeiro sinal de um padrão gráfico é, normalmente, a quebra de uma linha de tendência, seja uma linha de suporte ou de resistência;
- Quanto maior a dimensão do padrão, em termos de amplitude de preços e período de tempo, maior o potencial movimento posterior;
- Os padrões de reversão no topo de uma tendência costumam ser mais curtos e, também, mais voláteis que os do fundo;
- O volume é, normalmente, mais importante em padrões de topo;

Na interpretação gráfica é importante adquirir dois conceitos fundamentais para a compreensão de um padrão gráfico, permitindo tirar partido dele na negociação, são os pontos de entrada e saída. As entradas e saídas podem ser ascendentes ou descendentes proporcionando a ocorrência de várias situações distintas que requerem uma atuação condizente, mediante a tendência existente:

#### **Na tendência altista**

- Zona de entrada: quando um padrão de reversão se forma numa tendência altista, a zona de entrada caracteriza-se por uma subida dos preços
- Zona de saída: espelha uma curva de descida das cotações, dando início a uma nova tendência. Neste caso, a saída do padrão gráfico sinaliza uma região de venda, pois os preços irão cair.

#### **Na tendência baixista**

- Zona de entrada: quando um padrão de reversão se forma numa tendência baixista, a zona de entrada caracteriza-se por uma descida dos preços
- Zona de saída: espelha uma curva de subida das cotações, dando início a uma nova tendência. Neste caso, a saída do padrão gráfico sinaliza uma região de compra, pois os preços irão subir.

NOTA: Para os padrões que serão mencionados, este documento apenas se irá focar na sua versão de padrão de topo pois o padrão de fundo é o inverso, considerando-se que a análise de ambos é semelhante, diferindo apenas no volume e tempo da sua formação.

Posto isto, iremos analisar os seguintes padrões gráficos:

#### 4.5.1. PADRÕES DE REVERSÃO

Normalmente sinalizam uma reversão na tendência existente embora, por vezes, possam ter características que acabem por sinalizar uma continuação da tendência.

- **Cabeça e Ombros / Cabeça e Ombros invertido:** Possui elevado potencial para a obtenção de ganhos, uma vez terminada a formação do padrão e identificada a linha de suporte dos ombros e da cabeça, também conhecida por linha do pescoço (*neckline*). Normalmente, em cada um dos picos vai-se verificando uma redução do volume negociado mas se o preço ultrapassar a linha de suporte no sentido descendente, confirmando-se este movimento com o aumento do volume, poderá ocorrer uma pequena tentativa de retorno ao nível da linha do suporte e depois será iniciada a tendência descendente.

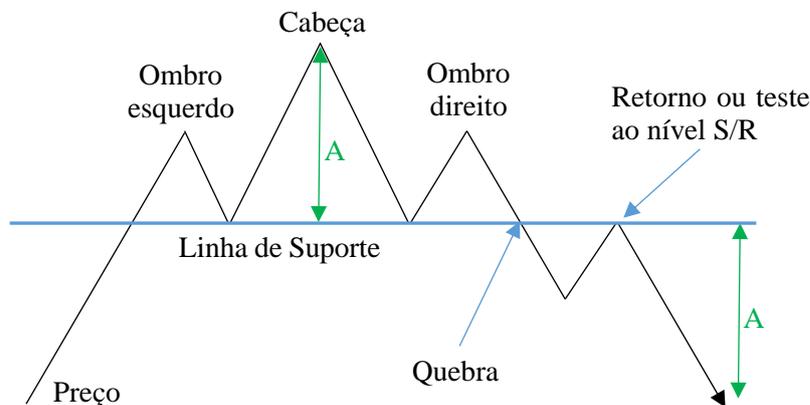


Figura 21: Figura esquemática do Cabeça e Ombros no topo de uma tendência ascendente

Verificados os sinais anteriores, o ponto ideal de entrada será quando o preço tenta retornar aos níveis de S/R, com pouco volume negociado, entrando o investidor numa posição curta nesses níveis. Na análise técnica, a ferramenta para verificar o potencial de ganho e definir uma cotação-alvo para o fecho da posição é a amplitude (A) compreendida entre a linha de suporte e o valor de pico da cabeça, fazendo essa amplitude de “medida” após o retorno e da linha de resistência para baixo, conforme Figura 21. No caso do Cabeça e Ombros invertido, a análise é semelhante.

Noutra variante do padrão, o Cabeça e Ombros não tem que ser necessariamente na horizontal, podendo a linha de suporte, a *neckline*, estar no sentido ascendente, no caso de uma tendência ascendente.

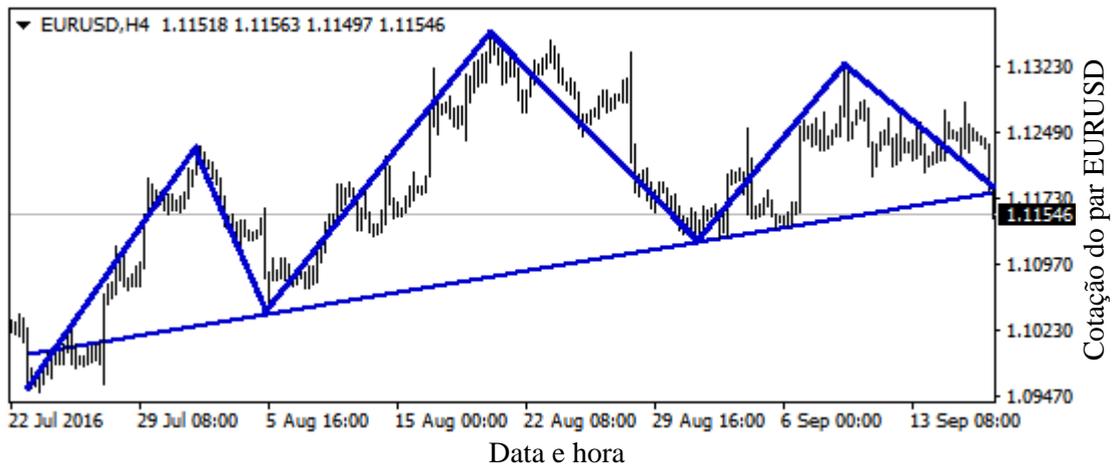


Figura 22: Exemplo de um Cabeça e Ombros com linha de suporte ascendente que se está a formar em Setembro de 2016

- **Duplo Topo / Duplo Fundo:** são normalmente formados em zonas de inversão de tendências (Fig. 23), onde o primeiro topo alcança uma zona de resistência com um volume elevado seguindo-se um retorno até um nível de suporte e o segundo topo no mesmo nível de resistência anterior. Definida a linha de suporte, é necessário aguardar que o padrão se complete, pois podem existir triplos fundos ou topos, para o caso, e entrar numa posição curta após o retorno do preço a níveis perto da linha de suporte do padrão.

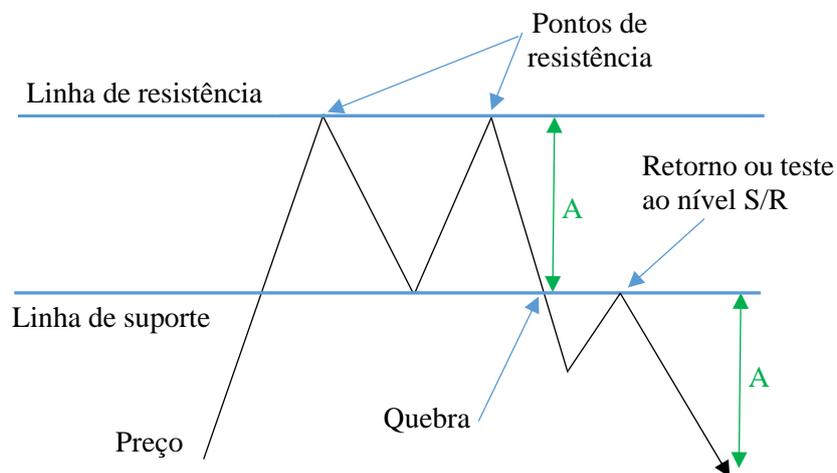


Figura 23: Figura esquemática Duplo Topo no topo de uma tendência ascendente

Também neste caso consegue-se prever o nível da cotação-alvo que a nova tendência vai alcançar, utilizando como referência a amplitude entre a linha de suporte e resistência e aplicar abaixo da linha S/R.



Figura 24: Exemplo de um Duplo Fundo em Fevereiro de 2015

Um Duplo Topo ou Fundo demora entre cerca de 2 a 7 semanas a formar-se mas quanto mais longo for a sua duração, menor será probabilidade de lucro.

- **Diamante:** É um padrão de formação complexa e difícil identificação mas com potenciais de ganhos bastante elevados. Apresenta alguma volatilidade na sua formação, criando uma linha de preços marcada por máximos e mínimos de diferentes níveis e amplitudes. Após a entrada do padrão dá-se uma correção descendente, seguida por uma recuperação ascendente com valores mais altos que os anteriores, conforme Figura 25. Durante os movimentos de volatilidade, o volume tende a cair nos picos que vai realizando.

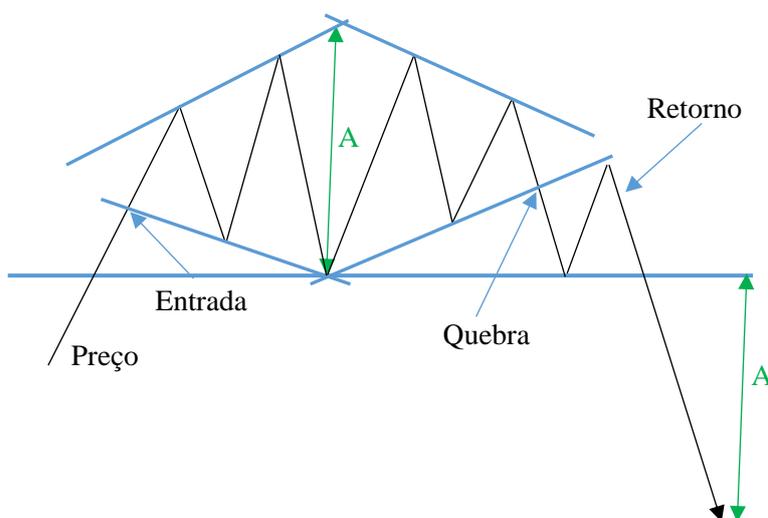


Figura 25: Figura esquemática do Diamante no topo de uma tendência ascendente

O culminar da volatilidade dá-se com a distância entre o preço máximo e preço mínimo a atingir o valor absoluto mais elevado dentro do padrão. Uma vez quebrada a linha de suporte do diamante, o investidor poderá entrar numa posição curta ou aguardar por um retorno ou tentativa de teste ao nível de suporte anterior. À semelhança dos anteriores podem-se utilizar as amplitudes definidas pelas linhas de suporte e resistência do diamante para calcular o valor da cotação-alvo para o fecho de uma posição curta.



Figura 26: Exemplo de um diamante em Março de 2016

#### 4.5.2. PADRÕES DE CONTINUAÇÃO:

Os padrões de continuação sinalizam, na maioria das vezes, uma continuação da tendência, mas será necessário verificar um determinado ponto de confirmação para garantir esse movimento. À semelhança dos padrões de reversão, não existem garantias absolutas, mas, sim, uma grande fiabilidade dos padrões apresentados confirmarem as características descritas:

- **Triângulos:** Caracterizam-se como uma sucessão de máximos decrescentes acompanhados por mínimos crescentes e podem formar-se num intervalo de tempo de um a três meses. As suas configurações podem variar:
  - Triângulo simétrico: possui a linha de suporte ascendente e a linha de resistência descendente.
  - Triângulo ascendente: a linha de suporte é ascendente e a linha de resistência é horizontal.

- Triângulo descendente: a linha de suporte é horizontal e a de resistência descendente.
- Cunhas: são triângulos formados com inclinação ascendente ou descendente.

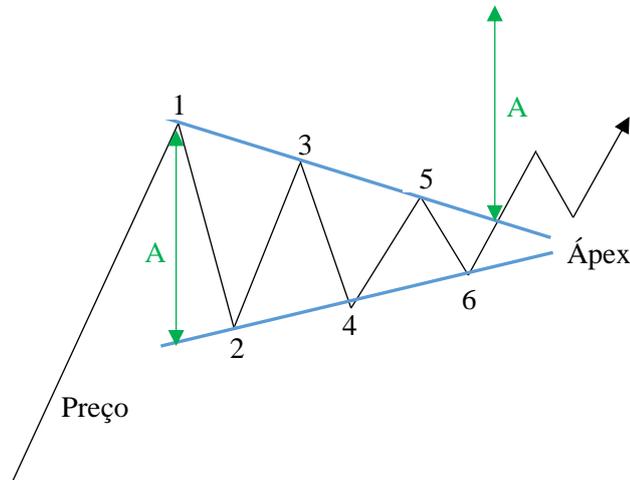


Figura 27: Figura esquemática do triângulo simétrico numa tendência ascendente

Pode ser interpretado como uma fase de lateralização temporária onde, graficamente, é necessário que existam, pelo menos, quatro pontos de reversão (dois máximos e dois mínimos) a formar as linhas de suporte e resistência. A amplitude entre máximos e mínimos é cada vez menor, convergindo para o ápex. Para ser um padrão de confirmação, é necessário haver uma quebra do ápex no sentido da tendência anterior, normalmente ocorrida entre metade e dois terços do triângulo. À medida que os preços vão convergindo dentro do triângulo, o volume vai diminuindo, verificando-se um aumento no momento da quebra das linhas.

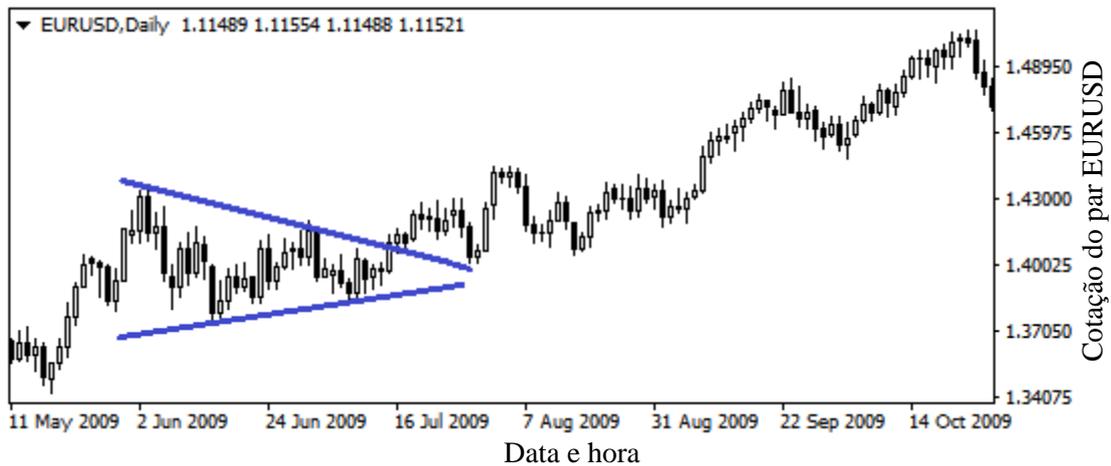


Figura 28: Exemplo de um triângulo em Junho de 2009

Uma vez quebrada a linha de suporte, está dado o ponto de entrada para o investidor sendo que a cotação-alvo, ou ponto de fecho, é dada pela amplitude vertical do início do padrão, medido após o ponto de quebra, conforme imagem superior.

- **Bandeira:** Padrão de grande fiabilidade, composto por pequenos retângulos inclinados no sentido oposto à tendência, formados por uma linha de suporte e outra de resistência, que une preços mínimos e máximos, normalmente num período inferior a 2 meses.

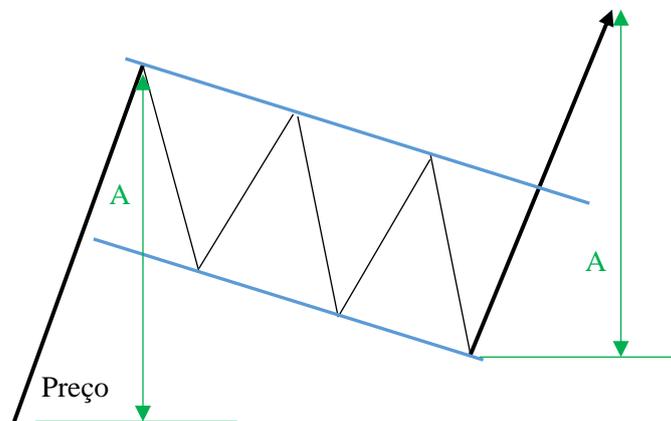


Figura 29: Forma esquemática de uma bandeira ascendente numa tendência ascendente

A bandeira pode ser interpretada como uma lateralização, onde o volume vai reduzindo dentro do padrão para voltar a aumentar após a quebra da linha de resistência, confirmando a continuação da tendência. O canal formado pelo movimento contrário à tendência é também designado por pano da bandeira.



Figura 30: Exemplo de um triângulo em Fevereiro de 2011

No caso de uma bandeira ascendente, a cotação-alvo pode ser definida como a amplitude entre o início da subida, até ao canto esquerda da bandeira, designado por mastro. Esta amplitude pode ser medida e extrapolada para desenhar outro mastro após a quebra, conforme Figura 30.

- **Galhardetes:** Padrão de continuação bastante confiável, composto por pequenos triângulos inclinados em sentido oposto à tendência, em que as linhas de suporte e resistência convergem. Visualmente é muito semelhante a um triângulo simétrico, sendo o fator distintivo o horizonte temporal com um tempo de formação inferior a 1 mês, à semelhança da bandeira.

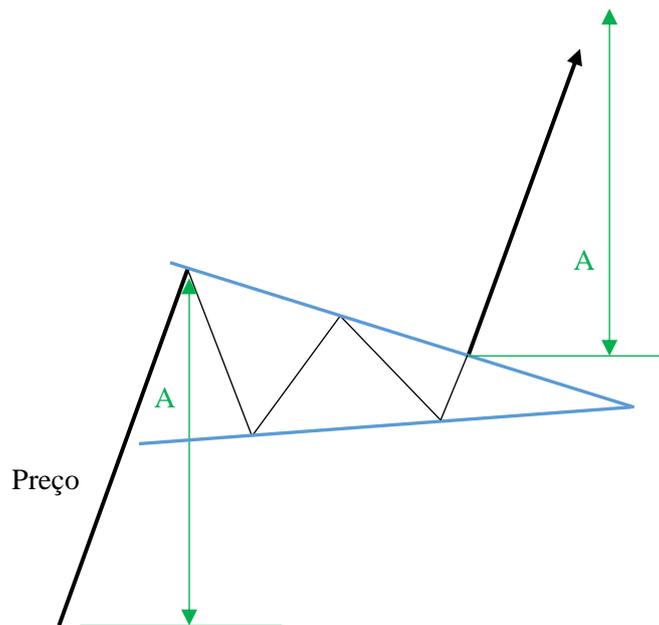


Figura 31: Forma esquemática de um galhardete ascendente numa tendência altista

Uma vez iniciada a formação da figura do triângulo que compõe o galhardete, o volume vai diminuir consideravelmente, aumentando apenas quando existir a quebra de uma resistência, ou suporte, se for o caso.



Figura 32: Exemplo de um triângulo em Fevereiro de 2016

Após a quebra do suporte ou resistência, a cotação-alvo a considerar será da mesma amplitude que a subida de preços registada na formação do mastro do galhardete.

# 5. INDICADORES TÉCNICOS

*“Nunca se deve comprar ou vender com base na previsão de um único indicador técnico.  
Há que procurar consensos, confirmações.”*

Colbum Hardy, traduzido *“Trader’s Guide to Technical Analysis”*

Neste capítulo, que antecede a apresentação da plataforma de negociação selecionada e a componente prática, será realizada uma abordagem sobre os tipos de indicadores utilizados na análise técnica, quais os princípios base mais utilizados e os possíveis modos de utilização destes. À semelhança dos padrões gráficos descritos anteriormente, alguns destes indicadores serão utilizados no sistema de negociação que se pretende definir, de modo a fornecer as indicações ao investidor acerca da existência de oportunidades de entrada no mercado.

Assim, os indicadores técnicos estão divididos em quatro tipos [18]. Serão analisados pelo menos um deles:

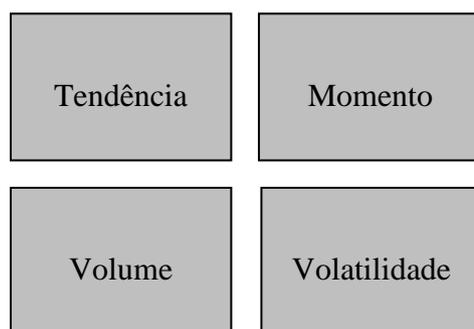


Figura 33: Tipos de indicadores técnicos

## **5.1. INDICADORES DE TENDÊNCIA**

Indicadores de tendência são o resultado de cálculos matemáticos baseados no preço e/ou volume do passado e do presente com o intuito de dar maior definição sobre a tendência predominante num certo período. Tratam-se de indicadores de atraso que visam a confirmação de movimentos e não a sua antecipação [19].

### **5.1.1. MÉDIAS MÓVEIS (MM)**

Uma média móvel é, acima de tudo, uma média de um conjunto de valores dentro de uma série temporal, cuja visualização gráfica permite determinar a existência de tendências dos valores, à medida que também funciona como filtro das variações dos valores.

Diz-se que a média é móvel porque numa série temporal existe um "deslocamento", ou seja, o conjunto de dados vai-se deslocando, excluindo o valor mais antigo da série e incluindo o valor temporalmente mais recente. Este processo é repetido ao longo de toda a série de dados, funcionando a média móvel como um indicador que mostra o valor médio do preço de um ativo num determinado período de tempo [20].

No caso dos mercados financeiros, os três tipos mais utilizados de médias móveis são a simples, exponencial e a ponderada, podendo ser aplicadas a qualquer série de dados: valor de abertura, fecho, máximo, mínimo, volume ou outro indicador.

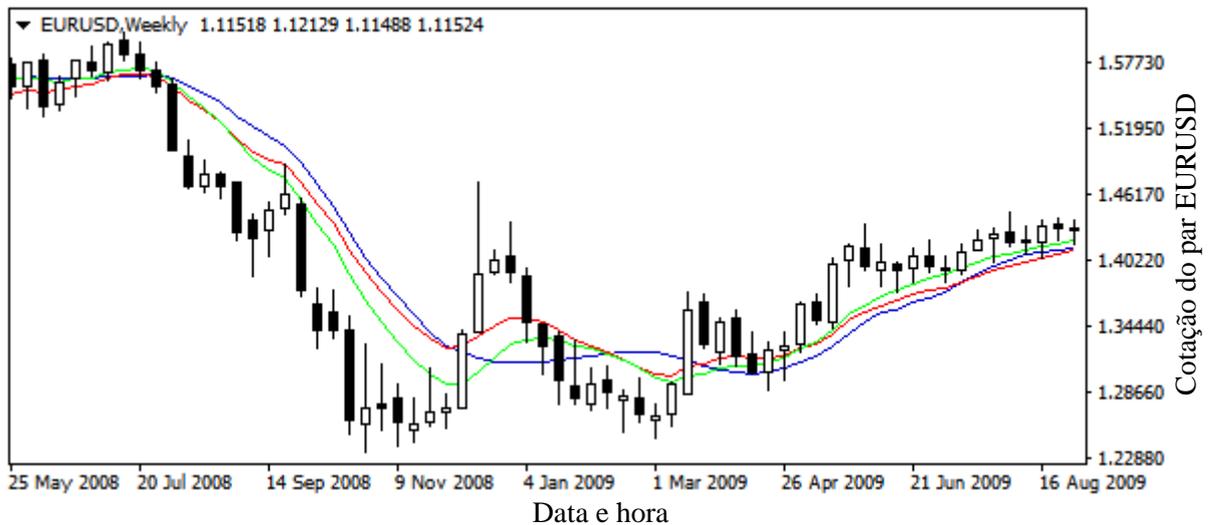


Figura 34: Gráfico semanal com indicação das 3 médias com número de períodos igual a 13: simples (azul), exponencial (vermelho) e a ponderada (verde)

A diferença mais significativa entre os vários tipos de médias móveis é o peso atribuído aos dados mais recentes. Enquanto a média móvel simples aplica um peso igual a todos os preços, e as variações na média estão alinhadas com as variações nos dados, a exponencial e a ponderada dão mais peso aos preços recentes.

### Média Móvel Simples (MMS)

A média móvel simples é calculada através da soma dos preços de fecho de um ativo financeiro durante um determinado período de tempo e o total da soma é dividido pelo número de períodos:

$$MM\ Simples = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n P_i$$

Onde  $P_i$  é o preço de fecho da barra atual e  $n$  é número de períodos.

No caso dos mercados financeiros, os valores gerados pelas médias móveis podem ser interpretados como suporte, quando o mercado está com uma tendência definida, ou como resistência, quando o movimento está na iminência de inverter a tendência e prestes a cruzar a linha gráfica da média móvel no sentido inverso.

Outra das funcionalidades da média móvel simples é que, se os dados têm uma flutuação periódica, em seguida, a MMS desse período vai filtrar essa variação como se pode ver na figura 34, com a MMS assinalada a azul.

### **Média Móvel Exponencial (MME)**

A média móvel exponencial é calculada através da soma de uma percentagem do preço de fecho de hoje ao valor da média de ontem, aplicando mais peso no preço recente.

$$MM\ Exponencial = \left( P_i \times \frac{2}{1+n} \right) + \left( MME_{i-1} \times \left( 1 - \frac{2}{1+n} \right) \right)$$

Onde  $P_i$  é o preço de fecho do período atual,  $MME_{i-1}$  é a Média móvel exponencial do período anterior e  $n$  é o número de períodos.

Dado que a maioria dos investidores sentem-se mais confortáveis a trabalhar com períodos, o número de períodos vai funcionar como um fator de peso. Por exemplo, um período de tempo de 21 dias corresponde a um factor de peso de 9%:

$$\% \alpha = \left( \frac{2}{1+n} \right) \times 100 \Leftrightarrow \% \alpha = \left( \frac{2}{1+21} \right) \times 100 \Leftrightarrow \% \alpha = 9,09$$

Comparativamente à MMS, a exponencial é mais rápida a seguir a flutuação do mercado diminuindo à capacidade de filtrar as flutuações do preço.

### **Média Móvel Ponderada (MMP)**

No caso da média móvel ponderada, os valores mais recentes têm maior fator de ponderação para garantir que têm maior importância na média que os mais antigos da série temporal. Esta média é calculada através da multiplicação de cada um dos preços de fecho da série a considerar, por um coeficiente de ponderação [21].

$$MM\ Ponderada = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \times i}{\sum_{i=1}^n i}$$

Onde  $P_i$  é o preço de fecho do período atual,  $i$  é o fator de ponderação e  $n$  é o número de períodos;

Face às restantes médias, é a média ponderada que mais responde às variações das flutuações e aquela que melhor acompanha o movimento do preço, conforme se pode verificar na figura 34.

### Definição do Número de Períodos

O elemento crítico numa média móvel é o número de períodos de tempo a utilizar no cálculo pois, ao utilizar as MM num sistema de negociação, podemos aplicar um período mais rentável, recorrendo eventualmente aos simuladores para definir quais as médias mais rentáveis para um determinado ativo. A chave é encontrar uma média consistentemente rentável para o estilo de *trading* pretendido: curto, médio ou longo termo.

Assim, o comprimento de uma média móvel deve encaixar no ciclo de mercado do ativo que pretendemos seguir. Por exemplo, se determinarmos que um ativo possui um intervalo de 40 dias entre os picos, então a média móvel ideal deverá ser de 21 dias, utilizando a seguinte expressão:

$$\text{Comprimento ideal da MM} = \frac{\text{Comprimento do Ciclo (entre picos)}}{2} + 1$$

Tabela 4: Duração das tendências e períodos associados

Tendência	Período
Muito curto prazo	5 a 13 dias
Curto prazo	14 a 25 dias
Curto-médio prazo	26 a 49 dias
Médio prazo	50 a 100 dias
Longo prazo	100 a 200 dias

Para o caso do estilo de negociação *End of Day* é comum utilizar as médias de 14, 50 e 200 dias.

### 5.1.2. TIPOS DE APLICAÇÃO

- **Cruzamento do preço com a sua MM:** O método mais utilizado na aplicação de uma média móvel é a comparação do valor da média de um preço com o próprio preço, normalmente de fecho. Um sinal de compra pode ser gerado quando o preço passa acima de uma ou mais médias e um sinal de venda é gerado quando o preço passa abaixo do valor de uma ou mais médias.



Figura 35: Exemplo aplicação método do cruzamento da cotação de fecho pela MME50

Este indicador serve para nos colocar em linha com a tendência dos preços de um ativo financeiro para que possamos comprar a preços baixos e vendê-los a preços mais altos, no caso de uma posição longa.

- **Cruzamento de duas médias móveis:** É um método semelhante ao anterior, mas para eliminar o “ruído” do mercado, utiliza-se o cruzamento de duas médias como “despoletador” de ações de compra ou venda. As duas médias deverão ser de períodos distintos, normalmente uma de curto prazo e outra de médio a longo prazo.



Figura 36: Exemplo aplicação método do cruzamento de duas MM (MME8 e MME50)

- Confirmação de direção das MM:** Neste método, para além do cruzamento da cotação nas MM, é tido em consideração o sentido do movimento das médias móveis para funcionar como “despoletador” de ações de compra ou venda. Por exemplo, um sinal de compra pode ser gerado quando o preço de fecho de um ativo cruzar ascendentemente uma MM se esta tiver sentido ascendente e vice-versa. Deste modo, reduz-se o “ruído” do mercado perspetivando-se uma diminuição do número de entradas e saídas do mercado, sendo que, também depende da eficácia na escolha do período mais correto.

A utilização das MM tem-se revelado um indicador excelente em mercados numa tendência definida com pequenas e sustentadas variações nas subidas e descidas. No entanto, quando os mercados lateralizam, estes métodos não são tão adequados pelo facto de se gerarem bastante falsos sinais de compra ou venda devido ao constante cruzamento das MM com a cotação. Nesta situação, interessa complementar com a informação do volume ou acoplar um outro indicador de momento.

## 5.2. INDICADORES DE MOMENTO

Os indicadores de momento têm como função medir a velocidade das subidas ou descidas das cotações de um mercado ou de um ativo. Pode ser definido como o grau de força do seu

movimento ou tendência, expressando-se pela variação dos preços durante um determinado período.

### 5.2.1. INDICADOR ESTOCÁSTICO

#### Definição de estocástico

No campo das probabilidades, dizem-se estocásticos os eventos que não estão submetidos senão às leis do acaso, com origem em eventos aleatórios. Por exemplo, o lançar de dados resulta num processo estocástico, pois qualquer uma das seis faces do dado têm iguais probabilidades de ficar para cima após o arremesso. No entanto, é importante salientar uma diferença entre aleatoriedade e estocasticidade. Normalmente, os eventos estocásticos são aleatórios mas podem existir exceções: é perfeitamente plausível, embora improvável, que uma série de 10 arremessos de dados gere a sequência não aleatória de 6,5,4,3,2,1,2,3,4,5 ou 1,1,1,1,1,1,1,1,1,1. Apesar de coerente, esta sequência não-aleatória é estocástica, pois surgiu através de um evento aleatório: o lançar de dados [23].

#### Oscilador Estocástico

Desenvolvido por George Lane, no fim da década de 50, o oscilador estocástico compara o preço atual de um ativo relativamente ao seu preço mínimo e máximo num determinado período de tempo, com o intuito de prever pontos de viragem.

Segundo Lane, este oscilador não segue o preço ou o volume mas sim a velocidade da mudança do preço, chamando-se a isto “Momento”. Regra geral, a dinâmica muda de direção antes da mudança de preço e, deste modo, as divergências altistas ou baixistas podem ser utilizadas para prever possíveis alterações na evolução do preço de um ativo [24].

A versão inicial do oscilador estocástico pode ser graficamente representada por duas linhas que variam num intervalo fechado de 0% a 100%, sendo elas:

- A linha principal, designada de %K; é frequentemente denominada de “Estocástico Rápido” já que se move em função das variações de preço. É calculado da seguinte maneira:

$$\%K = \frac{(\text{Preço Atual} - \text{Mínimo}_n)}{(\text{Máximo}_n - \text{Mínimo}_n)} \times 100$$

Onde *Preço Atual* é o preço de fecho da cotação mais recente, *Máximo<sub>n</sub>*: é o preço mais alto dos últimos *n* períodos e *Mínimo<sub>n</sub>* é o menor preço dos últimos *n* períodos;

- A linha secundária, designada de %D, é a média móvel de %K e reage mais suavemente às flutuações de preço sendo frequentemente denominada de “Estocástico Lento”:

$$\%D = \frac{(\%K_1 + \%K_2 + \%K_n)}{n} \times 100$$

Onde %D é a média móvel simples de *n* períodos de %K<sub>n</sub>.

Para o cálculo de %D é normalmente utilizada a média móvel simples mas se a volatilidade de preços for alta, pode ser utilizada uma média móvel exponencial.

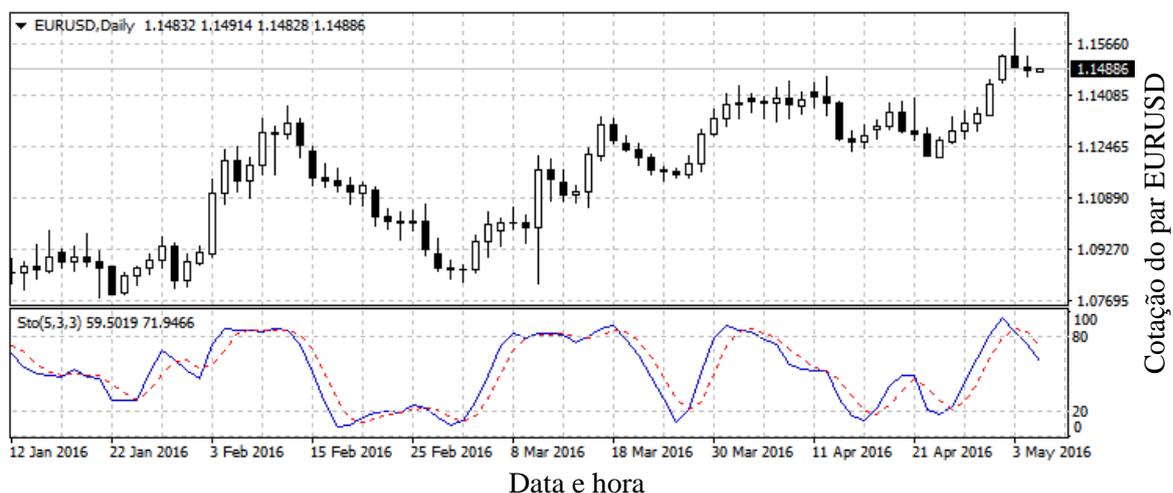


Figura 37: Exemplo da representação do oscilador (parte inferior)

Geralmente, a linha %K é representada por uma linha sólida e a linha %D é representada como uma linha tracejada.

O cálculo anterior encontra o intervalo entre o preço alto e baixo de uma cotação durante um determinado período de tempo, onde a ideia é que os preços tendam a fechar perto dos extremos recentes da gama de valores antes de atingirem pontos de viragem.

No caso de uma tendência altista, os preços tendem a fazer novos máximos, e o preço da cotação tende a ser na extremidade superior desse período de tempo. Quando o momento começa a abrandar, os preços vão começar a retrair-se dos limites superiores, fazendo com que o indicador estocástico inverta o sentido no, ou antes do, preço máximo final [25].

No caso da plataforma de negociação *Metatrader 4*, o oscilador apresenta uma melhoria para aumentar a fiabilidade dos sinais gerados, sendo realizada uma média de  $n$  períodos de  $\%D$ , que já por si era uma média de  $n$  períodos de  $\%K$ . Resumindo,

$$\%D_{Slow} = \frac{(\%D_1 + \%D_2 + \%D_N)}{n} * 100$$

Onde  $\%D_{Slow}$  é a média móvel simples de  $n$  períodos de  $\%D$ .

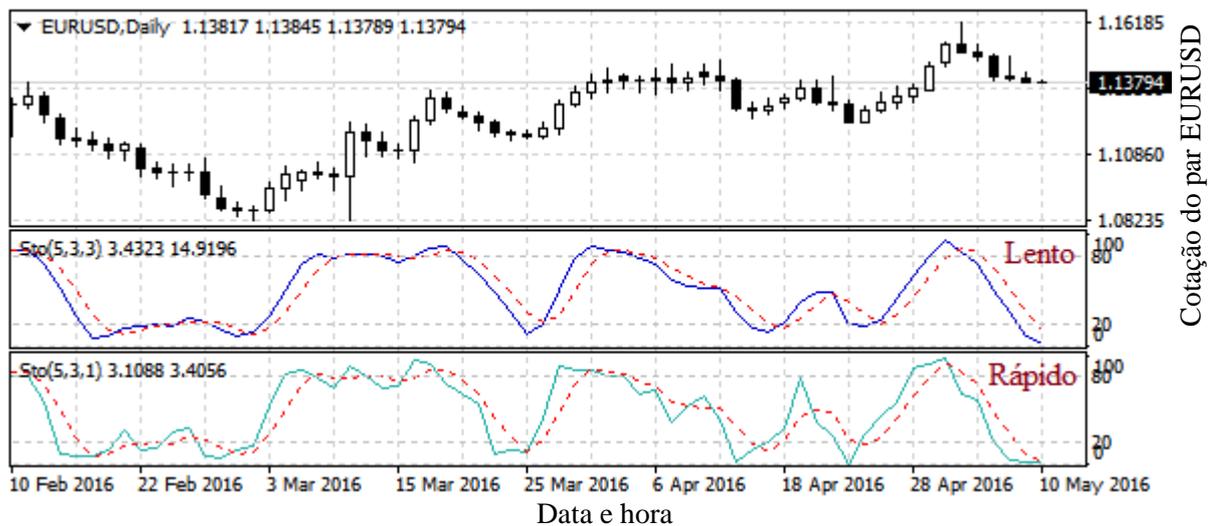


Figura 38: Configuração do estocástico lento vs estocástico rápido

Assim, um estocástico poderá dar um sinal antecipado em  $\%K$ , um sinal de viragem de  $\%D$  num ou antes de um fundo ou topo, e uma confirmação de viragem em  $\%D_{Slow}$ . Os valores típicos para  $n$  são 5, 9 ou 14 períodos, sendo que, para suavizar o indicador é utilizado por defeito um período de 3 dias.

### 5.2.2. TIPOS DE APLICAÇÃO

De acordo com Lane, um dos primeiros a publicar sobre o uso de osciladores estocásticos para a previsão de preços, o indicador de estocástico deve ser utilizado com ciclos, ondas de Elliot, sequência de Fibonacci ou, até, aplicar o estocástico com a utilização simultânea das resistências e suportes. Não deve é ser o único indicador que assinala quando comprar ou vender [26].

Os métodos mais utilizados na aplicação do estocástico são:

- **Negociação na quebra das zonas de suporte e resistência:** Uma vez identificados os níveis de suporte e resistência em gráficos diários, semanais ou mensais, devemos ter em atenção quando o estocástico fica acima dos 80% (*sobrecomprado*) ou abaixo dos 20% (*sobrevendido*). Quando a cotação está localizada nessas zonas horizontais pode acontecer a inversão da tendência ou então uma quebra desses níveis e a continuidade da tendência anterior.



Figura 39: Exemplo de negociação com aplicação do estocástico em zonas horizontais

Ocorrendo o cruzamento ascendente ou descendente dessa linha horizontal de resistência ou suporte e estando o estocástico nos extremos, determina-se uma possível entrada no mercado pois a junção destes indicadores aumenta a probabilidade de sucesso numa *trade*.

- **Compra no cruzamento dos 20 e 80%:** Definida uma escala temporal de longo termo, semanal ou mensal, e verificada uma tendência, poderemos dar ordem de compra quando o oscilador (quer %K ou %D) está abaixo de um nível específico (e.g., 20%) e, em seguida, sobe acima desse nível. Ou dar ordem de venda quando o oscilador (quer %K ou %D) está acima de um nível específico (e.g., 80%) e, em seguida, desce abaixo desse nível [27].
- **No cruzamento das linhas %K e %D:** Quando a linha %K cruza acima da linha %D gera-se uma ordem de compra e quando %K cruza abaixo da linha %D, gera uma ordem de venda. Como a linha %K reage mais rapidamente às variações do mercado, oscila a uma velocidade maior que %D.

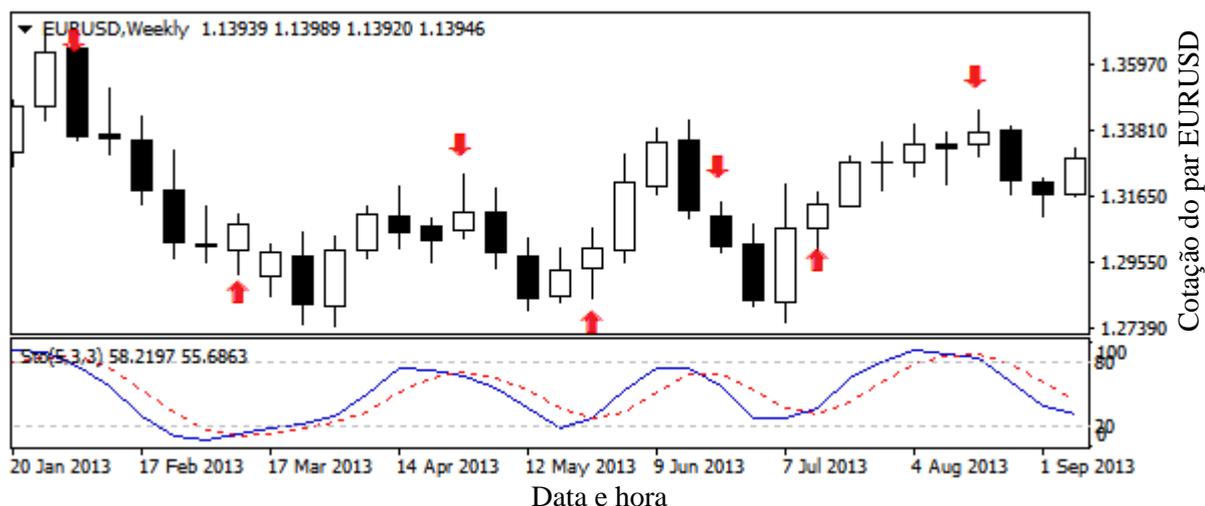


Figura 40: Negociação com estocástico quando %K cruza %D

A interpretação que existe quando %K cruza acima e se mantém acima do estocástico %D, é que a taxa de mercado está a ganhar um ritmo mais rápido que a média, que é representado por %D. Este aumento na força dos preços é considerado um sinal de compra. No sentido oposto, é gerada uma ordem de venda quando %K está a diminuir mais rápido que a média numa tendência baixista.

- **Divergências:** Quando os preços estão a fazer uma série de novos máximos e o oscilador está a falhar para superar as suas elevações anteriores, verifica-se uma divergência das linhas de tendência do estocástico comparativamente às linhas de tendência em ciclos de preços.



Figura 41: Exemplo de divergência no estocástico

Um alerta poderá ser definido quando a linha %D está nas áreas extremas do estocástico e está a divergir do preço da ação. O sinal real ocorre quando a linha %K, a mais rápida, cruza a linha %D.

Divergência é uma indicação de que a dinâmica do mercado está a diminuir e pode formar-se uma reversão. O gráfico anterior ilustra um exemplo onde a divergência no estocástico, relativamente ao preço, prevê uma reversão na direção do preço.

### 5.2.3. ÍNDICE DE FORÇA RELATIVA

Desenvolvido por J. Welles Wilder, em 1978, é um índice utilizado na análise técnica que mede, em cada momento, a força com que atuam a oferta e a procura que incidem sobre um valor ou um mercado, sendo mais eficaz como indicador de sobrecompra ou de sobrevenda em canais de tendência laterais e de preferência com um movimento forte de subida e descida dentro do canal.

O RSI (*Relative Strength Index*) compara a magnitude dos ganhos recentes com a magnitude das perdas recentes de determinado preço, resultando num valor que oscila entre 0 e 100. O seu valor é calculado com base em duas médias, com periodicidade recomendada de 14 dias, através da seguinte expressão:

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

Onde  $RS$  é  $AU/AD$ , e  $AU$  é a média do aumento dos preços de fecho do valor ou mercado nas sessões altistas e  $AD$  é a média da descida dos preços de fecho nas sessões baixistas.

O RSI apresenta duas linhas-limite, uma superior a 70 e uma inferior a 30. Se o RSI superar a linha de 70, tal indica que o valor ou o mercado em causa está sobrecomprado, por excesso da força de procura em relação à oferta. Inversamente, se o RSI se situar abaixo de 30, entende-se que o valor ou o mercado está sobrevendido. Dado que se trata de uma percentagem, 50 representa a zona neutra, em que a procura se identifica com a oferta.

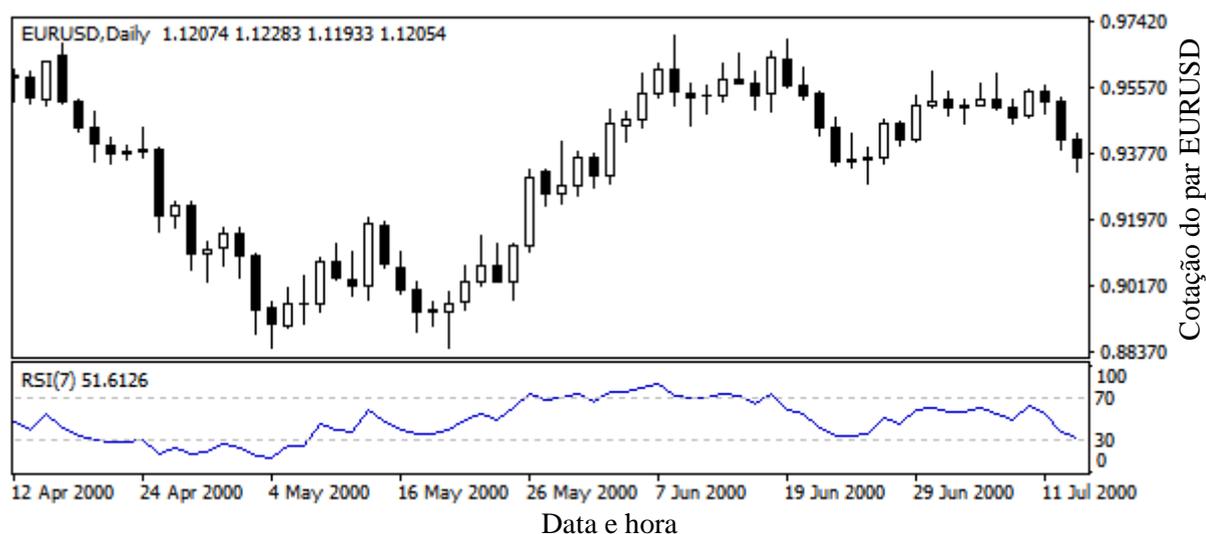


Figura 42: Exemplo da aplicação do indicador RSI na parte inferior da figura

#### 5.2.4. TIPOS DE APLICAÇÃO

Em linhas gerais, a análise técnica recomenda que o RSI seja interpretado da seguinte maneira:

- **Cruzamento do RSI face às suas linhas-limite (30 e 70):** uma posição longa poderá começar a ser vendida acima de 70 e a comprada abaixo de 30.
- **Divergência positiva ou negativa:** a divergência positiva é encontrada quando o preço realiza dois mínimos e o RSI responde com um segundo mínimo mais alto, entrando em tendência positiva. Esta divergência apresenta boa fiabilidade quando acontece em terreno sobrevendido, ou seja, quando o valor do RSI é inferior a 30.

A divergência negativa é encontrada quando o preço realiza dois máximos e o RSI responde com um segundo máximo mais baixo entrando em tendência negativa. Esta divergência apresenta boa fiabilidade quando acontece em terreno sobrecomprado, ou seja, quando o valor do RSI é superior a 70.

#### 5.3. INDICADORES DE VOLUME

Nenhuma análise de preços é completamente eficiente sem a observação acessória e correlativa dos volumes de transação envolvidos, pois só assim se consegue avaliar adequadamente o movimento da oferta e da procura para o momento. Regra geral, o volume

acompanha a cotação, subindo com a tendência ascendente e decrescendo com a descendente. A divergência constitui um aviso de reversão.

### 5.3.1. ÍNDICE DE VOLUME LÍQUIDO

Desenvolvido por Joe Granville, em 1963, é um indicador baseado em volumes de transações, em que estes são somados ao índice quando as cotações sobem e subtraídos quando elas baixam, ou seja, se o preço de fecho de uma sessão for superior ao da sessão anterior, adiciona-se o volume das transações da mesma ao já existente. Se for inferior, o volume da sessão será subtraído ao volume acumulado.



Figura 43: Exemplo do indicador sobre volume líquido

Granville teorizou que o volume precede o preço, onde é de esperar que os preços subam se o indicador está a subir e vice-versa.

A interpretação do indicador pode ser a seguinte [28]:

- **Confirmação de tendência:** uma tendência pode ser confirmada quando o indicador apresentar uma tendência com novos máximos superiores aos anteriores e novos mínimos inferiores aos anteriores. No caso de reversões, poderemos confirmar essas tendências com a mudança de tendência no indicador e com alguma quebra (*breakout*) de volumes, criando uma nova tendência.

- **Divergência:** os sinais de divergência positiva ou negativa podem ser utilizados para antecipar uma inversão da tendência. Uma divergência positiva forma-se quando o indicador sobe ou forma um máximo menor mesmo que o preço desça ou force um novo mínimo. Uma divergência negativa forma-se quando o indicador desce ou forma um mínimo mais baixo que o anterior, mesmo que o preço suba ou gere um máximo maior que o anterior. Uma divergência entre o indicador e o preço deverá alertar para um inversão dos preços.

## 5.4. INDICADORES DE VOLATILIDADE

### 5.4.1. BANDA DE BOLLINGER

Desenvolvido por John Bollinger, na década de 80, a banda de Bollinger é um oscilador que recorre à noção de volatilidade de um ativo, medida pelo desvio-padrão relativamente a uma média móvel, e que permite identificar pontos de compra e venda a curto prazo. A banda determina-se da seguinte forma:

$$\text{Banda de Bollinger} = \text{Média Móvel} \pm y \times \text{Desvio Padrão}$$

O gráfico resultante mostra três linhas que seguem os preços. A linha central é a linha média móvel e a superior e inferior são a média móvel a que se somou e aquela a que se substraiu um múltiplo do desvio padrão, podendo ser de 1, 1,5 ou 2.

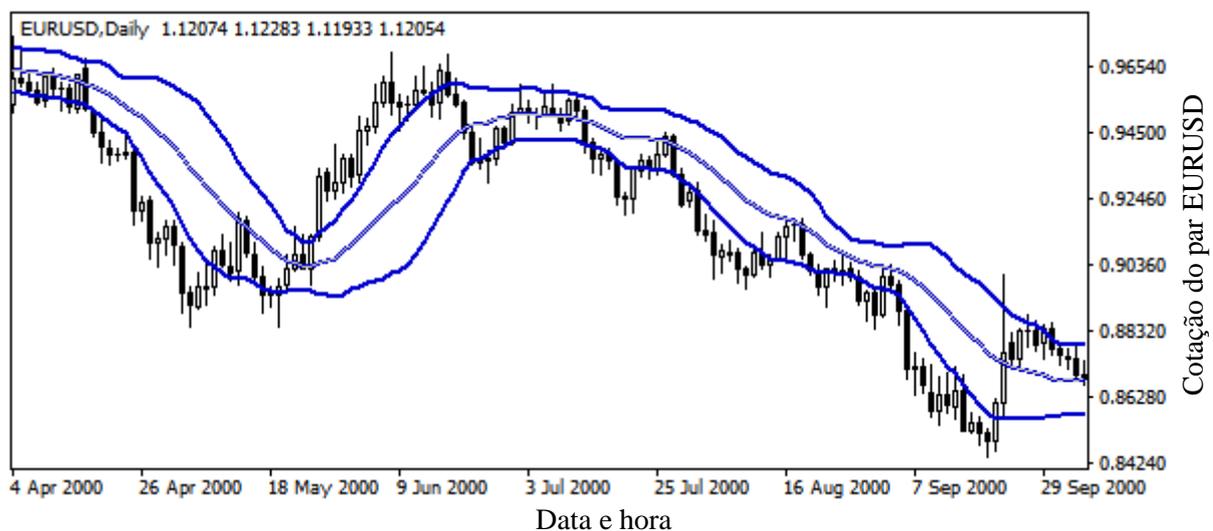


Figura 44: Exemplo da banda de Bollinger com um desvio padrão

As linhas que formam a banda tendem a comportar-se como os limites do movimento de preços: um movimento iniciado num extremo da banda tende a terminar no outro extremo, permitindo visualizar de uma forma simples, a volatilidade do preço. Nos momentos mais voláteis, as bandas afastam-se de modo a continuarem a englobar cerca de 95% dos movimentos de preço.

A interpretação gráfica da banda é a seguinte:

- Quando as duas linhas que a formam se aproximam da média móvel, ou seja, quando o desvio padrão diminuir, estamos perante um movimento importante de preços.
- Se o preço sair da banda irá mais longe na mesma direção.
- Se o preço fizer um pico um ou máximo fora da banda, seguido de um mínimo no interior da mesma, estamos perante uma mudança iminente de tendência. Se o preço fizer um mínimo fora da banda e um máximo dentro desta, também isso é indicador de uma inversão de tendência.

#### 5.4.2. TIPOS DE APLICAÇÃO

Alguns *traders* utilizam dois desvios padrão na análise gráfica e com isto criando dois canais: um para posições longas e outro para posições curtas. Deste modo:

- **Cruzamento do desvio padrão superior e inferior:** se o preço sair da banda média e cruzar no sentido ascendente o desvio padrão superior, uma posição longa poderá ser comprada. Com a utilização do 2º desvio padrão, pretende-se manter a posição longa enquanto o preço estiver na banda criada entre os dois desvios padrão. O inverso se passa quando o preço cruzar no sentido descendente o 1º desvio padrão, podendo ser aberta uma posição curta, neste caso.

### 5.5. FRACTAIS E OS MERCADOS FINANCEIROS

#### Definição de Fractais

Fractais são figuras ou estruturas geométricas que podem ser divididas em várias partes, de diferentes escalas, cujas formas são similares ao objeto inicial. São muitas vezes utilizadas para definir situações que não podem ser explicadas facilmente pela geometria clássica, daí também designadas de figuras não-euclidianas [29].

Este conceito teve a sua origem na segunda metade do século XIX, em 1872, por Karl Weierstrass, e em 1904, por Helge von Koch, onde este definiu geometricamente uma função por ele desenvolvida, atualmente conhecida como floco de neve de Koch, que é o resultado de infinitas adições de triângulos ao perímetro de um triângulo inicial, Fig. 45. Cada vez que novos triângulos são adicionados, o perímetro cresce, e tende para o infinito. Dessa maneira, o fractal abrange uma área finita dentro de um perímetro infinito.

No entanto, o termo “fractal” foi criado apenas em 1975 por Benoît Mandelbrot, um matemático pioneiro francês nascido na Polónia, que descobriu a geometria fractal com o auxílio da computação. A palavra fractal advém do adjetivo latino *fractus*, que significa quebrar e Mandelbrot classificou desta forma os seus objetos de estudo, pois estes possuíam uma dimensão fracionária, ou seja, não inteira.

### **Categorias de fractais**

Os fractais podem ser agrupados em três categorias principais, determinadas pelo modo como o fractal é formado ou gerado:

- Sistemas de funções iteradas, são os que possuem uma regra fixa de substituição geométrica. São exemplos deste tipo de fractal o Tapete de Sierpinski, a Curva de Peano, o Floco de Neve de Koch e Esponja de Menger.

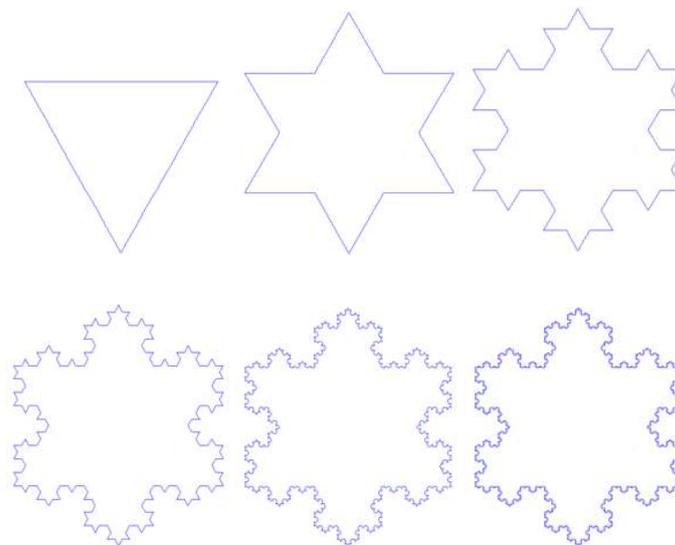


Figura 45: Iterações do floco de neve de Koch

- Fractais definidos por uma relação de recorrência em cada ponto do espaço (tal como o plano complexo). Exemplos deste tipo são o conjunto de Mandelbrot e o fractal de Lyapunov. Estes também são chamados de fractais de fuga do tempo.

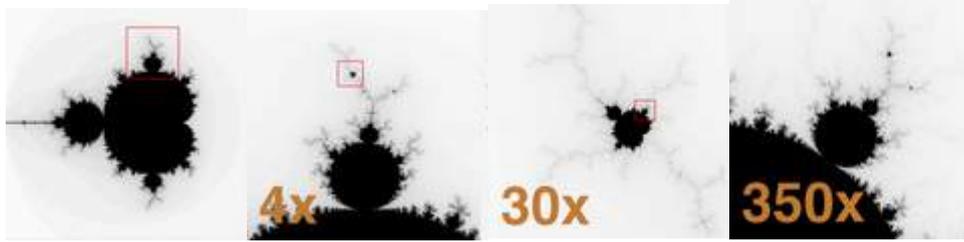


Figura 46: Ampliação do conjunto de Mandelbrot

- Fractais aleatórios são aqueles que são gerados por processos estocásticos ao invés de determinísticos, por exemplo, paisagens fractais (Fig. 47) e o Voo de Lévy.

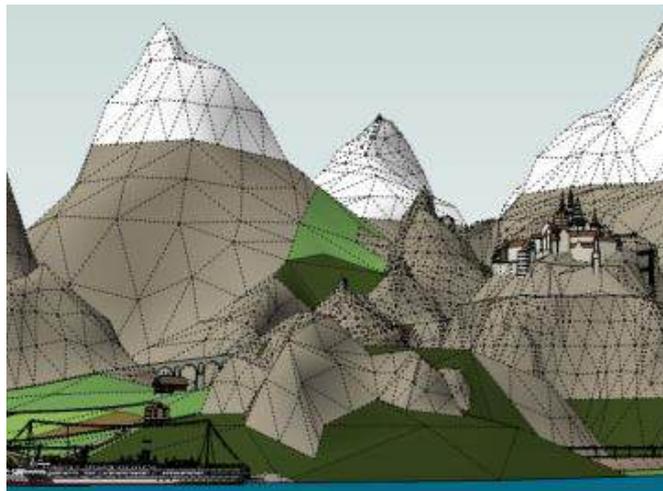


Figura 47: Paisagens fractais

Os fractais também podem ser classificados de acordo com sua autossimilaridade, existindo três tipos:

- **Autossimilaridade exata:** é a forma em que a autossimilaridade é mais marcante e evidente. O fractal é idêntico em diferentes escalas. Fractais gerados por sistemas de funções iterativas geralmente apresentam uma autossimilaridade exata.
- **Quase-autossimilaridade:** é o tipo de fractal que aparenta ser aproximadamente (mas não exatamente) idêntico em escalas diferentes. Fractais quase-autossimilares contêm pequenas cópias do fractal inteiro de maneira distorcida ou degenerada. São exemplo disso fractais definidos por relações de recorrência.

- **Autossimilaridade estatística:** é a forma menos evidente de autossimilaridade. O fractal possui medidas numéricas ou estatísticas que são preservadas em diferentes escalas. As definições de fractais geralmente implicam alguma forma de autossimilaridade estatística (mesmo a dimensão fractal é uma medida numérica preservada em diferentes escalas). Fractais aleatórios são exemplos de fractais que possuem autossimilaridade estatística, mas não são exatamente nem quase autossimilares.

### 5.5.1. TEORIAS FRACTAIS

A primeira abordagem implícita dos princípios fractais aplicados aos mercados financeiros surgiu no século XX, quando em 1938, Ralph Nelson Elliott propõe o “Princípio das Ondas”. A sua teoria é baseada na observação histórica do mercado bolsista num período de mais de 80 anos, onde as suas conclusões são que os mercados oscilam em função da psicologia das massas, entre o otimismo e o pessimismo, e em sequência naturais. Elliot teorizou que nas fases altistas, o mercado sobe numa série de três ondas, para depois baixar numa outra série de duas ondas (Fig. 48). Nas fases baixistas, voltam a aparecer cinco ondas, mas neste caso três de baixa e duas de alta. Segundo Elliot, um ciclo bolsista completo compreende sempre cinco ondas que, por sua vez, podem decompor-se em ciclos de menor duração, de cinco ondas também [30].

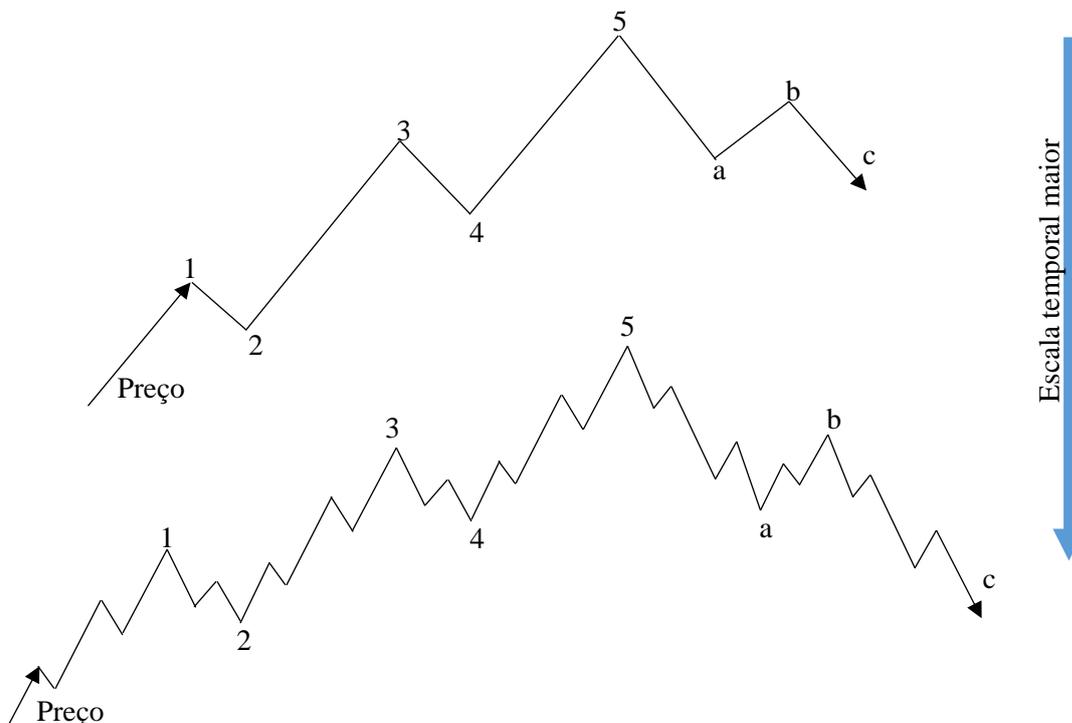


Figura 48: Exemplo das Ondas de Elliot em diferentes escalas temporais

Legenda da Figura 48: 1,3 e 5 são máximos das ondas ascendentes; 2 e 4 são mínimos ascendentes; b é o máximo em tendência descendente; a e c são mínimos das ondas descendentes;

Mais tarde, em 1994, Edgar E. Peters consolida a sua teoria sobre a “Hipótese do Mercado Fractal” através da publicação do livro “*Fractal Market Analysis: Applying Chaos Theory to Investment and Economics*”, onde é o primeiro a introduzir a Teoria do Caos e os fractais para explicar alguns comportamentos do mercado que até então a “Hipótese do Mercado Eficiente” não tinha conseguido dar. Na sua “Hipótese do Mercado Fractal”, Peters assume como princípios que os diferentes investidores têm diferentes horizontes de investimento e interpretam a informação dos mercados em função do horizonte pretendido.

Já em 1998, Bill Williams também aborda a Teoria do Caos e os fractais com o desenvolvimento de um sistema de negociação, denominado “*Profitunity*”, com um conjunto de indicadores que poderiam ser aplicados aos mercados.

### 5.5.2. INDICADOR FRACTAL DE BILL WILLIAMS

No seu livro “*New Trading Dimensions – How to profit from chaos in Stocks, Bonds and Commodities*”, Williams propôs, entre outras coisas, um indicador fractal sob a forma de padrão gráfico que tem como função localizar uma série consecutiva mínima de cinco barras onde um novo máximo é precedido e seguido por dois ou mais máximos menores, no caso de um fractal de compra, ou uma série consecutiva de barras onde o mínimo mais baixo é precedido e seguido por dois ou mais mínimos mais altos, sendo este um fractal de venda [31].

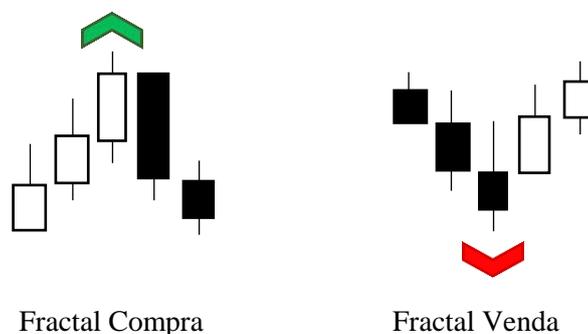


Figura 49: Exemplo do padrão fractal ideal, de compra e de venda

Neste caso, um fractal é visto como uma mudança de comportamento que só pode ser confirmada após o fecho da quinta barra, o que o designa como um indicador de atraso pois só pode ser confirmado depois de ocorrerem dois dias da reversão. Embora seja uma desvantagem, a verdade é que os padrões de reversão mais significativos podem durar muitas mais barras, fazendo com que a tendência continue intacta.

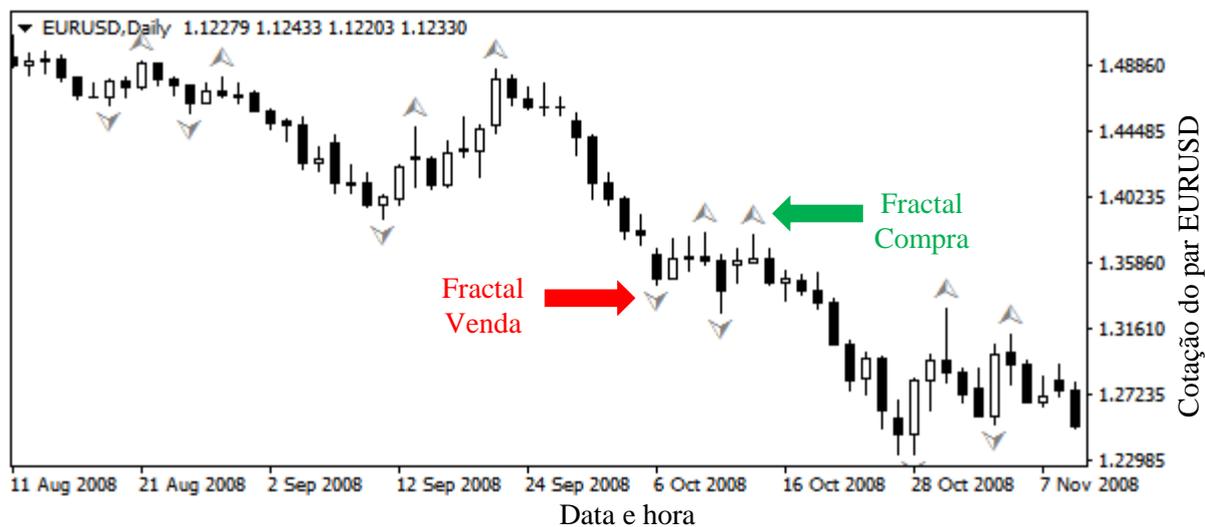


Figura 50: Exemplo do indicador fractal

A identificação correta destes padrões faz deste indicador uma ferramenta importante na definição de níveis de suporte e resistência. No entanto, uma definição automática dos níveis de suporte e resistência pode conduzir a um elevado número de níveis de S/R sem relevância para as condições mais recentes do mercado. Por exemplo, um fractal observado centenas de barras atrás pode ainda ser relevante para o preço devido à sua localização, enquanto que um fractal observado poucas barras antes pode ser irrelevante devido às oscilações de mercado.

### Fractais relevantes

Todos os fractais têm o que pode ser denominado como um “fractal fonte”. Um “fractal fonte” é o fractal anterior na direção oposta. Por exemplo, se houvesse um fractal de compra num local arbitrário no gráfico, então o seu “fractal fonte” seria o mais recente fractal de venda antes do referido fractal de compra.

Este “fractal fonte” é de grande importância, especialmente existindo uma tendência definida, pois tal como a sua localização indica, o próprio fractal é ainda um marcador relevante de um nível de suporte ou resistência. Ou seja, se o preço cruzar no sentido

contrário à tendência o valor do fractal de origem, o fractal fonte poderá passar a ser irrelevante e terminará com movimento da tendência anterior, ou seja, com a quebra do balanço criado pelas ondas [32].

Eis algumas considerações que devemos ter relativamente ao indicador de fractais:

- Quanto maior a escala temporal, mais importância e fiabilidade terá o padrão fractal assim como será menor o número de sinais gerados;
- Visualizar e analisar os fractais em várias janelas temporais será bastante útil na definição de níveis de suporte e resistência. Gráficos a longo prazo podem ser um filtro para fractais a curto prazo.
- A utilização de fractais pode ser importante na definição de *Trailing Stops*, podendo estes ser utilizados em várias janelas temporais, mas têm maior relevância nas janelas temporais maiores. Utilizar dois níveis de fractais de distância em vez de um dará mais espaço para que a negociação ocorra.

### 5.5.3. TIPOS DE APLICAÇÃO

Um dos métodos mais utilizado na aplicação de fractais é:

- ***Breakout dos máximos e mínimos com confirmação das médias móveis:*** À semelhança de outros indicadores, os fractais são mais utilizados juntamente com outros indicadores ou formas de análise do que individualmente. Talvez um dos indicadores mais utilizados para confirmação seja o indicador “*Alligator*”, designado por Bill Williams, que não é mais que um conjunto de médias móveis simples, de 5, 8 e 13 períodos, que podem levar à consideração dos sinais da geometria fractal.



Figura 51: Indicador fractal da plataforma aplicado com 3 médias móveis simples (*Alligator*)

Neste caso, as regras mais utilizadas são:

- Com médias dispostas de forma ascendente e se um fractal de compra está acima da média do meio então deverá ser colocada uma ordem pendente de compra alguns pontos acima do valor máximo do fractal de compra.
- No caso das médias dispostas de forma descendente, se um fractal de venda está abaixo da média do meio então deverá ser colocada uma ordem pendente de venda alguns pontos abaixo do mínimo do fractal de venda.
- Não efetuar nenhuma ação de compra se um fractal de compra se formar abaixo da média do meio.
- Não efetuar nenhuma ação de venda se um fractal de venda se formar acima da média do meio.

Uma das principais desvantagens deste sistema está nas grandes oscilações que ocorrem. Para minimizar estes problemas podem-se definir regras na definição dos valores de *Stop Loss*, *Take Profit* e *Trailing Stops*.

# 6. PLATAFORMA NEGOCIAÇÃO: METATRADER 4

*“A coisa mais importante do investimento não é a compra, mas saber vender”*

Lanyi, traduzido de *“Confessions of a stockbroker”*

Uma vez abordado o mercado cambial, pretende-se neste capítulo apresentar o conceito da negociação eletrónica e as principais características e funcionalidades da plataforma de negociação utilizada – *MetaTrader 4*. A plataforma será o elo de ligação do investidor aos mercados, proporcionando-lhe várias ferramentas para a análise dos mercados financeiros e, acima de tudo, possibilitando a compra ou venda de ativos, de forma manual ou automática.

## **6.1. NEGOCIAÇÃO ELETRÓNICA E IMPACTO NOS MERCADOS FINANCEIROS**

Com a crescente informatização dos mercados financeiros e a introdução das plataformas eletrónicas, a negociação eletrónica acabou por impor-se à negociação por voz, contribuindo assim para profundas mudanças na estrutura dos mercados, como a abertura do mercado aos

retalhistas individuais. Por outro lado, a sua massificação resultou num aumento da liquidez e da eficiência do mercado, na redução dos custos de transação e na diminuição da sua segmentação [33].

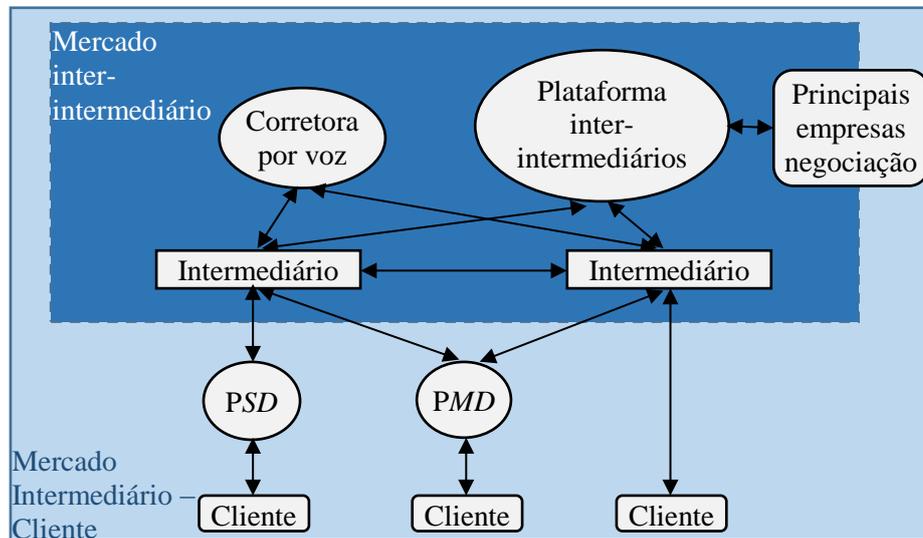


Figura 52: Exemplo de estrutura de um mercado: mercado de obrigações

Notas: PSD = Plataforma *Single Dealer*; PMD = Plataforma *Multi Dealer*.

O impacto da negociação eletrónica é tal que, segundo o relatório do grupo de estudos de negociação eletrónica do Banco de Pagamentos Internacionais (BIS), em 2015, em mercados financeiros como o de futuros, de ações e o cambial, cerca de 90% das transações ocorreram eletronicamente.

Em termos técnicos, a negociação eletrónica é realizada através das plataformas de negociação, podendo ter dois modos: manualmente, através da realização de ordens de compra ou venda enviadas pelo utilizador, ou automaticamente, através de automatismos ou algoritmos, método em que a ordem de mercado e as decisões de negociar são realizadas autonomamente. Dentro da negociação automática existe uma forma particular de operar, que é a negociação de alta frequência, caracterizada pela rapidez de negociação, elevado número de posições por curtos períodos de tempo, por vezes, milissegundos ou segundos.

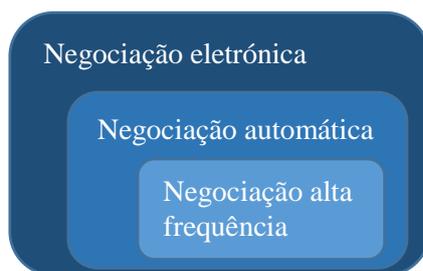


Figura 53: Tipos de negociação eletrônica, plataformas e protocolos

## 6.2. TIPOS DE CORRETORAS

Existem dois tipos de corretoras: as que têm mesa de negociação (*Dealing Desks*) e as que não têm mesa de negociação (*No Dealing Desk*). As primeiras também são conhecidas como criadoras de mercado, enquanto as corretoras sem mesa de negociação podem ser subdivididas em três grupos: com Processamento Direto (*Straight Through Processing - STP*), em Rede de Comunicações Eletrônica (*Electronic Communication Network - ECN*) e a junção das duas opções referidas, Processamento Direto e Rede de Comunicações Eletrônica (*ECN+STP*) [34].



Figura 54: Tipos de corretoras

Uma corretora com mesa de negociação, ou criadora de mercado, cria literalmente um mercado para o cliente pois quando este pretende comprar, a corretora vende e quando o cliente pretende vender, a corretora compra. Significa isto que assume a posição contrária à do cliente. Para o cliente, o preço de compra e venda do ativo é o oferecido pela corretora, funcionando ela como provedora de liquidez. Ao fornecerem a cotação de compra e venda, as corretoras funcionam literalmente como intermediário, onde o *trader* não vê o valor real do ativo mas sim o de mercado gerado pela corretora, obtendo lucro através dos *spreads* cobrado por uma operação aberta.

As corretoras sem mesa de negociação são uma espécie de ponte entre o investidor e as entidades bancárias (bancos, fundos, outras corretoras, etc) podendo cobrar uma pequena comissão pela negociação ou incrementar ligeiramente o *spread*.

Estas corretoras podem ser do tipo:

- **Processamento Direto** (*Straight Through Processing - STP*): transferem a ordem do *trader* de forma automática e direta para as instituições financeiras responsáveis: bancos, fundos de investimentos, outras corretoras ou criadores de mercado.

As corretoras STP não manipulam preços nem interferem na ordem do cliente e obtêm lucro através do *spread* ou de comissões sobre operações abertas. Isto significa que quanto mais operações o investidor efetua, mais lucro a corretora obtém, portanto, é do interesse da corretora que o investidor ganhe dinheiro.

- **Rede de Comunicações Eletrónica** (*Electronic Communication Network - ECN*):

As corretoras ECN oferecem o preço de compra e venda dos provedores de liquidez através de uma rede eletrónica de comunicações. A diferença para as STP é que, antes de enviar as operações do investidor para as instituições financeiras responsáveis, a corretora ECN compara a operação dada com a de outro investidor que pretenda uma operação inversa, dentro da rede eletrónica de comunicações, diminuindo assim a taxa cobrada (*spread*). Deste modo, apenas algumas das operações do investidor são enviadas para o mercado. Por exemplo, numa corretora ECN um investidor deseja comprar e outro deseja vender o mesmo item, a corretora pode fazer esse negócio internamente de forma eletrónica e direta.

### 6.3. SELEÇÃO DA CORRETORA

Relativamente à seleção da corretora, a opção incidiu sobre a Axitrader, uma corretora australiana dedicada ao mercado cambial que apresenta várias vantagens:

- *Spreads* mais baixos do mercado;
- Rápida execução das ordens;
- Vasta oferta de pares cambiais: 80 pares;
- Os gráficos semanais de 5 barras por semana, ao invés das 6 normalmente utilizadas.

Operada e regulada no mercado australiano, a Axitrader não utiliza mesa de negociação mas antes incorpora a Rede de Comunicações Eletrónica (*Electronic Communication Network* -

ECN) que a interliga aos vários provedores de liquidez, tais como: Banco da América, BNP Paribas, Goldman Sachs, Morgan Stanley, UBS, entre outros [35].

A particularidade dos gráficos semanais serem de 5 barras, juntando as 2h de Domingo com a segunda-feira, poderá ser uma mais-valia na diminuição de falsos positivos, quando utilizada a negociação através de padrões gráficos ou das velas japonesas.

#### **6.4. TIPOS DE PLATAFORMAS**

Relativamente às plataformas de negociação eletrónica, é vasta a oferta de *software*, portais e outros produtos informáticos que aproximam o comum cidadão dos mercados financeiros e tornam “doméstico” o ato de negociar. As plataformas poderão ter mais ou menos funcionalidades, ser proprietárias ou *open source*, ter negociação automática ou acesso móvel, etc.

No entanto, a forma mais simples de as definir, é serem:

- **Negociador Único** (*Single-dealer*), que são plataformas de negociação proprietárias disponibilizados por apenas um intermediário financeiro, que disponibiliza negociante aos seus clientes; ou
- **Multi Negociador** (*Multi-dealer*), que permitem a ligação de vários clientes aos seus intermediários financeiros e permite a negociação eletrónica.

#### **6.5. SELEÇÃO DA PLATAFORMA**

Antes de se optar por uma plataforma deve-se definir o âmbito da sua utilização, i.e., que tipo de produto se pretende negociar e a frequência com que se negocia. Neste caso, é claro: pretende-se negociar no mercado cambial e com uma frequência de uma vez por dia, após o fecho dos mercados, mais conhecido como negociação *End of Day* ou *Swing Trading* [37].

Das várias plataformas existentes no mercado, muitas estão condicionadas a uma corretora específica, fruto do desenvolvimento proprietário, mas existem algumas desenvolvidas por terceiros, normalmente entidades não bancárias, que apresentam um largo número de utilizadores e corretoras no mercado, significando isto um maior investimento no desenvolvimento e na interligação de ferramentas. Assim, de entre as plataformas desenvolvidas por terceiros, efetuou-se uma pequena seleção e comparativo dos custos, tendo como requisito possuírem interface em tempo real com a corretora.

Tabela 5: Comparativo de custos de utilização de plataformas de negociação [36]

Software	Custo	Disponibilidade versão demo
eSignal	\$145/mês*	versão teste de 30 dias
MetaStock	\$199/mês *	Não disponível
MetaTrader	gratuito	gratuito
MultiCharts	\$199/mês *	versão teste de 30 dias
NinjaTrader	\$999 – lifetime*	gratuito, negociação online paga
TradeStation	\$25	versão teste de 60 dias

Para este trabalho em questão, a opção recaiu sobre a plataforma *MetaTrader 4* pois, aliado ao vasto número de utilizadores e suporte técnico da MetaQuotes, ainda existem vários sites de desenvolvimento que dão suporte à linguagem utilizada para o desenvolvimento de *Expert Advisors* (negociação automática), facilitando a solução dos problemas que podem vir a surgir.

NOTA: Apesar de já estar disponível uma versão mais recente, o *MetaTrader 5*, após a tentativa de utilização desta plataforma verificou-se que esta versão mais recente ainda não é suportada por muitas corretoras, optando-se pela versão anterior.

## 6.6. METATRADER 4 – PLATAFORMA E ARQUITETURA

Desenvolvida pela MetaQuotes Software, uma empresa de desenvolvimento de software, a plataforma *MetaTrader 4* foi propositadamente projetada para fornecer serviços de corretagem e rapidamente se tornou uma das mais utilizadas na negociação em tempo real, sendo utilizada por cerca de 300 sociedades de corretagem e bancos em todo o mundo [37].

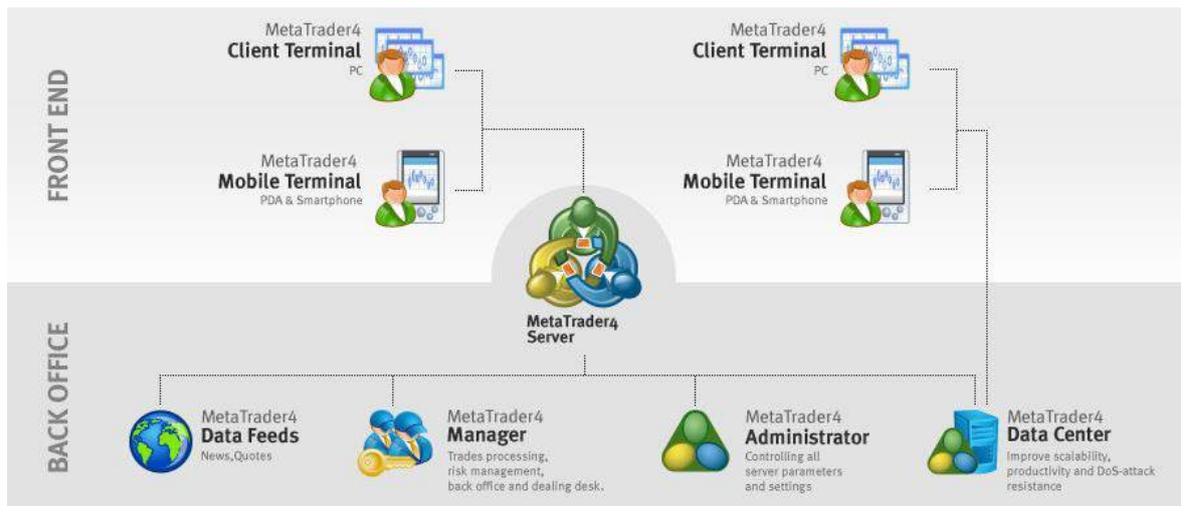


Figura 55: Arquitetura distribuída da plataforma MetaTrader4 [37]

Sendo uma plataforma de negociação completa, o *MetaTrader 4* possui uma arquitetura distribuída e robusta (Fig. 55), que inclui as seguintes componentes de *back-office* e os terminais *front-end*:

- **Servidor** (*Server*): é o núcleo de todo o sistema, onde todas as transações são processadas e todos os dados de histórico são armazenados e geridos.
- **Gestor** (*Manager*): processa as transações comerciais e gere as contas dos investidores.
- **Administrador** (*Administrator*): permite a administração remota do servidor, efetuar a definição dos instrumentos financeiros, bases de dados, etc.
- **Data Center**: é um servidor *proxy* projetado para aumentar a escalabilidade e segurança da plataforma.
- **Terminal Cliente** (*Client Terminal*): é a ferramenta do investidor que lhe permite realizar a análise técnica, efetuar transações comerciais e trabalhar com *Expert Advisors*.
- **Terminais Móveis** (*Mobile Terminals*): permitem a gestão das contas do investidor e uma análise técnica mais simplificada, com recurso a *smartphones* ou *tablets*.

Para o trabalho em causa, foi utilizado o terminal cliente da *MetaTrader 4* que consiste nas seguintes componentes:

- Terminal *MetaTrader 4* – é o ambiente gráfico e o módulo onde negociação manual e/ou automática é realizada, através da gestão e execução dos EA's.
- Linguagem MetaQuotes 4 (MQL4) – A linguagem de programação para a implementação de estratégias de negociação.

- *MetaEditor* – editor e compilador dos *Expert Advisors*, *scripts* e indicadores.
- *Strategy Tester* – é o módulo para teste e otimização dos *Expert Advisors* com base em cotações históricas dos vários instrumentos financeiros disponibilizados.

## 6.7. TERMINAL CLIENTE

O terminal cliente disponibilizado aos investidores apresenta um interface gráfico amigável e acessível, aliado a um vasto conjunto de funcionalidades e mais de 50 indicadores integrados que permitem gerir contas individuais ou em grupo, analisar gráficos, desenvolver algoritmos, etc.

Os vários instrumentos financeiros negociáveis a partir da plataforma são o câmbio, contratos diferenciais (CFD) e futuros, estando disponíveis os seguintes tipos de ordens:

- 2 Ordens de mercado: comprar e vender:
- 4 Ordens pendentes: *Buy Stop*, *Sell Limit*, *Buy Limit* e *Sell Stop*;

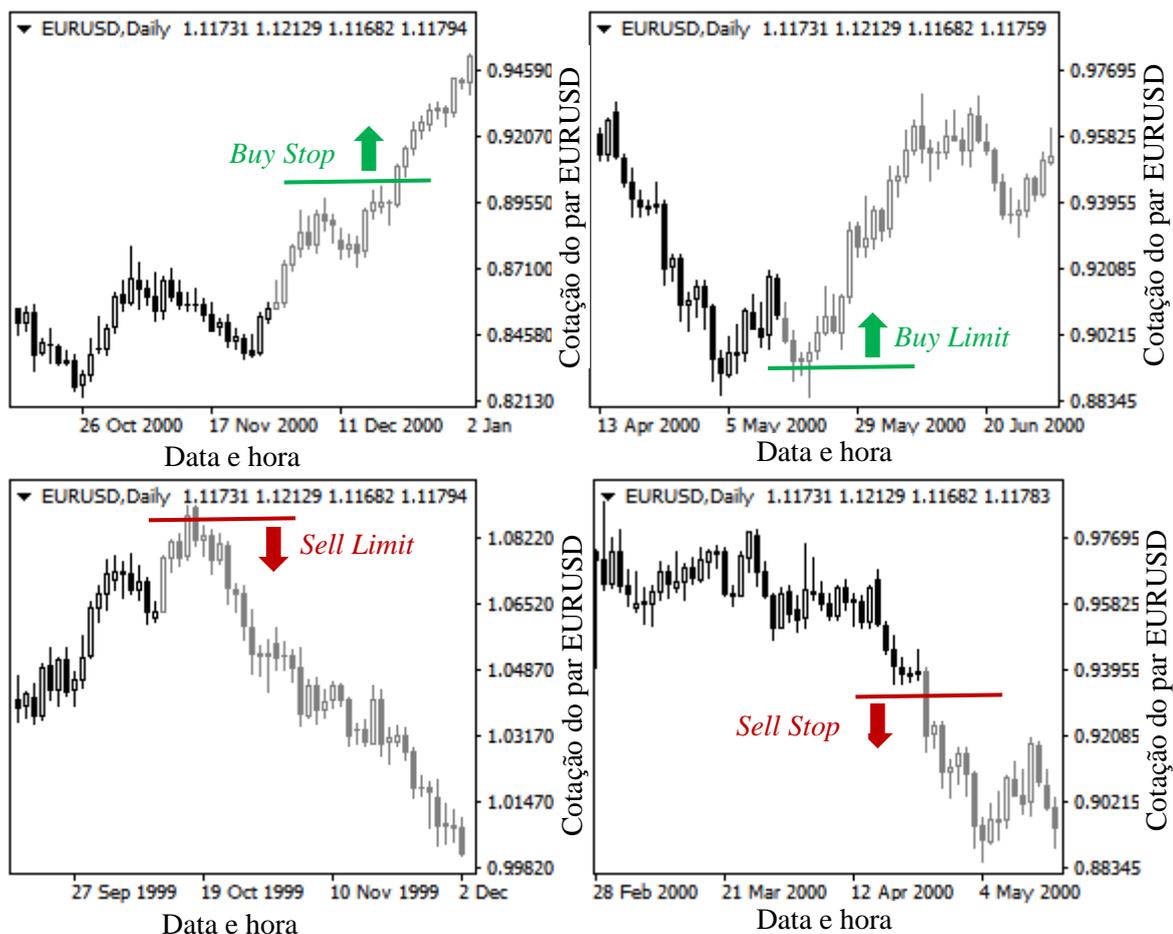


Figura 56: Exemplo da aplicação dos diferentes tipos de ordens

- 3 Ordens de stop: *Stop Loss*, *Take Profit* e *Trailing Stop*;



Figura 57: Exemplo da aplicação das ordens de *Stop Loss* e *Take Profit*

Legenda: Velas pretas = preços históricos, Velas cinzentas = preços futuros;

## 6.8. LINGUAGEM METAQUOTES 4 – MQL4

MQL4 é uma linguagem desenvolvida e integrada para a programação de estratégias de negociação através de plataformas de negociação eletrónicas. Bastante semelhante à linguagem C, o MQL4 é uma das linguagens mais rápidas ficando atrás apenas de linguagens de alto nível, tal como Java e C++. No entanto, comparativamente às restantes linguagens especializadas, é a seguir ao MQL5, a mais rápida do mercado e simultaneamente a mais flexível [37].

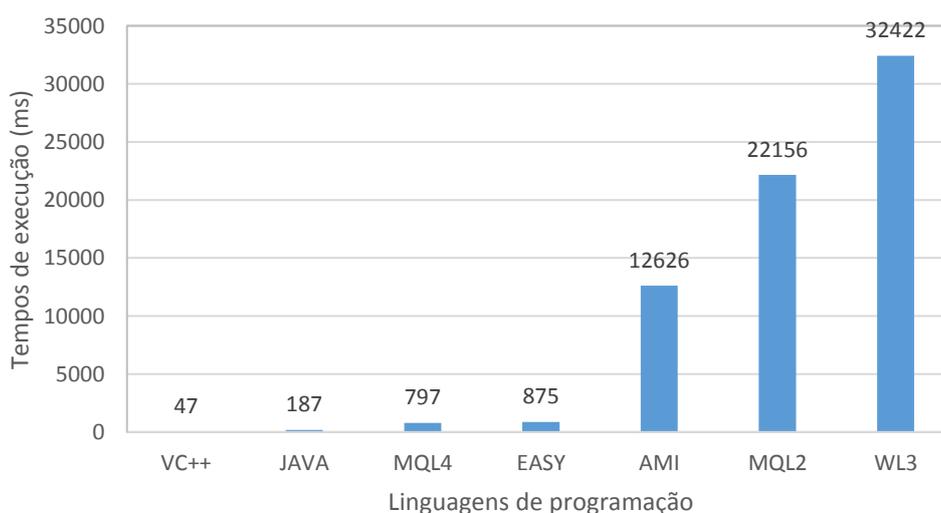


Figura 58: Índice de velocidade de execução

NOTA: A linguagem MQL5 não foi referida pois não existem dados oficiais da MetaQuotes

Esta linguagem permite desenvolver quatro tipos de aplicações utilizadas no apoio ou negociação de ativos financeiros, com características e finalidades diferentes:

- **Expert Advisor (EA):** É um sistema de negociação automática, onde as ordens de compra e venda são geradas de forma mecânica, podendo estar interligadas com um gráfico. Um EA executará sempre que ocorrerem novos eventos que possam ser geridos por ele, tais como: inicialização de variáveis, a receção de um novo *tick*, um evento temporizado, um evento que gerou uma mudança no mercado, um evento no gráfico ou eventos personalizados.
- **Indicador personalizado (Custom Indicator):** é um indicador que pode ser desenvolvido e personalizado em função do utilizador e adicionado à plataforma, para além dos já existentes. Sendo um indicador, a sua aplicação destina-se às funções analíticas, não podendo ser realizadas negociações de forma automática.
- **Script:** são miniprogramas que automatizam pequenas ações frequentemente repetidas. Ao contrário dos *Expert Advisors*, os *scrips* são executados apenas uma vez, por exemplo, um *script* típico seria um pequeno programa que efetua o fecho de todas as posições de todos os instrumentos financeiros com uma única condição.
- **Biblioteca (Library):** É um conjunto de funções personalizadas com o intuito de armazenar e distribuir blocos utilizados noutros programas. As bibliotecas não podem começar a executar por si mesmas.
- **Include File:** é um ficheiro com o código fonte dos blocos de programas mais utilizados. Estes ficheiros podem ser incluídos nos códigos fonte dos *Expert Advisors*, *scripts*, indicadores personalizados, e bibliotecas durante a fase de compilação. É preferível a utilização de *Include Files* comparativamente às bibliotecas, devido ao fardo adicional que ocorrem ao chamar as funções da biblioteca.

## 6.9. METAEDITOR

As aplicações desenvolvidas em linguagem MQL4 (EA, *scripts* e indicadores) podem ser programadas através do MetaEditor, que apresenta a seguinte aparência:

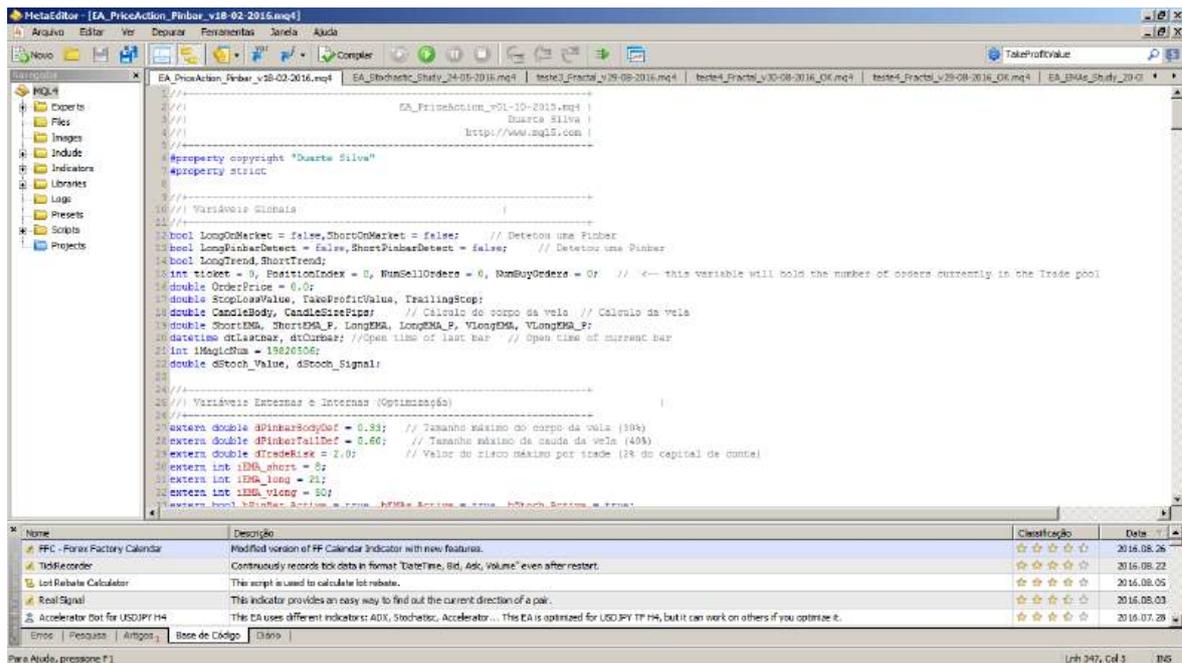


Figura 59: Ambiente do MetaEditor com janela de navegação, caixa de ferramentas e janela de programação

Para a programação das aplicações pretendidas, existe à nossa disposição bastante informação que vai desde livros eletrônicos, fóruns, comunidades de aprendizagem, etc.

Uma vez realizado o programa, este terá que ser compilado sem erros para ser gerido e executado no terminal.

## 6.10. MÓDULO DE TESTES DA ESTRATÉGIA - *STRATEGY TESTER*

Este módulo é de grande importância para o utilizador, pois permite testar as estratégias de negociação programadas nos *Expert Advisors (EA)*. Estas têm como finalidade a compra e venda automática de ativos financeiros. Para se realizarem os testes a um *EA* é necessário escolher qual o tipo de modelação pretendida para obter resultados com qualidade e credibilidade. Estes são realizados com dados completos de histórico podendo a modelação ser mais precisa ou não, mediante necessidade.

Dado que ter o histórico de todos os *ticks* de vários ativos é bastante difícil, o *Strategy Tester* efetua a modelação de preços utilizando os dados dos períodos mais curtos, servindo estes como referências para a modelação de novos preços [38].

Para tal, no terminal cliente estão disponíveis três tipos de modelação:

- **Todos os ticks** (*Every tick*): método mais preciso baseado em dados de todas as escalas de tempo (*timeframes*) mais pequenos;
- **Pontos de controlo** (*Control points*): método com menor precisão baseado em dados da escala de tempo mais próxima;
- **Preços de abertura** (*Open prices*): método mais rápido baseado em barras completas, sendo apenas utilizável para *Expert Advisors* que explicitamente utilizem o controlo das abertura das barras.

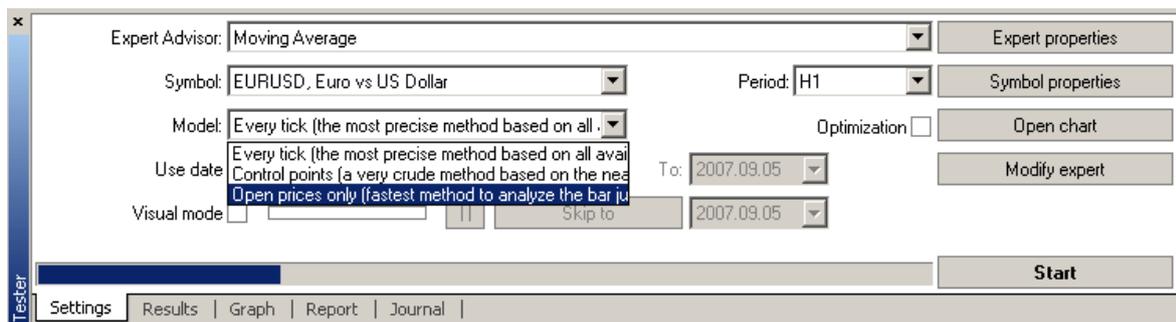


Figura 60: Janela do módulo de teste de estratégias

Antes do teste se iniciar, os preços intermédios das barras são gerados e o resultado é armazenado no ficheiro numa diretoria, p.e.: “/tester/history/eurusd\_1440\_1.fxt”. Sempre que o botão *Start* é acionado, o módulo de testes vai gerar novamente o ficheiro contendo a sequência de *ticks* de testes.

### 6.10.1. EXEMPLOS DE MODELAÇÃO

Começemos pelo método de modelação mais simples num gráfico com escala de tempo horária, ou seja, *timeframe* = 1 hora. Dentro do gráfico vamos estudar a barra das 10h do dia 5 de Setembro de 2007, identificada a vermelho:

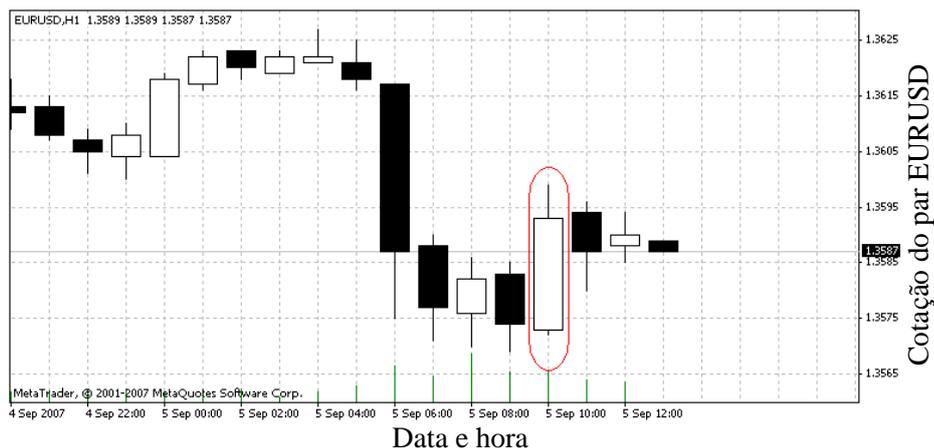


Figura 61: Vela japonesa das 10h do dia 5 de Setembro de 2007 a ser modelada

### Método Preço de Abertura –“Open Price”

Como alguns investidores não pretendem depender das particularidades da modelação intra barra ou não utilizam estratégias que necessite desses valores, desenvolvem *Expert Advisors* que negociam com barras completas. Para este método, o algoritmo apenas necessita de considerar que a barra do preço atual está completa quando a próxima aparecer.

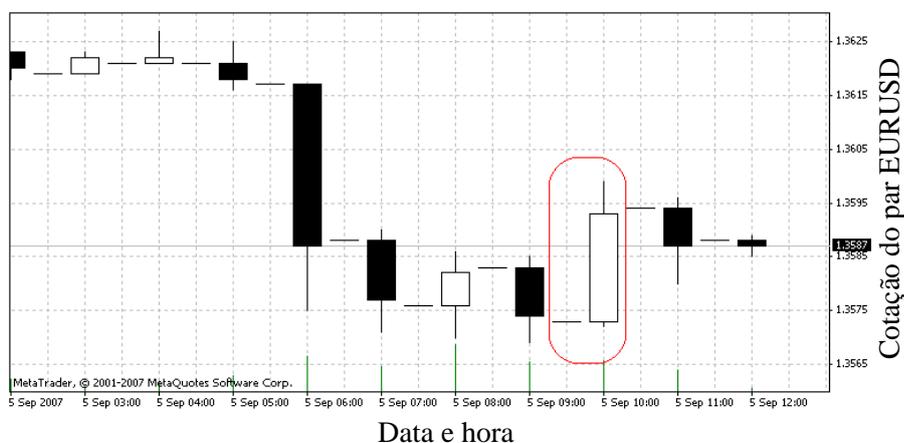


Figura 62: Modelação da barra anterior no método do preço de abertura”

Deste modo, após a conclusão de uma barra de preço é, de seguida, aberta outra barra onde os valores de abertura, máximo, mínimo, fecho e volume são iguais a um, permitindo que o *Expert Advisor* identifique o fim da conclusão da barra de preço anterior. É nesta barra semelhante a um traço que o EA é executado. Na próxima barra, que conterá os novos dados das cotações e volumes, nenhuma parte do EA será executada, e assim pelas restantes barras.

### Pontos de Controlo (a menor escala temporal aproximado)

O método da modelação através de pontos de controlo tem como objetivo obter uma estimativa da negociação do EA dentro da barra. Para utilizar este método, devem estar disponíveis dados de histórico da menor escala temporal mais próxima. Em alguns casos, os dados disponíveis de escalas temporais menores não cobrem a totalidade do intervalo de tempo de uma unidade da escala temporal a testar. Nesse caso, a evolução da cotação intra barra é gerada com base em ondas predefinidas.

Assim que existirem dados disponíveis de histórico de uma escala temporal menor, serão estes dados os utilizados para interpolar. No entanto, as cotações reais de abertura, máximo, mínimo e fecho (OHLC) da menor escala temporal surgem como pontos de controlo. Na maioria dos casos, os resultados dos testes do EA através do método de pontos de controlo pode ser considerado como estimativas e não resultados finais.

O gráfico abaixo ilustra o desenvolvimento da modelação da barra das 10h00 do dia 5 de Setembro de 2007 através do método de pontos de controlo.

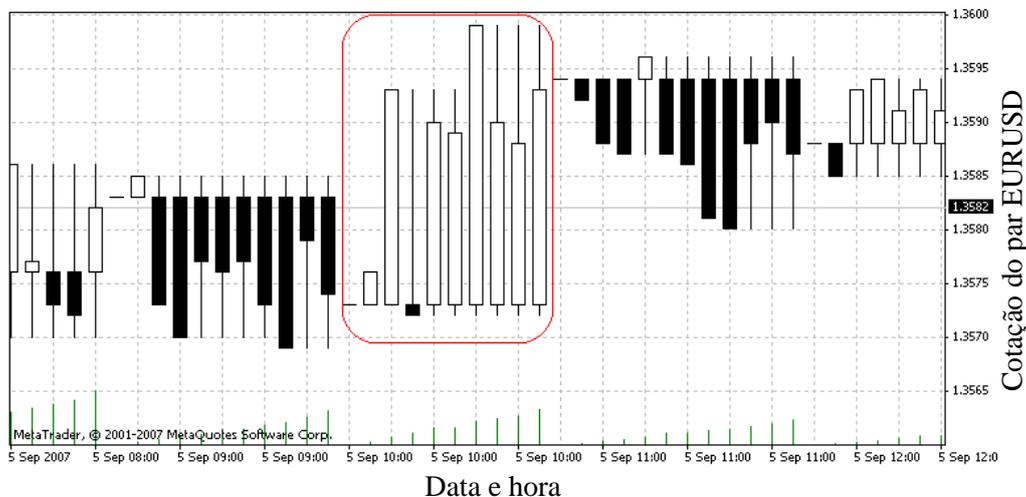


Figura 63: Modelação da mesma barra anterior com o método de pontos de controlo

### Todos os Ticks (menores escalas temporais disponíveis)

Este método permite modelar o movimento do preço dentro da barra de uma maneira mais exata. Ao contrário dos pontos de controlo, para geração de dados, este método utiliza não só os dados da menor escala temporal disponível (*timeframe*) como também os dados de todas as escalas temporais menores disponíveis. Então, se existirem simultaneamente dados de mais do que uma escala de tempo para um certo intervalo de tempo disponível, serão

utilizados os dados da menor escala de tempo para a geração de dados. À semelhança do método anterior, este também gera pontos de controlo baseados nos valores de abertura, máximo, mínimo e fecho da menor escala de tempo disponível.

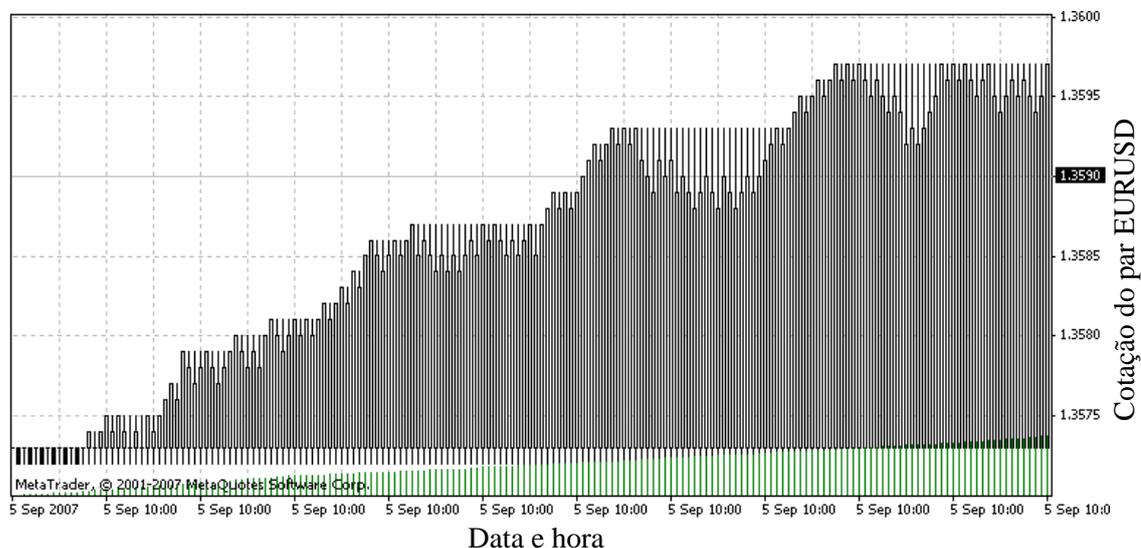


Figura 64: Modelação da mesma barra anterior com o método de todos os *ticks*

Para os *Expert Advisors (EA)* que utilizem o método em causa será de considerar um largo número de *ticks* gerados, o que pode influenciar o desempenho do sistema e a velocidade de teste.

## 6.11. RELATÓRIOS DE TESTES

Após conclusão do teste de um *EA*, o módulo de testes gera um relatório com algumas das características chave e resultados alcançados, que permitirão avaliar a eficiência de um *EA* e até compará-lo com outros desenvolvidos com os mesmos “*inputs*” de dados [39]. Para tal, explica-se de seguida como interpretar devidamente os resultados obtidos, tomando como exemplo os seguintes resultados:

Bars in test	4190	Ticks modelled	13539097	Modelling quality	46.78%
Initial deposit	10000.00				
Total net profit	458.20	Gross profit	9629.55	Gross loss	-9171.35
Profit factor	1.05	Expected payoff	4.36		
Absolute drawdown	791.50	Maximal drawdown (%)	2436.10 (19.4%)		
Total trades	105	Short positions (won %)	105 (42.86%)	Long positions (won %)	0 (0.00%)
		Profit trades (% of total)	45 (42.86%)	Loss trades (% of total)	60 (57.14%)
	Largest	profit trade	955.15	loss trade	-497.30
	Average	profit trade	213.99	loss trade	-152.86
	Maximum	consecutive wins (profit in money)	5 (376.75)	consecutive losses (loss in money)	7 (-661.75)
	Maximal	consecutive profit (count of wins)	1158.00 (3)	consecutive loss (count of losses)	-893.15 (6)
	Average	consecutive wins	2	consecutive losses	2

Figura 65: Exemplo do relatório gerado pelo teste de um *Expert Advisor*

Cada um dos pontos acima tem o seguinte significado:

- **Barras em teste** (*Bars in test*): identifica o número de barras de histórico de dados sobre a qual a modelação foi realizada;
- **Ticks modelados** (*Ticks Modelled*): indica a dimensão da sequência modelada. Cada um dos registos da sequência representa, num determinado momento, o estado da barra (abertura, máximo, mínimo e fecho). Cada um dos estados pode ser modelado dependendo da escala temporal, método de modelação, e a existência de histórico de escalas temporais mais pequenas dentro da barra existente.
- **Qualidade de modelação** (*Modelling quality*): é calculada de acordo com a seguinte expressão:

$$\%Qualidade\ de\ Modelação = 100 \times \frac{(0,25 \times (BarraMod - BarraInicio) + 0,5 \times (BarraModM1 - BarraMod) + 0,9 \times (HistoricoTotal - BarraModM1))}{HistoricoTotal - BarraInicio}$$

Onde *HistoricoTotal* é a quantidade total de barras em histórico, *BarraInicio* é o número da barra no qual o teste foi iniciado. A modelação começa, pelo menos, na 101ª barra ou a barra correspondente à data inicial dos testes, *BarraMod* é o número da barra na qual foi iniciada a modelação, em função da escala temporal mais próxima e *BarraModM1* é o número da barra na qual foi iniciada a modelação em minutos.

- **Lucro bruto** (*Gross Profit*): a soma de todas as transações rentáveis;
- **Perda bruta** (*Gross Loss*): a soma de todas as transações com perdas;

- **Resultado líquido** (*Total Net Profit*): É a diferença entre o lucro bruto e as perdas brutas;

$$\text{Resultado líquido} = \text{LucroBruto} - \text{PerdaBruta}$$

- **Fator de lucro** (*Profit Factor*): Fator de lucro é o rácio entre lucro bruto e perdas brutas;

$$\text{Fator de lucro} = \frac{\text{LucroBruto}}{\text{PerdaBruta}}$$

- **Retorno esperado** (*Expected Payoff*): é calculado da seguinte forma:

$$\text{RetornoEsperado} = \frac{\text{TradesLucro}}{\text{TotalTrades}} \times \frac{\text{LucroBruto}}{\text{TradesLucro}} - \frac{\text{TradesPerda}}{\text{TotalTrades}} \times \frac{\text{PerdaBruta}}{\text{TradesPerda}}$$

Onde *TotalTrades* é o número total de transações, *TradesLucro* é o montante de transações com lucro e *TradesPerda* é o montante das transações com perdas;

- **Abaixamento Absoluto** (*Absolute Drawdown*): é a diferença entre o valor do depósito inicial e o menor valor da conta alcançado no teste;

$$\text{AbaixamentoAbsoluto} = \text{DepósitoInicial} - \text{MínimoConta}$$

- **Abaixamento Máximo** (*Maximal Drawdown*): é a maior diferença entre o valor de capital mais elevado e o valor mais baixo, alcançado no teste;

$$\text{AbaixamentoMáximo} = \text{Max} (\text{MáximoConta} - \text{PróximoMinimoConta})$$

O abaixamento máximo em percentagem mostra o rácio entre o abaixamento máximo e o valor máximo num determinado momento.

$$\% \text{AbaixamentoMáximo} = \frac{\text{AbaixamentoMáximo}}{\text{MáximoConta}} \times 100$$

Existem outros indicadores no relatório de menor relevância:

- Número total das negociações realizadas (*Total trades*);
- Percentagem de posições curtas realizadas com lucro (*Short positions (won %)*);
- Percentagem de posições longas realizadas com lucro (*Long positions (won %)*);
- Percentagem de negociações com lucro, face ao total (*Profit trades (% of total)*);
- Percentagem de negociações com perda, face ao total (*Loss trades (% of total)*);
- Média de negociações com lucro (*Average profit trade*);
- Média de negociações com perda (*Average loss trade*);

- Número de negociações consecutivas com lucro (*Maximum consecutive wins (profit in Money)*);
- Número de negociações consecutivas com perda (*Maximum consecutive losses (loss in Money)*);
- Somatório do máximo lucro consecutivo (*Maximal consecutive profit (count of wins)*);
- Somatório do máximo de perdas consecutivas (*Maximal consecutive wins (count of losses)*);
- Média de negociações consecutivas com lucro (*Average consecutive wins*);
- Média de negociações consecutivas com perda (*Average consecutive losses*);

# 7. DESENVOLVIMENTO DO ALGORITMO

*“Seria bom desenvolver sistemas de negociação sem pensar em otimização. Realisticamente, porém, o desenvolvimento de uma estratégia de negociação rentável é uma atividade de tentativa e erro, em que alguma forma de otimização desempenha um papel. Há sempre um otimizador em qualquer lugar, se não visível sobre a mesa, então, à espreita nas sombras.”*

J. Katz, D. McCormick. Traduzido de “*The Encyclopedia of trading Strategies*”

Depois de adquirida a componente teórica, com as várias ferramentas da análise técnica, e selecionados os “interfaces” com o mercado cambial, com a plataforma e a corretora, abordar-se-á neste capítulo a componente prática deste trabalho. Para o desenvolvimento do sistema de negociação automático serão utilizados como base do algoritmo final alguns dos indicadores e padrões previamente analisados, sob a forma de *Expert Advisor (EA)*. O objetivo passará por avaliar qual o melhor método para aplicar um padrão ou indicador e efetuar uma série de ensaios em diferentes períodos, no par de moeda escolhido, para definir qual a configuração que melhor se adapta: número de períodos, negociação ou não em linha

com a tendência, número de posições abertas no mercado, etc. Posteriormente, partir-se-á para a construção gradual do algoritmo de negociação onde serão incrementados os indicadores, padrões e outros mecanismos de proteção de capital.

### 7.1. PAR ESCOLHIDO E PERÍODO DE ANÁLISE

Para o desenvolvimento e ensaio dos *Expert Advisors* que antecederão o algoritmo e para avaliação do seu desempenho foi escolhido o par mais negociado do mercado cambial: o EUR/USD.

Este par, para além de apresentar maior liquidez na sua negociação, apresenta um desempenho com vários tipos de tendências ao longo do período de avaliação definido, entre 1 de Janeiro de 2006 e 31 de Dezembro de 2015, facto que torna ainda mais interessante o ensaio do algoritmo final devido às diferentes condições de mercado ocorridas neste período. O desempenho do par EUR/USD é demonstrado na figura 66.

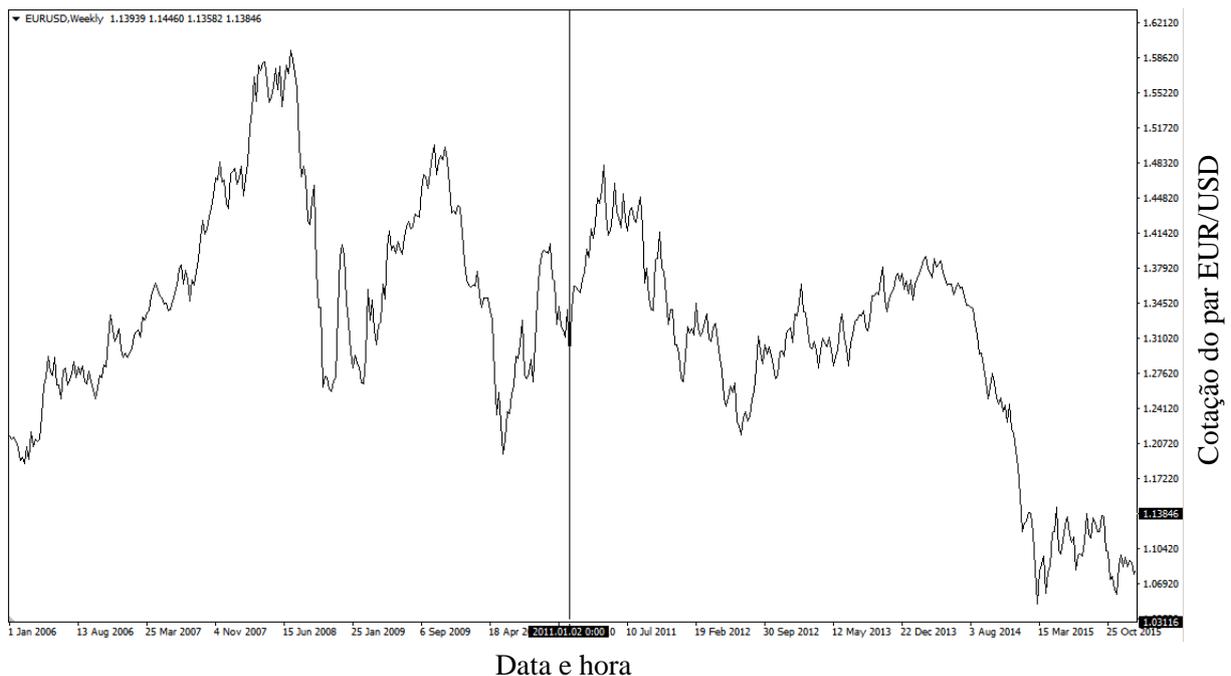
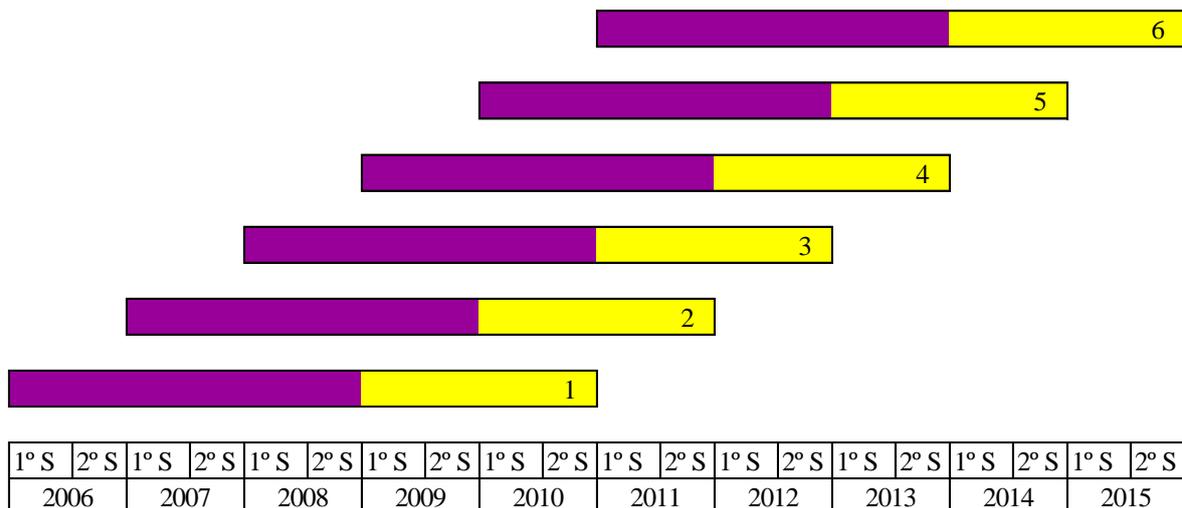


Figura 66: Desempenho do par EUR/USD entre 01-01-2006 e 31-12-2015

Para a realização dos ensaios, o período de avaliação definido foi repartido em seis períodos de otimização e teste, com os seguintes propósitos:

- **Período de Otimização:** Utilizando o módulo *Strategy Tester* da plataforma Metatrader 4, definiram-se nos EA's as variáveis externas que compõem cada algoritmo, com o intuito de as otimizar para que fosse alcançado o melhor resultado possível. Como exemplo dessas variáveis podemos identificar: o número de períodos das médias móveis, número de dias dos osciladores, a definição das características dos padrões, entre outros. Tudo isto dentro das gamas de valores que foram definidas para cada uma das variáveis consideradas.
- **Período de Teste:** Após a otimização das variáveis, o algoritmo com as suas novas configurações será colocado à prova durante um período de testes para verificar o seu desempenho em negociação “ao vivo”, simulando uma negociação *online* mas com dados de histórico.



Legenda:



Figura 67: Calendário com os períodos de otimização e testes realizado

A este procedimento de otimização e ensaios chama-se *Backtesting*, pois ensaiar um *Expert Advisor* e colocá-lo em testes *online* com o mercado, a partir da data atual, levaria bastante tempo na obtenção de resultados, e cada alteração no algoritmo levaria ao reinício dos ensaios. A melhor solução será então a de utilizar dados de histórico para otimizar e testar o EA realizado [40].

## 7.2. ESTILO DE NEGOCIAÇÃO E PROCEDIMENTO DOS ENSAIOS

Nesta componente prática serão reportados os desenvolvimentos de *Expert Advisors* com os indicadores e padrões utilizados, de modo a que seja possível implementar uma estratégia de negociação baseada em *Price Action*.

*Price Action* é um estilo de negociação em que as decisões de mercado são realizadas utilizando ferramentas gráficas despojadas de indicadores técnicos complexos, dados económicos ou outras ferramentas acessórias. Prima pela simplicidade, onde o preço de um ativo financeiro é o indicador primário do movimento e traça no gráfico os comportamentos dos participantes do mercado. A partir de gráficos, como os das velas japonesas, podem identificar-se níveis de suporte e resistência e, posteriormente, utilizando os padrões é possível perspetivar o movimento do mercado [41]. Normalmente, os investidores *price action* apenas utilizam as médias móveis como indicadores de tendência mas, neste caso, para se proceder à automatização da estratégia e da substituição da análise gráfica proceder-se-á à utilização dos seguintes indicadores:

- Médias Móveis Exponenciais;
- Oscilador estocástico;
- *Hanging Man*, o enforcado, e o *Inverted Hammer*, ou martelo invertido;
- Indicador Fractal de Bill Williams;

Numa primeira instância, pretendem-se utilizar as médias móveis exponenciais e o oscilador estocástico para a identificação de tendências e para deteção da sua exaustão, construindo-se gradualmente o algoritmo de negociação. Para cada incremento de funcionalidades serão otimizadas e testadas as suas configurações de forma independente, para que seja possível escolher o método de aplicação mais rentável e com menor abaixamento de capital. No entanto, para o ensaio das médias móveis e do oscilador estocástico considerou-se que não deve ser aplicado nenhum mecanismo para a gestão do risco-recompensa, ou seja, não foi definida nenhuma condição para a execução de ordens de proteção de capital, *Stop Loss*, ou para a retirada com lucro, as ordens *Take Profit*. Este método permite, em primeiro lugar, avaliar o potencial de ganho e as oscilações de capital de cada método aplicado a cada indicador e, depois, utilizar cada um dos indicadores na sua forma mais simples e “natural”, sem qualquer condição inicial.

Definidos os métodos para aplicar os vários indicadores, serão realizados os seguintes passos:

- Programação do *Expert Advisor* para cada indicador;
- Otimização das variáveis externas de cada EA, para cada um dos períodos de otimização definido, *Training Series*, em função do maior lucro e do menor abaixamento de capital;
- Análise dos resultados da otimização e escolha das variáveis que providenciaram resultados mais estáveis entre os vários períodos de teste para serem o mais semelhante possível entre os períodos. Desta forma evitam-se médias muito diferentes nos períodos de testes, tornando mais complicada a tarefa de a programar no MetaEditor;
- Ensaio da configuração nos períodos de teste, *Test Series*, e validação dos resultados do capital obtido, após seleção das variáveis para cada uma das séries de treino;
- Comparar os resultados dos vários métodos para entender qual o que tem o melhor desempenho para cada indicador.

### 7.3. CONDIÇÕES E DEFINIÇÕES INICIAIS

De modo a garantir que todas as fases de otimização e teste são executadas em condições semelhantes entre todos os indicadores, foram elaboradas as seguintes definições iniciais no módulo de testes da estratégia, o *Strategy Tester*.

#### **Escala temporal (*timeframe*)**

Para o desenvolvimento do algoritmo teve-se em consideração o tipo de negociação pretendido, neste caso, ao fim do dia, ficando selecionada a escala temporal diária (*timeframe = daily*). Ou seja, numa perspetiva do código, os cálculos e a execução interna das ordens de compra ou venda serão realizadas após o fecho das velas de cada dia e após ter sido iniciada uma vela mais recente.

#### **Tipo de modelação utilizada**

Apesar da negociação ser realizada com base no fecho das velas diárias, o módulo de gestão de risco-recompensa mais à frente implementado irá trabalhar com cotação intradiária, pelo que, se optou pelo método “Todos os *Ticks*” para garantir que as ordens pendentes, *Stop Loss*, *Trailing Stop* e *Take Profit* sejam executadas o mais corretamente possível e com resultados fiáveis.

### **Spread utilizado**

Com o intuito de tornar os testes ainda mais fiáveis, selecionou-se a opção de realizar os ensaios utilizando o *spread* atual da plataforma onde, a título de exemplo, na Axitrader, é 1,5 *pips* para o par EUR/USD, segundo dados referentes à média entre as sessões de 1 e 30 de Setembro de 2016. [42]

### **Saldo da conta de negociação e lotes mínimos**

O valor inicial do depósito com que foram iniciadas todas as otimizações e testes é de 5.000€, podendo ser admitidas posições longas ou curtas.

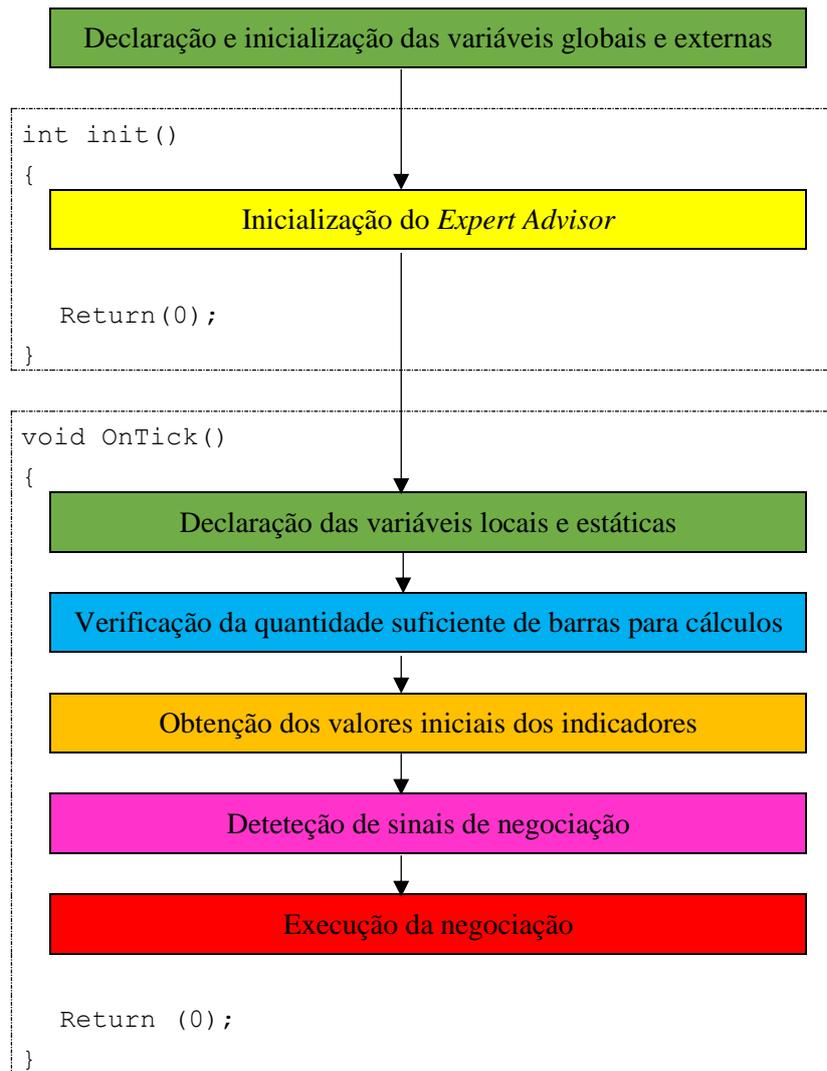
No caso da otimização dos indicadores das médias móveis e indicadores estocásticos, o tamanho mínimo do lote a comprar ou vender será de 0.1 lotes. Para o caso do ensaio do algoritmo que utiliza o *Hanging Man*, o enforcado, e o *Inverted Hammer*, o martelo invertido, a posição do lote será em função da amplitude da vela da sessão em que surge o padrão e do capital de risco definido.

No caso de mercado cambial, a unidade de compra é o lote sendo o valor do lote padrão de 100.000 unidades da moeda base mas também existem os “minilotes” com 10.000 unidades e os “microlotes” com 1.000 unidades. Isto significa que o valor por *pip* corresponde a:

- 0,1 unidades da moeda de cotação do par, no caso do “microlote”;
- 1 unidade da moeda de cotação do par, no caso do “minilote”;
- 10 unidades da moeda de cotação do par, no caso do lote;

## **7.4. ESTRUTURA E PSEUDO CÓDIGO DOS *EXPERT ADVISORS***

No sentido de uniformizar os procedimentos do código, para o desenvolvimento dos *Expert Advisors* foi criada uma estrutura semelhante na programação, fosse qual fosse a complexidade do algoritmo ou dos indicadores utilizados. Para tal, a estrutura de cada um dos EA's possui a seguinte forma:



#### 7.4.1. PSEUDO-CÓDIGO DO ALGORITMO

Definida a estrutura do algoritmo, para cada um dos blocos mencionados foram realizados trechos de código cujas principais funcionalidades serão abaixo descritas:

##### **Inicialização do *Expert Advisor***

Na fase de inicialização, para além das variáveis, dos indicadores e das componentes gráficas da plataforma foi desenvolvido um pequeno trecho de código que permite ao algoritmo ser executado simultaneamente em vários pares de câmbio, criando-se identificadores individuais dinâmicos para cada par. Ou seja, definindo-se um identificador individual para um EA, denominado de “número mágico” na linguagem MQL4, este vai sendo alterado dinamicamente em função do par onde está a ser executado ou da escala temporal.

```

Inicialização()
{
...
  Se (ParDeCâmbio == "EURUSD") então
    N°mágico = N°mágico + 1 + Escala Temporal definida;
  Senão se (ParDeCâmbio == "USDJPY") então
    N°mágico = N°mágico + 2 + Escala Temporal definida;
  Senão se (ParDeCâmbio == "GBPUSD") então
    N°mágico = N°mágico + 3 + Escala Temporal definida;
  Senão escreve "Algoritmo não preparado para o par
escolhido"
...
}

```

Deste modo, garante-se que o mesmo algoritmo possa ser executado para diferentes pares de câmbio ou para os mesmos pares de câmbio mas com escalas temporais diferentes, dependendo da estratégia de negociação aplicada. Os EA's desenvolvidos apenas ficaram preparados para os pares EUR/USD, USD/JPY e GBP/USD.

### **Detetar sinais de negociação**

Dependendo dos algoritmos ensaiados, este bloco de código tem como função identificar os sinais de negociação e “despoletar” a ordem de compra ou de venda, podendo ser os cruzamentos das médias móveis, o indicador estocástico, o padrão *Hanging Man* e *Inverted Hammer* ou mesmo o fractal:

Exemplo do pseudo-código para o EA do *Hanging Man* e *Inverted Hammer*:

```

Função DeteçãoEventos()
{
  Se (DetetaPinbar == 1 & TendênciaAscendente == 1 & N°
posições no mercado == 0) então
    Chama Função "CalculaLotes";
    Chama função "CompraPosiçãoLonga";
    Cria objeto no gráfico para assinalar compra;

  Se (DetetaPinbar == 1 & TendênciaDescendente == 1 &
N° posições no mercado == 0) então
    Chama Função "CalculaLotes";
    Chama função "CompraPosiçãoCurta";
    Cria objeto no gráfico para assinalar compra;
}

```

Onde a função “CalculaLotes” efetua o cálculo da posição a ser adquirida no mercado em função do capital existente. Enquanto que nos ensaios realizados para as médias móveis e para o oscilador estocástico o lote a adquirir era sempre fixo, lote = 0,1, no algoritmo

utilizando os padrões *Hanging Man* e *Inverted Hammer* o tamanho do lote foi definido em função da amplitude da vela, em *pips*, e do valor de risco de capital definido pelo negociador.

Assim, para este caso, foi elaborado o seguinte algoritmo:

```
Função CalculaLots (Amplitudevela, GestãoRisco)
{
  Amplitude = Abs (Máximo - Mínimo) * TamanhoDoLote
  CapitalRisco = SaldoDisponívelConta * GestãoRisco(%);
  CotaçãoEURUSD = InformaçãoMercado ("EURUSD", Valor
  Tick);

  Lote = (CapitalRisco / AmplitudeVela);

  Se (Lote < LoteMínimoPermitido) então
    Lote = LoteMínimoPermitido;
}
```

Como os vários pares são negociados nas diferentes moedas, e estando a conta de negociação em euros, o intuito é que a posição a adquirir seja sempre em função da moeda da conta e não em *pips*, como é normal entre os investidores.

Para o comum utilizador, é de melhor compreensão a determinação de risco ou recompensa em moeda, seja euros ou dólares, do que em *pips* pois para cada par trata-se de um valor relativo à cotação.

Por último, para o caso do *Expert Advisor* com a deteção de fractais de compra e venda, foi desenvolvido um algoritmo que analisa sempre as últimas cinco barras diárias e que compara a barra do meio com as restantes à procura de um máximo superior ou um mínimo inferior. Só após a abertura da sexta barra é que é confirmada a existência de fractal de compra ou de venda e a executada a gestão de risco/recompensa e as ordens de mercado. Neste *Expert Advisor* surgiu mais uma melhoria que foi a possibilidade de acumular posições abertas no sentido da tendência, tentando-se maximizar a rendibilidade. Assim, o pseudo-código da deteção de fractais de comprasinais de negociação do algoritmo é:

```
Função DeteçãoDeFractais ()
{
  Para (i=1 até N° barras não verificadas + 2)
  {
    FractalVenda = IndicadorFractal (Modo Lower);
    Se FractalVenda != NULO então
      Incrementa ContadorFractaisVenda;
      Memoriza N° da Vela do FractalVenda;
  }
}
```

```

        FractalVendaFound = Verdadeiro;
        Escreve "Fractal de venda na vela com a data X";
    }
}

Função ConfirmaçãoDeFractais()
{
    Se (FractalVendaFound e N°Barras >= IndexFractaisVenda
    + 2;
    Compara os mínimos das últimas 5 barras;
    Se (Mínimo Barra[3] < restantes barras) então
        Decrementa ContadorFractaisVenda;
        FractalVendaFound = falso;
        Escreve "Fractal Venda Confirmado"

    //Gestão de Risco/Recompensa
    Se (OrdemCurtaPendente = 1 e PreçoFecho < MME
    Longa OU PosiçãoCurtaAberta = 1) então
        Calcula ValorStopLoss, PreçoAbertura e
        ValorTakeProfit;
        Modifica CotaçãoCompra, SL e TProfit da ordem
        curta pendente; ou
        Modifica SL e TP da posição aberta;

    Se PosiçãoLongaAberta = 1 então
        Modifica SL da PosiçãoLongaAberta;
    //Nova ordem
    Se PosiçãoLongaAberta = 0 e PosiçãoCurtaAberta = 0
    então
        Calcula ValorStopLoss, CotaçãoCompra e
        ValorTakeProfit para futura ordem curta pendente;
        Envia ordem pendente SellOnStop

    Senão
        Decrementa ContadorFractaisVenda;
        FractalVendaFound = falso;
        Escreve "Fractal Venda Falso"
}

```

### Execução da negociação

Definida a posição a adquirir, será necessário efetuar a ordem de compra ao mercado mas antes do envio de uma ordem de abertura, modificação ou fecho ser executada corretamente terão que ser verificados alguns requisitos, nomeadamente os parâmetros de “*StopLevel*” e “*Freeze Level*” do mercado.

Para o exemplo de uma ordem de compra de uma posição longa foi desenvolvida a seguinte função:

```

Função CompraPosiçãoLonga()
{
    ValorStopLoss = Cotação Ask - AmplitudeVela(pips);
    ValorTakeProfit = Cotação Ask + 2*AmplitudeVela (pips);
}

```

```

Se (FuncaoRequisitosCompra == 1) então
    TicketCompra = OrdemDeMercado (ParCâmbio, TipodeOrdem,
    Lotes, CotaçãoCompra, ValorStopLoss, ValorTakeProfit);

Se (TicketCompra <0) então
    Escreve "Ordem de mercado falhada: n° erro";
Senão
    Seleciona dados da ordem aberta;
    ValorTrailingStop = PreçoAberturaDaOrdem;
    PosiçãoLongaAberta = verdadeiro;
    PosiçãoCurtaAberta = falso;
Senão Escreve "Requisitos de Compra do mercado não
preenchidos"

Escreve "Ordem bem sucedida: ticket, PreçoAberturaDaOrdem,
ValorStopLoss, ValorTakeProfit";
}

```

O *StopLevel* visa garantir uma distância mínima em *pips* entre a cotação da ordem que se pretende efetuar e a cotação de mercado, onde também as ordens pendentes de mercado para alteração do *Stop Loss* e *Take Profit* não serão realizadas se não cumprirem os requisitos. Ainda relativamente às ordens pendentes, acresce a condicionante de que poderão não ser modificadas se não preencherem os requisitos do *FreezeLevel*.

```

Função RequisitosCompra ()
{
    MarketStopLevel = InformaçãoMercado (ParCâmbio);
    MarketFreezeLevel = InformaçãoMercado (ParCâmbio);

    Se MarketStopLevel > 0.0
        Se TipoOrdem == OP_BUYSTOP então
            Verifica MarketStopLevel entre CotaçãoCompra e Ask;
            Verifica MarketStopLevel entre ValorStopLoss e
            CotaçãoCompra;
            Verifica MarketStopLevel entre ValorTakeProfit e
            CotaçãoCompra;
            Verifica MarketFreezeLevel entre CotaçãoCompra e Ask;

        Senão se TipoOrdem == OP_SELLSTOP então
            Verifica MarketStopLevel entre Bid e CotaçãoCompra;
            Verifica MarketStopLevel entre ValorStopLoss e
            CotaçãoCompra;
            Verifica MarketStopLevel entre CotaçãoCompra e
            ValorTakeProfit;
            Verifica MarketFreezeLevel entre Bid e CotaçãoCompra;

        Senão se TipoOrdem == OP_BUYLIMIT então
            Verifica MarketStopLevel entre Ask e CotaçãoCompra;
            Verifica MarketStopLevel entre CotaçãoCompra e
            ValorStopLoss;
            Verifica MarketStopLevel entre ValorTakeProfit e
            CotaçãoCompra;
}

```

```

    Verifica MarketFreezeLevel entre Ask e CotaçãoCompra;

Senão se TipoOrdem == OP_SELLLIMIT então
    Verifica MarketStopLevel entre Bid e CotaçãoCompra;
    Verifica MarketStopLevel entre ValorStopLoss e
    cotaçãoCompra;
    Verifica MarketStopLevel entre CotaçãoCompra e
    ValorTakeProfit;
    Verifica MarketFreezeLevel entre CotaçãoCompra e Bid;

Senão se TipoOrdem == OP_SELL então
    Verifica MarketStopLevel entre ValorStopLoss e Ask;
    Verifica MarketStopLevel entre Ask e ValorTakeProfit;
    Verifica MarketFreezeLevel entre ValorStopLoss e Ask;
    Verifica MarketFreezeLevel entre Ask e ValorTakeProfit;

Senão se TipoOrdem == OP_BUY então
    Verifica MarketStopLevel entre Bid e ValorStopLoss;
    Verifica MarketStopLevel entre ValorTakeProfit e Bid;
    Verifica MarketFreezeLevel entre Bid e ValorStopLoss;
    Verifica MarketFreezeLevel entre ValorTakeProfit e Bid;

Senão Escreve "ERRO: #Tipo de Ordem não programada";
}

```

## 7.5. OTIMIZAÇÃO E ENSAIO DO *EXPERT ADVISOR* – MÉDIAS MÓVEIS

Para o indicador das médias móveis foram definidos quatro métodos possíveis para a negociação, na perspectiva de entender qual o que melhor se adapta ao par selecionado, estando definidas as seguintes regras para a compra e venda de ativos para cada um dos métodos:

1. **Cruzamento do preço de fecho com uma média:** Quando o preço de fecho da sessão cruzar ascendentemente uma média móvel, é dada ordem de entrada em longos. Quando o preço de fecho da sessão cruzar descendentemente uma média móvel, é dada ordem de entrada em curtos.

Se (Preço de Fecho[2] < MME Lenta[2] e Preço de Fecho[1] > MME Lenta[1])	Compra posição longa
Se (Preço de Fecho[2] > MME Lenta[2] e Preço de Fecho[1] < MME Lenta[1])	Compra posição curta

Onde MME significa Média Móvel Exponencial, Preço de Fecho[1] indica a última cotação da vela japonesa fechada mais recente e Preço de Fecho[2] indica a última cotação da 2<sup>a</sup> vela mais recente.

2. **Cruzamento de duas médias:** Utilizando uma média rápida e uma média mais lenta, quando a média rápida cruzar ascendentemente a média mais lenta, é dada ordem de entrada em longos. Por sua vez, quando a média rápida cruza descendentemente a média mais lenta é dada uma ordem de entrada em curtos.

Se (MME Rápida[2] < MME Lenta[2] e MME Rápida[1] > MME Lenta[1])	Compra posição longa
Se (MME Rápida[2] > MME Lenta[2] e MME Rápida[1] < MME Lenta[1])	Compra posição curta

3. **Cruzamento do preço de fecho com uma média e confirmação de tendência:** Quando o preço de fecho da sessão cruzar ascendentemente uma média móvel, e existir uma tendência ascendente, é dada ordem de entrada em posição longa. Quando o preço de fecho da sessão cruzar descendentemente uma média móvel, e esta tiver uma tendência descendente, é dada ordem de entrada em posição curta.

Se (Preço de Fecho[2] < MME Lenta[2] e Preço de Fecho[1] > MME Lenta[1] e MME Rápida[1] > MME Lenta[1])	Compra posição longa
Se (Preço de Fecho[2] > MME Lenta[2] e Preço de Fecho[1] < MME Lenta[1] e MME Rápida[1] < MME Lenta[1])	Compra posição curta

4. **Ordem de três médias móveis:** Utilizando três médias móveis, uma rápida, uma média lenta e uma muito lenta, quando a média rápida for maior que a média lenta, e a média lenta for maior que a média muito lenta então será dada uma ordem de entrada em longos; se a média rápida for inferior à média lenta, e esta inferior à média muito lenta, então será dada uma ordem de aquisição de uma posição curta.

Se (MME Rápida[1] > MME Lenta[1] e MME Lenta[1] > MME Muito Lenta[1])	Compra posição longa
Se (MME Rápida[1] < MME Lenta[1] e MME Lenta[1] < MME Muito Lenta[1])	Compra posição curta

No caso do EA das médias móveis foram definidas as seguintes variáveis de otimização:

Tabela 6: Tabela de variáveis a otimizar no EA das médias móveis

Variáveis	Gama de valores	Descritivo
EMA_sPeriod	2...15	Média móvel exponencial rápida
EMA_lPeriod	16...37	Média móvel exponencial lenta
EMA_vlPeriod	38...65	Média móvel exponencial muito lenta

Conforme o procedimento anunciado atrás, para cada um dos métodos e para cada um dos períodos de treino definidos na figura 67, da página 89, foram otimizadas as variáveis da tabela 6.

Após a otimização de todos os períodos, e analisados os resultados de lucro e de máximo abaixamento, efetuou-se a escolha das variáveis que fossem semelhantes no maior número de períodos, de modo a garantir, se possível, a uniformidade das médias.

Dos quatro métodos apresentados, os que demonstraram mais eficiência na obtenção de lucro com o menor abaixamento de capital foram os métodos 2 e 4, sendo que o método 2, utilizando o cruzamento das duas médias, não só apresentou as médias mais uniformes para os diferentes períodos de otimização como também apresentou resultados melhores e mais estáveis nos períodos de teste.

A título de exemplo, a figura 68 ilustra os vários resultados de cada simulação para as variáveis otimizadas, assinaladas com o ponto azul, e qual o lucro resultante nesse período se fossem aplicadas essas variáveis.

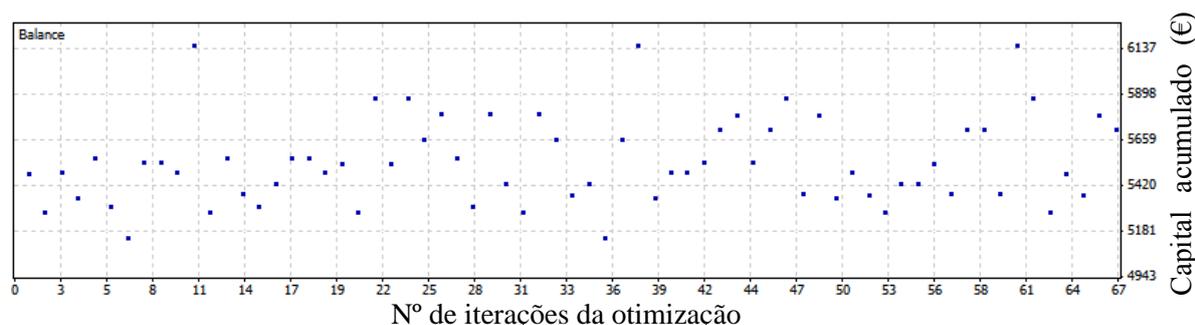


Figura 68: Exemplo gráfico da otimização das variáveis para o período entre 2010 e 2012

No entanto, os valores escolhidos para as médias não foram apenas para o período de treino em causa mas sim para ser uniforme em todos os períodos de treino, para que, independentemente do período, o resultado fosse o mais positivo possível utilizando as mesmas médias móveis.

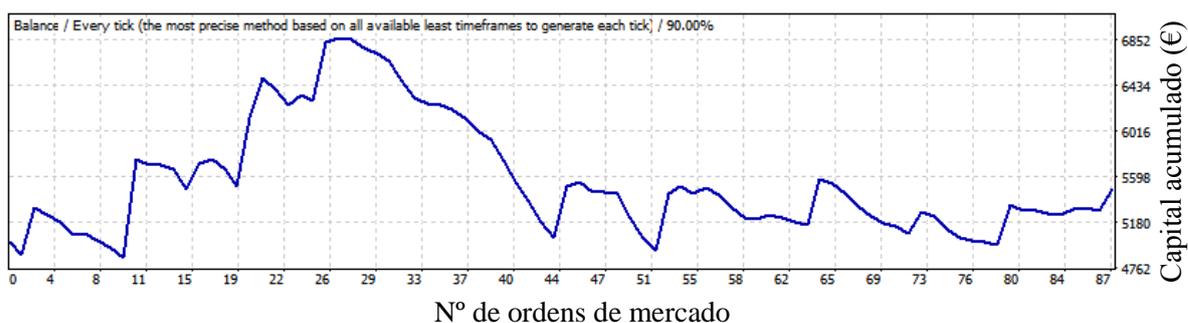


Figura 69: Evolução do capital acumulado no período de treinos entre 2010 e 2012

Analisando a figura anterior, é bem visível que a ausência da gestão de risco/recompensa (R:R) faz com que o EA tenha bastantes oscilações de capital mas, principalmente, um abaixamento de capital significativo após ter atingido o pico de 6.852€, entre a 25ª e a 29ª ordem de compra. Porém, o facto de ter atingido este pico e de ter revelado potenciais lucros brutos elevados também demonstra que o método tem potencial para gerar rendibilidades superiores quando dotado de gestão do risco/recompensa.

Para uma análise mais detalhada, os valores da otimização do método 2 constam na tabela 10 do Anexo A, apresentado no fim do documento. Por sua vez, os resultados das rendibilidades para cada uma das séries de treino e testes estão na tabela 11 do Anexo A.

Tabela 7: Resultados dos testes utilizando apenas cruzamento de médias móveis exponenciais

Valores das variáveis otimizadas	EMA_sPeriod=2 EMA_lPeriod=32					
	1	2	3	4	5	6
Período de testes						
Lucro Líquido	12,4%	8,8%	<b>-18,8%</b>	5,4%	10,2%	1,5%
Lucro Bruto	85,6%	86,5%	61,4%	43,3%	41,1%	56,9%
Perda Bruta	-73,2%	-77,7%	-80,2%	-37,9%	-30,8%	-55,4%
Abaixam. Máximo (%)	35,1%	31,9%	39,6%	17,5%	13,4%	27,9%
Abaixam. Absoluto (%)	23,3%	3,5%	30,1%	10,6%	6,0%	9,4%
Nº Ordens mercado	57	52	66	55	51	62

Conforme se pode verificar na tabela 7, sem a utilização de métodos de gestão do risco/recompensa, apenas no 3º teste existe uma forte perda e um abaixamento absoluto significativo de capital. Já o abaixamento máximo é elevado mas, ainda assim, típico para sistemas de negociação sem qualquer método de proteção de capital.

Efetuando-se agora um teste global no período de 01-01-2006 a 31-12-2015, para validar as configurações escolhidas das variáveis otimizadas, o resultado da utilização do método do cruzamento das médias é positivo, com um lucro de 4.092,99€, e um abaixamento máximo de 30%, muito aceitável tendo em conta que não se realizou qualquer gestão de risco/recompensa. Os dados do ensaio da estratégia para este teste anterior refletem-se no relatório da modelação abaixo indicado:

Bars in test	3931	Ticks modelled	105921138	Modelling quality	90.00%
Mismatched charts errors	0				
Initial deposit	5000.00			Spread	Current (13)
Total net profit	4092.99	Gross profit	19199.41	Gross loss	-15106.42
Profit factor	1.27	Expected payoff	20.99		
Absolute drawdown	1088.94	Maximal drawdown	3077.58 (30.25%)	Relative drawdown	30.25% (3077.58)
Total trades	195	Short positions (won %)	97 (21.65%)	Long positions (won %)	98 (29.59%)
		Profit trades (% of total)	50 (25.64%)	Loss trades (% of total)	145 (74.36%)
	Largest	profit trade	1382.86	loss trade	-370.02
	Average	profit trade	383.99	loss trade	-104.18

Figura 70: Resultados da modelação do método do cruzamento das médias

Analisando-se o gráfico da figura 71, verifica-se uma evolução ascendente do capital com oscilações de capital, típica dos cruzamentos de médias, onde apesar de em certos períodos a evolução ser negativa, o ensaio terminou com uma rentabilidade de 81,85%. Para além do potencial deste método, com 19.199,41€ de lucro bruto e -15.106,42€ de perdas brutas, os valores mais interessantes deste ensaio talvez sejam os ganhos e perdas médias por ordem de mercado: 383,99€ de lucro por cada ordem bem sucedida e -104,18€ por cada ordem com perdas.

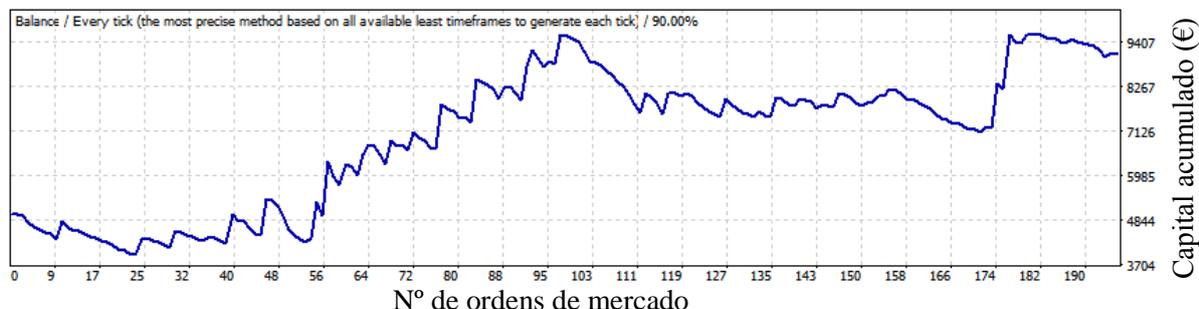


Figura 71: Evolução do capital entre o período de 01-01-2006 e 31-12-2015

Interessa ressaltar que estes valores são resultantes da simulação baseada em histórico fornecido pela plataforma Metaquotes e que, acima de tudo, rendibilidades passadas não significam rendibilidades futuras.

## 7.6. OTIMIZAÇÃO E ENSAIO DO *EXPERT ADVISOR* – OSCILADOR ESTOCÁSTICO E MÉDIAS MÓVEIS

No caso da introdução do oscilador estocástico, foram definidos dois métodos para a sua aplicação em negociação, estando definidas as seguintes regras para a compra e venda:

### 1. Preço de fecho maior ou menor que MME lenta com confirmação do Estocástico

**%D e confirmação de tendência:** Quando o preço da sessão fechar acima da média lenta, o estocástico estiver abaixo de 20.0% e a média rápida for maior que a média lenta é dada uma ordem de compra para uma posição longa. No sentido inverso, se o preço da sessão fechar abaixo da média lenta, o estocástico estiver acima de 80.0% e a média rápida for menor que a média lenta é dada uma ordem de compra para uma posição curta.

Se (Preço de Fecho[1] > MME Lenta[1] e Estocástico %D < 20.0 e MME Rápida[1] > MME Lenta[1])	Compra posição longa
Se (Preço de Fecho[1] < MME Lenta[1] e Estocástico %D > 80.0 e MME Rápida[1] < MME Lenta[1])	Compra posição curta

### 2. Preço de fecho maior ou menor que MME lenta com cruzamento do Estocástico D

**com %D<sub>SLow</sub> e confirmação da tendência:** Se o preço da sessão fechar acima da média lenta, o estocástico rápido cruzar no sentido ascendente o estocástico lento e a média rápida for maior que a média lenta é dada uma ordem de compra para uma posição longa. Se o preço da sessão fechar abaixo da média lenta, o estocástico rápido cruzar no sentido descendente o estocástico lento e a média rápida for menor que a média lenta é dada uma ordem de compra para uma posição curta.

Se (Preço de Fecho[1] > MME Longa e Estoc. %D[2] < Estoc. %D <sub>SLow</sub> [2] e Estoc. %D[1] > Estoc. %D <sub>SLow</sub> [1] e MME Rápida > MME Lenta)	Compra posição longa
Se (Preço de Fecho[1] < MME Longa e Estoc. %D[2] > Estoc. %D <sub>SLow</sub> [2] e Estoc. %D[1] < Estoc. %D <sub>SLow</sub> [1] e MME Rápida < MME Lenta)	Compra posição curta

À semelhança do procedimento realizado para as médias, foram otimizadas as seguintes variáveis:

Tabela 8: Tabela de variáveis a otimizar no EA do oscilador estocástico

Variáveis	Gama de valores	Descritivo
KPeriod	3...10	Periodo da linha %K
DPeriod	1...7	Periodo da linha %D
Slowing	1...6	Valor de alisamento
EMA_sPeriod	3...12	Média móvel exponencial curta
EMA_lPeriod	10...30	Média móvel exponencial longa

Ao contrário das médias, os ensaios dos métodos estocásticos foram mais indefinidos na determinação das variáveis verificando-se na fase de otimização que não existe uma configuração única para as variáveis, surgindo em evidência duas hipóteses de otimizações diferentes e que na prática resultam numa divisão dos períodos de ensaios em dois grupos:

- Os períodos 1, 2 e 3, respetivamente para 2006-2008, 2007-2009, 2008-2010, revelaram que a combinação de variáveis mais uniforme entre eles era a configuração: KPeriod=8, DPeriod=4, Slowing=6, EMA\_sPeriod=12 e EMA\_lPeriod=28.
- Por sua vez, para os períodos 4, 5 e 6, respetivamente para 2009-2011, 2010-2012 e 2011-2013, revelaram valores diferentes: KPeriod=3, DPeriod=1, Slowing=2, EMA\_sPeriod=3 e EMA\_lPeriod=10.

Esta impossibilidade de manter os mesmos valores para as variáveis poderá significar a existência de maior volatilidade no mercado, obrigando o otimizador a diminuir os períodos das médias, tornando-as mais rápidas na resposta às flutuações do mercado, assim como também o estocástico ficou com períodos menores e um fator de alisamento menor.

Para diminuir o “ruído” do mercado e aumentar a fiabilidade do estocástico, foi aplicada a correspondência das tendências das médias móveis e o cruzamento do preço com uma MME lenta mas talvez seja necessário adicionar futuramente um indicador de volatilidade, para que o algoritmo se possa adaptar às condições do mercado alternando de forma automática os períodos das médias móveis e do oscilador.

Por exemplo, quando a volatilidade for superior a um determinado valor o EA pode utilizar MME mais rápida ou simplesmente nem executar nenhuma ordem. No fundo, é tentar arranjar um mecanismo de adaptação ao mercado.

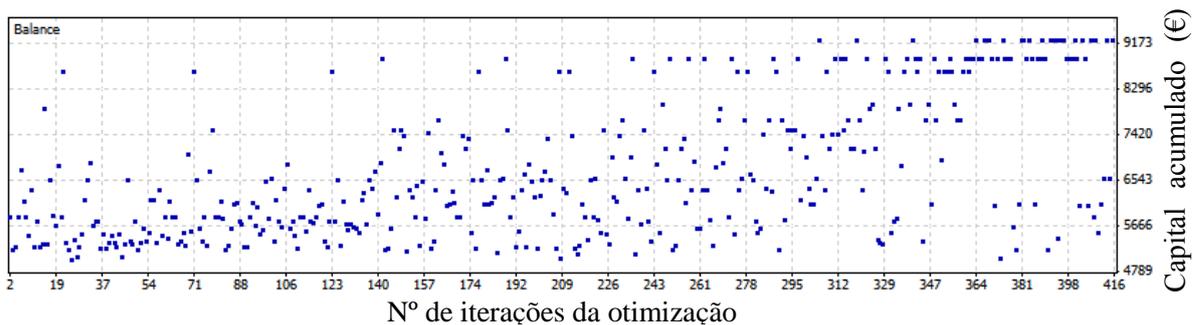


Figura 72: Exemplo gráfico da otimização das variáveis para o período entre 2010 e 2012

Na figura 72 é visível a otimização gradual das variáveis no período selecionado, verificando-se que, à medida que são otimizadas, o valor do capital vai aumentando, mas após colocarmos essas variáveis no teste seguinte, o resultado foi diferente e por vezes negativo.

Dos dois métodos apresentados anteriormente, o que demonstrou mais regularidade, embora com valores negativos, foi o método 2, com o cruzamento dos osciladores estocásticos rápido e lento. Mas apesar de na otimização terem sido geradas as duas hipóteses de variáveis para cada um dos grupos de períodos, o resultado desses testes mostrou que as variáveis de otimização da 2ª configuração não funcionaram nem geraram qualquer ordem de mercado.

Perante os resultados obtidos e as indefinições apresentadas, optou-se por aplicar a 1ª configuração a todos os períodos de otimização e teste. Assim, conforme se pode verificar na tabela 9, sem a utilização de métodos de gestão do risco/recompensa existem 3 períodos de testes com resultados negativos. Já o abaixamento máximo de capital rondou os 30%, semelhante aos valores anteriores e típicos para sistemas de negociação sem qualquer método de proteção de capital. Por último, os potenciais do lucro e perda bruta são menores, quando comparados com as médias móveis, mas o aproveitamento destes não é realizado da melhor maneira pelo algoritmo.

Tabela 9: Resultados dos testes utilizando o indicador estocástico

Valores das variáveis otimizadas	KPeriod=8 DPeriod=4 Slowing=6 EMA_sPeriod=12 EMA_lPeriod=28					
	1	2	3	4	5	6
Período de testes						
Lucro Líquido	26,2%	<b>-9,9%</b>	<b>-11,4%</b>	<b>-11,7%</b>	0,6%	13,8%
Lucro Bruto	67,2%	43,7%	36,7%	27,5%	29,4%	53,1%
Perda Bruta	-41,0%	-53,5%	-48,1%	-39,1%	-28,8%	-39,4%
Abaixam. Máximo (%)	21,7%	37,7%	35,6%	23,8%	28,2%	27,6%
Abaixam. Absoluto (%)	8,1%	21,4%	24,5%	19,8%	23,0%	10,3
Nº Ordens mercado	24	22	37	35	29	28

Efetuada o mesmo teste no período de 01-01-2006 a 31-12-2015, para validar os valores das variáveis da 1ª configuração sem qualquer gestão de risco recompensa, o resultado do método do cruzamento dos estocásticos lento e rápido resulta em perdas a rondar os 20% para o mesmo período, equivalente a um valor de -1.090,50€ e com um problema adicional de cerca de 60% de abaixamento máximo de capital. O lucro médio por ordem de mercado bem-sucedida foi de cerca de 215€ mas a perda foi superior, com 257,43€ por ordem com perda. Os dados positivos deste ensaio são os potenciais de lucro e perdas bastante elevados e até superiores aos das médias, de nada servem se não forem efetivados. Os restantes resultados do ensaio da estratégia para as séries de dados do teste anterior refletem-se no relatório da modelação indicado na figura 71.

Bars in test	3931	Ticks modelled	105921138	Modelling quality	90.00%
Mismatched charts errors	0				
Initial deposit	5000.00			Spread	Current (15)
Total net profit	-1090.50	Gross profit	19761.72	Gross loss	-20852.22
Profit factor	0.95	Expected payoff	-6.30		
Absolute drawdown	1688.98	Maximal drawdown	4816.87 (59.26%)	Relative drawdown	59.26% (4816.87)
Total trades	173	Short positions (won %)	85 (51.76%)	Long positions (won %)	88 (54.55%)
		Profit trades (% of total)	92 (53.18%)	Loss trades (% of total)	81 (46.82%)
	Largest	profit trade	1657.76	loss trade	-1220.14
	Average	profit trade	214.80	loss trade	-257.43

Figura 73: Resultados da modelação do método recorrendo ao cruzamento dos estocásticos rápido e lento

Analisando-se o gráfico da evolução do capital, verifica-se uma oscilação excessiva e com períodos de fortes perdas e a terminar com saldo negativo.

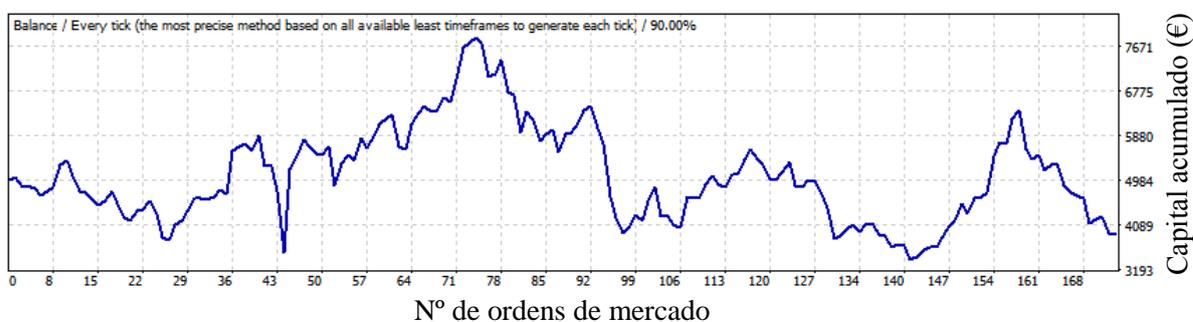


Figura 74: Evolução do capital entre o período de 01-01-2006 e 31-12-2015

Neste caso, será necessário equacionar a utilização deste método, pelo menos, nos moldes apresentados. Os valores das otimizações e teste são apresentados nas tabelas 12 e 13, do Anexo B.

### 7.7. OTIMIZAÇÃO E ENSAIO DO *EXPERT ADVISOR* - PADRÃO *HANGING MAN* E *INVERTED HAMMER*, OSCILADOR ESTOCÁSTICO E MÉDIAS MÓVEIS

Para a última versão do *Expert Advisor* deste trabalho, recorrendo aos padrões *Hanging Man* e *Inverted Hammer*, também conhecidos como *pinbars*, foi necessário definir os parâmetros da vela para permitir a sua deteção no algoritmo, tendo-se decidido que a configuração de uma *pinbar* será:

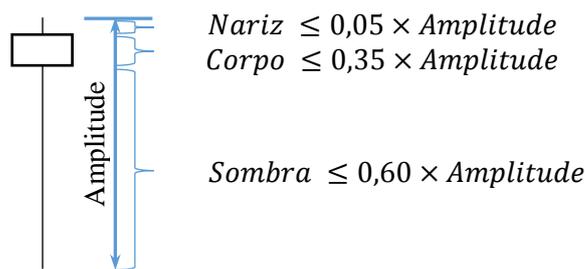


Figura 75: Definição do padrão *Hanging Man* e do *Inverted Hammer* (tendência ascendente)

Deste modo, analisando a forma individual de cada vela, garante-se a detecção das *pinbars* cujo corpo da vela fica sempre nos 40% superiores da amplitude da vela, no caso de uma tendência ascendente, ou nos 40% inferiores, no caso de uma tendência descendente.

Ao contrário da estratégia de negociação *buy-and-hold* aplicada anteriormente, onde a posição de mercado era mantida durante a existência da tendência, para neste caso foi definido um estilo de negociação de curto prazo, muito ao género no estilo de negociação *price action*, que utiliza os indicadores anteriores para ajudar a aumentar a probabilidade de sucesso. Trata-se de uma mudança clara no estilo de negociação, mas que pretende diminuir o tempo de exposição do mercado e evitar ordens de compra em momentos de incerteza do mercado, onde as médias móveis tendem a fornecer falsos sinais de negociação.

- 1. Fecho de vela com padrão *Hanging Man*, em tendência positiva, ou *Inverted Hammer*, em tendência negativa com confirmação de médias e estocástico:** Quando uma vela fechar com o formato de um padrão *Hanging Man*, a média muito lenta for menor que a média lenta e o estocástico menor que um determinado valor, abaixo da margem de sobrecomprado, é gerada uma ordem de compra de uma posição longa. Por sua vez, quando uma vela fechar com o formato de um padrão *Inverted Hammer*, a média muito lenta for maior que a média lenta e o estocástico maior que um determinado valor, acima da margem de sobrevendido, é gerada uma ordem de compra de uma posição curta.

Se (Vela anterior = <i>Hanging Man</i> e MME Muito Lenta < MME Lenta e Estocástico %D < Valor Alto)	Compra posição longa
Se (Vela anterior = <i>Inverted Hammer</i> e MME Muito Lenta > MME Lenta e Estocástico %D > Valor Baixo)	Compra posição curta

Além disto, ao contrário dos indicadores anteriores, neste algoritmo foi implementada a gestão de risco/recompensa (R/R), pelo facto de se tratar de um método diferente dos anteriores e que terá maior fiabilidade se for negociado em linha com a tendência correspondido com níveis horizontais de suporte e resistência. O objetivo é a aquisição de uma posição no mercado, em linha com a tendência, após correção do mercado em curto prazo.

### **Gestão Risco/Recompensa (R:R) e tamanho do lote**

Para o caso do *Hanging Man* e do *Inverted Hammer*, foi definida uma gestão de risco/recompensa em função do capital disponível na conta de negociação e da amplitude da vela, em *pips*, onde o tamanho da vela seria equivalente ao capital de risco, que corresponde a uma percentagem do capital disponível na conta. O objetivo desta medida é definir as perdas e lucros máximos possíveis aquando da deteção do sinal de negociação e gerir o risco. Para evitar alavancagem excessiva, optou-se no algoritmo por definir o capital de risco em função da margem disponível da conta “*balance*” e não pelo valor acumulado “*equity*”, pois este incorpora lucros ou perdas de posições de mercado que ainda não estão fechadas. Assim, o valor de *Stop Loss* é definido da seguinte maneira:

$$\text{ValorStopLoss (pips)} = \text{Amplitude Vela (pips)} \times \text{N}^{\circ} \text{ unidadesPorLote}$$

$$\text{CapitalDeRisco(€)} = \frac{\text{Margem livre da conta} \times \text{Perc. gestão de risco}}{100.0}$$

Neste caso, a relação risco/recompensa definida foi de 1 para 2, uma unidade de *Stop Loss* para duas de *Take Profit*, onde a percentagem da gestão de risco é um valor definido pelo utilizador. Ou seja, no cenário ensaiado, o risco assumido foi de 2% do capital existente na conta e o lucro de 4%. No entanto, dependendo do tamanho da vela e do lote mínimo a adquirir este valor poderá não ser assegurado se o capital da conta for baixo ou o valor do capital de risco estiver entre a resolução mínima dos lotes. Neste caso, será adquirido o lote mais próximo.

- Tamanho do lote a adquirir

$$\text{TamanhoDoLote} = \frac{\text{CapitalDeRisco(€)}}{\text{ValorStopLoss (pips)}}$$

Para o par de câmbio EUR/USD, o tamanho mínimo do lote é de 0,1 existindo uma resolução de 0,1 lotes.

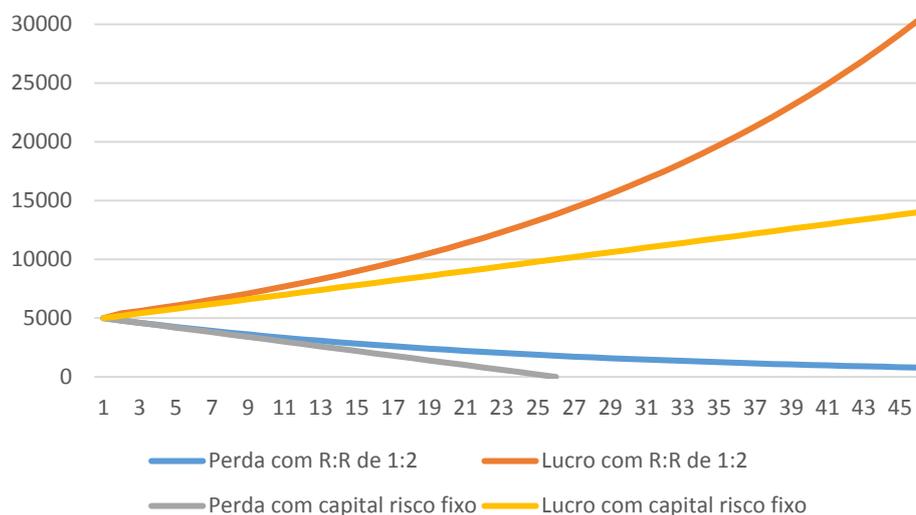


Figura 76: Comparação entre Risco/Recompensa de 1:2 e Capital Risco Fixo

Esta opção de aplicar uma gestão de risco recompensa em função de uma percentagem de capital permite uma dupla funcionalidade: diminuir o risco quando o capital disponível está a decrescer e duplicar o lucro numa situação de subida de capital. Na figura 76, vemos o comparativo entre uma gestão de risco fixa e variável, neste caso 1:2, em que os dados mais evidentes são que no modo de risco fixo, bastam 25 ordens de mercado consecutivas de perda para o capital ficar nulo enquanto que numa gestão de risco com utilização do capital variável são necessárias 95 ordens de perda para restar ainda um capital de 100€. Apesar de ser bastante difícil atingir as 25 ordens de capital seguida de perda é ilustrativo a diferença de métodos. Por outro lado, vemos que ao fim de 45 ordens de mercado, o capital acumulado do risco variável é mais do dobro do acumulado no modo de capital fixo.

### Função *Trailing Stop*

À componente de gestão de risco/recompensa foi adicionada uma funcionalidade de *Trailing Stop*, onde recuperando a definição de risco/recompensa de 1 para 2, uma unidade de *Stop Loss* para duas de *Take Profit*, e à medida que a cotação vai no sentido favorável ao lucro, quando a cotação passar a 1 unidade de *Stop Loss*, o *Trailing Stop* irá mover o valor do *Stop*

*Loss* para o valor de abertura da ordem, fazendo com que a perda máxima seja nula caso o movimento vá no sentido oposto ao inicialmente definido. Ao colocarmos o *Trailing Stop* e uma vez passando o rácio de 1 fazendo mover o valor de *Stop Loss* quando

Voltando ao algoritmo, e à semelhança dos procedimentos anteriores, foram otimizadas as variáveis para cada um dos períodos de otimização definidos na figura 67 da página 89, cujos melhores resultados são apresentados na tabela 17 do Anexo C. Assim, no caso do algoritmo utilizando o *Hanging Man* e do *Inverted Hammer* foram definidas as seguintes variáveis de otimização:

Tabela 10: Tabela de variáveis a otimizar no EA do *Hanging Man* e *Inverted Hammer*

Variáveis	Gama de valores	Descritivo
dPinbarBodyDef	0,1...0,45	Amplitude do corpo da vela
dPinbarTailDef	0,45...0,8	Definição do tamanho sombra vela
dTradeRisk	2,0...4,0	Percentagem de gestão de risco
dPinbarMinimumSize	0,003...0,005	Amplitude mínima da vela <i>pinbar</i>
dPinbarRetrace	0,1...0,3	Percentagem correção da vela
EMA_lPeriod	15...36	Média móvel exponencial longa
EMA_vlPeriod	45...65	Média móvel exponencial muito longa
iStoch_KPeriod	3...7	Período da linha %K
iStoch_DPeriod	3...14	Período da linha %D

Durante a otimização das variáveis nos vários períodos observaram-se resultados bastante interessantes e com perspectivas futuras de melhorias. Por exemplo, para um risco de 2% de capital verificou-se que este método é mais rentável quando as velas *Hanging Man* e *Inverted Hammer* são mais definidas, ou seja, têm um corpo menor e mais aproximado ao *Doji*. Porém, a configuração mais rentável para o período de ensaios estabelecido foi com um risco de 4% de capital mas, neste caso, as velas com um corpo até 40% de amplitude eram as mais indicadas. Situações diferentes mas que apresentaram boa rentabilidade.

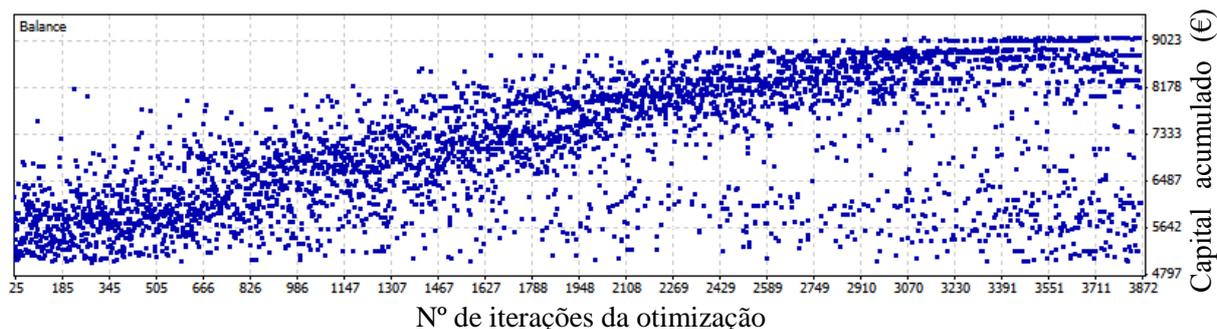


Figura 77: Exemplo gráfico da otimização das variáveis para o período entre 2010 e 2012

A otimização das variáveis para os seis períodos de otimização definidos, escolhendo um risco/recompensa de 2%, resultou na configuração de variáveis apresentada na tabela 11, onde existem algumas considerações a tecer: velas cuja amplitude seja menor que 20 *pips* serão rejeitadas, pela sua irrelevância, e a entrada no mercado será quando a cotação do par corrigir 10% abaixo da amplitude da vela, dando assim folga à margem do *stoploss* e com o mesmo capital de risco.

Tabela 11: Resultados dos testes utilizando o indicador estocástico

Valores das variáveis otimizadas	dPinbarBodyDef=0.1 dPinbarTailDef=0.5 dTradeRisk=2 dPinbarMinimumSize=0.002 dPinbarRetrace=0.1  iEMA_long=15 iEMA_vlong=40  iStoch_KPeriod=5 iStoch_DPeriod=11 dStoch_HighValue=55 dStoch_LowValue=15					
	1	2	3	4	5	6
Período de testes						
Lucro Líquido	<b>-2,3%</b>	35,0%	19,4%	8,0%	16,3%	5,9%
Lucro Bruto	21,3%	45,1%	37,7%	25,6%	32,3%	21,9%
Perda Bruta	-23,6%	-10,1%	-18,3%	-17,6%	-16,0%	-16,0%
Abaixam. Máximo (%)	13,4	6,0	8,9	10,0	9,4	10,6
Abaixam. Absoluto (%)	9,5%	0,5%	3,5%	4,2%	1,7%	1,8%
Nº Ordens mercado	15	29	19	16	15	12

À exceção do primeiro ensaio, que apresentou uma perda ligeira de -2.3%, os restantes ensaios relevaram valores bastante positivos com uma rendibilidade média de 17%, chegando mesmo a um lucro líquido de 35% no segundo teste, o que se traduz num lucro de 1.752,01€ no mesmo período. O abaixamento máximo de capital foi o menor de todos os *Expert Advisors* apresentados neste trabalho, com uma média de 9,7% de abaixamento de capital, resultante da gestão de risco/recompensa. Por sua vez, o número médio de ordens de mercado entre os vários ensaios foi de 18 ordens por teste, sensivelmente 8 ordens por ano. Os valores do lucro e perda bruta são menores que nos ensaios anterior, em função da menor exposição ao mercado mas, contudo, têm melhor aproveitamento que no sistema anterior.

Definida a melhor configuração de variáveis que fosse estável e uniforme durante os períodos de teste, efetuou-se um teste para validar a performance do algoritmo no período global de 01-01-2006 a 31-12-2015 e os resultados foram bastante positivos, conforme se pode verificar na figura 78.

Bars in test	3931	Ticks modelled	105916565	Modelling quality	90.00%
Mismatched charts errors	0				
Initial deposit	5000.00			Spread	Current (14)
Total net profit	5584.31	Gross profit	11900.88	Gross loss	-6316.56
Profit factor	1.88	Expected payoff	71.59		
Absolute drawdown	211.94	Maximal drawdown	1207.13 (10.83%)	Relative drawdown	10.83% (1207.13)
Total trades	78	Short positions (won %)	31 (48.39%)	Long positions (won %)	47 (44.68%)
		Profit trades (% of total)	36 (46.15%)	Loss trades (% of total)	42 (53.85%)
	Largest	profit trade	855.79	loss trade	-271.32
	Average	profit trade	330.58	loss trade	-150.39
	Maximum	consecutive wins (profit in money)	4 (1473.27)	consecutive losses (loss in money)	5 (-457.63)
	Maximal	consecutive profit (count of wins)	1473.27 (4)	consecutive loss (count of losses)	-763.73 (4)
	Average	consecutive wins	2	consecutive losses	2

Figura 78: Resultados da modelação no período 01-01-2006 a 31-12-2015

Neste período de 10 anos, o lucro líquido foi de 111,7%, o que corresponde a mais 5.584,31€ de capital. O abaixamento máximo de capital foi de 10,83%, em linha com os ensaios anteriores, tendo sido realizadas um total de 78 ordens de mercado. O lucro médio por cada ordem bem sucedida foi de cerca de 331€ por ordem, enquanto que a perda média por ordem de mercado foi de cerca de -150€ por ordem.

Analisando a figura 79, é possível constatar que a evolução do capital foi sendo gradual e ascendente, sem grandes oscilações de capital, acabando por concretizar um dos objetivos da estratégia de negociação.

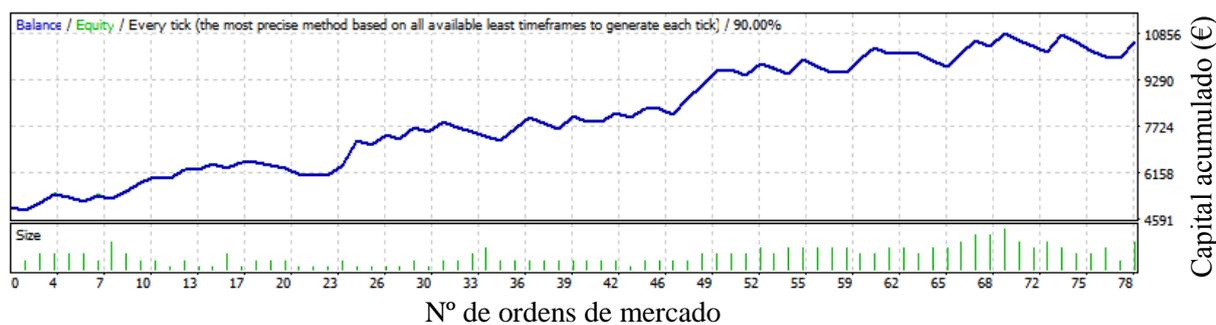


Figura 79: Evolução do capital entre o período de 01-01-2006 e 31-12-2015

No entanto, para colocar ainda mais à prova o referido algoritmo efetuou-se um último teste com dados mais recentes não integrados nos testes e abrangendo o período de 01-01-2016 e até 30-09-2016. Os resultados também foram positivos: o lucro líquido resultante da modelação foi de 422,13€, o que representa 8,4% de acréscimo, e um máximo abaixamento de 6,53%, um valor baixo considerando os ensaios até agora realizados. Um dado curioso, é a percentagem de ordem de mercado com sucesso de 50%, que revela o funcionamento da gestão de risco/recompensa na sua plenitude.

Bars in test	1234	Ticks modelled	20425901	Modelling quality	90.00%
Mismatched charts errors	0				
Initial deposit	5000.00			Spread	Current (12)
Total net profit	422.13	Gross profit	849.61	Gross loss	-427.48
Profit factor	1.99	Expected payoff	70.35		
Absolute drawdown	214.11	Maximal drawdown	363.55 (6.53%)	Relative drawdown	6.53% (363.55)
Total trades	6	Short positions (won %)	2 (50.00%)	Long positions (won %)	4 (50.00%)
		Profit trades (% of total)	3 (50.00%)	Loss trades (% of total)	3 (50.00%)
		Largest profit trade	317.51	loss trade	-148.89
		Average profit trade	283.20	loss trade	-142.49
		Maximum consecutive wins (profit in money)	2 (539.57)	consecutive losses (loss in money)	1 (-148.89)
		Maximal consecutive profit (count of wins)	539.57 (2)	consecutive loss (count of losses)	-148.89 (1)
		Average consecutive wins	2	consecutive losses	1

Figura 80: Resultados da modelação no período 01-01-2016 a 30-09-2016

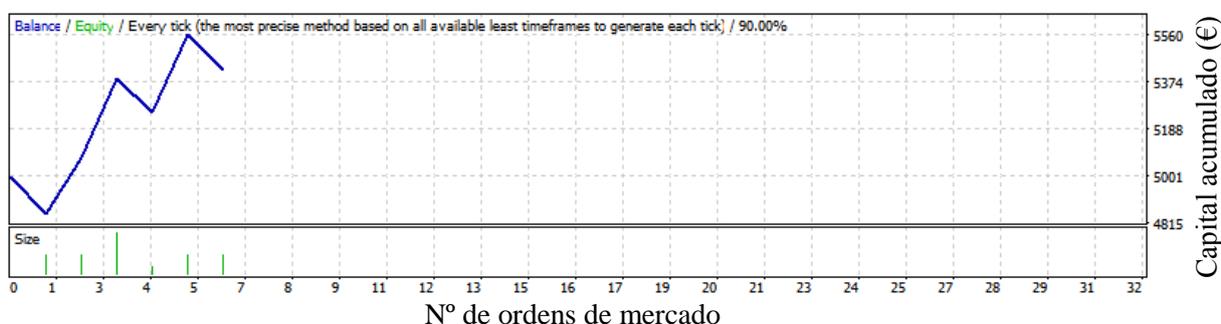


Figura 81: Evolução do capital entre o período de 01-01-2006 e 31-12-2015

## 7.8. OTIMIZAÇÃO E ENSAIO DO *EXPERT ADVISOR* DO INDICADOR FRACTAL

Por último, foi desenvolvido um *Expert Advisor* para a deteção do padrão fractal de compra e venda estudado na vertente teórica deste trabalho. No entanto, a sua utilização conforme estava prevista inicialmente, como detetor de níveis horizontais de suporte e resistência não foi finalizada, pelo facto de exigir desenvolvimento adicional e análise crítica na elaboração do algoritmo. Em vez disso, os fractais foram implementados como detetores de sinais de negociação numa tendência definida, nas identificação de quebra de novos máximos ou mínimos, resultantes da deteção prévia de fractais de compra ou de venda. Por opção, face aos ensaios ainda necessários realizar, esta funcionalidade não foi incorporada no *Expert Advisor* anterior, onde objetivo é complementar os sinais do *Hanging Man* e do *Inverted Hammer*.

Assim, considerando apenas este algoritmo independente, efetuou-se uma simples otimização para o período entre 01-01-2006 e 31-12-2015, em os resultados parecem promissores dado o único “despoletador” ser quando a:

1. Cotação atual quebra nível da cotação do fractal de compra anterior com confirmação que o valor do fractal está acima da média móvel longa, sendo gerada uma ordem de compra de uma posição longa. Ou quando cotação atual quebra nível da cotação do fractal de venda anterior com confirmação que o valor do fractal está abaixo da média móvel longa, sendo gerada uma ordem de compra de uma posição curta.

Se (Preço de Fecho[0] > Valor Fractal Compra e Preço de Fecho[0] > MME Lenta[1])	Compra posição longa
Se (Preço de Fecho[0] < Valor Fractal Compra e Preço de Fecho[0] < MME Lenta[1])	Compra posição curta

Neste algoritmo, apenas foi considerada uma variável para otimização, uma média móvel exponencial, tendo sido implementada a gestão de risco/recompensa, cuja amplitude entre um fractal de compra e de venda representa o valor do rácio a aplicar. Dado que o objetivo é efetuar ordens de mercado na deteção das quebras dos limites máximos e mínimos, implementou-se uma novidade: a possibilidade acumular mais que uma posição aberta.

Assim, nos primeiros ensaios realizados, o valor otimizado para o MME em causa é de  $EMA\_lPeriod = 15$ .

Tabela 12: Tabela de variáveis a otimizar no EA do Fractal

Variáveis	Gama de valores	Descritivo
EMA_lPeriod	15...36	Média móvel exponencial longa

Quanto aos resultados, o lucro líquido foi de 3.789,40€, o que representa um aumento de 75,8% de capital, e um abaixamento de capital máximo de 26,88%, um valor elevado mas ainda sem qualquer melhoria. Face aos métodos anteriores, foram realizadas bastantes ordens de mercado, num total de 216 ordens mas com percentagem de sucesso médio de 40%.

Bars in test	3931	Ticks modelled	105916565	Modelling quality	90.00%
Mismatched charts errors	0				
Initial deposit	5000.00			Spread	Current (13)
Total net profit	4754.24	Gross profit	28624.33	Gross loss	-23870.09
Profit factor	1.20	Expected payoff	14.58		
Absolute drawdown	663.20	Maximal drawdown	3641.85 (31.29%)	Relative drawdown	31.29% (3641.85)
Total trades	326	Short positions (won %)	158 (41.14%)	Long positions (won %)	168 (37.50%)
		Profit trades (% of total)	128 (39.26%)	Loss trades (% of total)	198 (60.74%)
	Largest profit trade	865.06	loss trade		-462.21
	Average profit trade	223.63	loss trade		-120.56
	Maximum consecutive wins (profit in money)	7 (3662.85)	consecutive losses (loss in money)		11 (-1329.05)
	Maximal consecutive profit (count of wins)	3662.85 (7)	consecutive loss (count of losses)		-1329.05 (11)
	Average consecutive wins	2	consecutive losses		3

Figura 82: Resultados da modelação no período 01-01-2006 a 31-12-2015

Quanto à evolução do capital ao longo do tempo, podemos constatar na figura 83 as oscilações constantes de capital decorrentes da falta de aperfeiçoamento do algoritmo implementado mas, no entanto, é evidente a subida de capital em determinados períodos do ensaio sendo alcançado um resultado positivo.



Figura 83: Evolução do capital entre o período de 01-01-2006 e 31-12-2015

Em resumo, este algoritmo utilizando os fractais em tendências definidas ainda tem de ser melhorado para que se possam utilizar os sinais de negociação juntamente com o algoritmo

anterior. Porém, o intuito inicial da utilização dos fractais ainda continua intacto: utilizar os fractais para a definição dos níveis de suporte e resistência.



## 8. CONCLUSÕES

*“As quatro palavras mais perigosas em investimentos são: desta vez é diferente...”*

Sir John Templeton

O desenvolvimento e realização deste trabalho na área financeira nomeadamente, no mercado cambial, constituiu um desafio para o autor, dado que trabalhar fora do contexto habitual da área da engenharia implicou capacidade de adaptação, investigação autónoma, disciplina e resiliência. A aquisição de conhecimento sobre o funcionamento do mercado cambial, as suas principais características culminaram no desenvolvimento e implementação de algoritmos complexos em novas linguagens de programação, obrigando à constante consulta de informação e à melhoria contínua das funcionalidades executadas. A investigação e o desenvolvimento da estratégia de negociação foi sendo realizado ao longo conhecimento adquirido na componente teórica, onde se destaca a investigação e implementação dos fractais de Bill Williams, a deteção dos padrões do *Hanging Man* e *Inverted Hammer* e a estudo dos tipos de corretoras e plataformas que existem no mercado.

A seleção de indicadores complementares entre si na estratégia de negociação teve como intuito aumentar a confluência de informação onde, através dos padrões mais fiáveis, se garantisse o aumento da probabilidade no sucesso das ordens de mercado.

Assim, no estudo sobre a análise técnica, foram apresentadas as ferramentas mais utilizadas pelos investidores no que respeita ao tipo de visualização, padrões gráficos e indicadores técnicos, com a apresentação de exemplos práticos no par cambial EUR/USD. Para cada um dos indicadores apresentados foram sugeridos alguns modos de aplicação, sendo que a aplicação de cada indicador ou padrão terá que ser merecedora de ensaios e testes para garantir uma correta utilização.

Finda a componente teórica, a definição de uma plataforma de negociação resultou na escolha da plataforma MetaTrader 4, uma das poucas sem custos de aquisição e, no entanto, uma das mais utilizadas por vários participantes do mercado. Esta foi desconstruída e explicada nas várias componentes que a constituem, com especial enfoque para o módulo de ensaio de estratégias e para o editor de linguagem MQL4, designado para o desenvolvimento de algoritmos. Como intermediário com o mercado foi escolhida a corretora Axitrader, que utiliza a rede eletrónica de comunicações (ECN) para a colocação de ordens, sendo este o mais eficiente e transparente modo de operar, dado que as ordens dos investidores são correspondidas com outras inversas antes de serem diretamente enviadas, evitando-se situações de mercados “artificiais” que muitas vezes existem.

Na componente técnica do trabalho, a introdução à linguagem MQL4 para a programação dos algoritmos foi sendo realizada de forma gradual, à medida que foram sendo desenvolvidos os *Expert Advisors*. Sendo o conceito do algoritmo final um algoritmo evolutivo, foram gradualmente integradas novas funcionalidades financeiras e técnicas, tais como o controlo *online* dos valores de gestão do risco/recompensa, o *Trailing Stop*, o controlo da ligação entre o cliente e o servidor e a melhoria contínua das funções utilizadas no código.

A abordagem prática teve como princípio a aplicação de métodos simples e complementares para que uma estratégia de negociação fosse sendo desenvolvida de forma estruturada. Assim, aplicando um estilo de negociação onde o algoritmo é executado no fim de cada vela diária procurou-se reduzir o “ruído” das oscilações do mercado ao considerar valores mais estáveis, pois em escalas temporais maiores as cotações, padrões e níveis horizontais têm maior relevo. Para a estratégia, foram definidos quatro indicadores base a serem implementados: as médias móveis exponenciais e o oscilador estocástico, com o intuito de indicarem as tendências que possam existir no mercado e se apresentam ou não sinais de exaustão; os padrões *Hanging Man*, o enforcado, e o *Inverted Hammer*, ou martelo invertido

como “despoletadores” de ordens de mercado e um indicador fractal que funcionaria como indicador de níveis horizontais de suporte ou resistência, ou também como “despoletador” de ordens quando aplicado em tendência. Com estes indicadores em funcionamento complementar, o resultado esperado é o aumento da probabilidade de sucesso de uma ordem de mercado em ter lucro, através da confluência das várias condições dos indicadores.

Assim, e com vista à análise das várias formas de aplicação dos indicadores utilizados, foram realizados ensaios aos EA das médias móveis e do oscilador estocástico sem a utilização de qualquer método de gestão de risco/recompensa. O intuito desta opção foi entender até que ponto os métodos propostos eram estáveis e adaptáveis às variações do mercado na sua forma “natural”. Deste modo, tendo estes indicadores como finalidade a identificação das tendências foi tomada a opção que, uma vez detetados sinais de negociação, era aberta uma posição no mercado e mantida até surgir tendência inversa. Este método *buy-and-hold* permite perceber as flutuações do capital durante o período em que as posições estão abertas. Deste modo, após os resultados, constatou-se que o cruzamento de médias móveis exponenciais era o método mais estável dentro das médias móveis, apresentando resultados positivos no período de ensaios realizado. Por outro lado, a aplicação mais estável do oscilador estocástico, que utilizava o cruzamento do oscilador rápido com o lento, não apresentou resultados líquidos muito positivos mas identificou potenciais lucros e perdas elevados, podendo ser sinónimo de que através da aplicação de um método de gestão de risco-recompensa o cenário poderia ser bastante melhor. Apesar do algoritmo do oscilador estocástico ter sido melhorado e incrementado de médias móveis exponenciais, para filtrar as oscilações do mercado, a verdade é que os resultados não passaram a ser positivos, mas ainda assim melhoraram bastante. Em ambos os casos, o abaixamento máximo (*drawdown*) de capital sem gestão de risco/recompensa foi na ordem dos 30%, valores aceitáveis tendo em conta o tipo de algoritmo básico.

Acrescidas as novas funcionalidades para que fosse possível implementar a deteção os padrões *Hanging Man* e *Inverted Hammer*, a última versão do algoritmo ensaiada e otimizada revelou uma performance bastante positiva: para o período entre 01-01-2006 e 31-12-2016, o lucro líquido foi de 111,7%, o que correspondeu a mais 5.584,31€ de capital acumulado. O abaixamento máximo de capital, por sua vez, foi de apenas 10,83%, valores muito positivos sabendo que foram realizadas um total de 78 ordens de mercado e em períodos de grande volatilidade económica. Porém, para colocar mais uma vez à prova o

referido algoritmo, efetuou-se um último ensaio com dados mais recentes não integrados nos testes anteriores abrangendo o período de 01-01-2016 e até 30-09-2016. Também neste ensaio os resultados também foram positivos: o lucro líquido resultante nos primeiros três trimestres foi de 422,13€, o que representa 8,4% de acréscimo, e um máximo abaixamento de 6,53%, o valor mais baixo dos ensaios até agora realizados.

Apesar do objetivo de se realizar um algoritmo que fosse capaz de obter lucro de forma gradual e estruturada ter sido atingido, a componente fractal que poderia dar mais potencialidades ao algoritmo necessitava de desenvolvimento adicional e análise crítica para ser integrada. No entanto, realizou-se o desenvolvimento para deteção de fractais em tendências definidas para o reforço de sinais de negociação e em conjunto com os indicadores anteriormente implementados gerar mais ordens de mercado.

Por fim, entende-se que este trabalho apresenta uma mais-valia no desenvolvimento de sistemas autónomos de negociação e que, apesar de ainda carecer de mais melhorias e de mais funcionalidades, o algoritmo atual apresenta boas perspetivas futuras quanto à sua utilização no mercado real.

## Referências Documentais

- [1] RICO, José Ramon Cano – *Dicionário da bolsa e do investidor financeiro*. Publicações Dom Quixote, 2001, ISBN 972-20-1777-2.  
FULLER, Nial – *Forex Trading Terminology*,  
<http://www.learntotradethemarket.com/>.
- [2] DUARTE, António Portugal e ANDRADE, João Sousa – *O funcionamento do Padrão-Ouro em Portugal: Análise de alguns aspetos macroeconómicos*. Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra, 2003, <http://www4.fe.uc.pt/gemf>.  
*Breve história do Banco de Portugal*, Banco de Portugal, <https://www.bportugal.pt>.  
ESTEVES, Rui Pedro e FERRAMOSCA, Fabiano, *O mecanismo dos câmbios em padrão-ouro. Estabilidade cambial e violações dos pontos de ouro, 1854-1891*, Faculdade de Economia do Porto - Univ. Porto, ISSN 0870-8541,  
<http://www.fep.up.pt>.
- [3] *O que é o mercado Forex*, IFC Markets, <http://www.ifcmarkets.pt>.  
*What is Forex, Baby Pips*, <http://www.babypips.com>.
- [4] *Taxas de câmbio*, Banco de Portugal, <https://www.bportugal.pt>.
- [5] *Recommendation 9: Alphabetical code for the representation of currencies*, 2ª edição, Comissão Económica para a Europa das Nações Unidas (UNECE), 1996,  
<http://www.unece.org>.  
*Currency Codes – ISO 4217*, Organização Internacional para a Normalização, 2015,  
<http://www.iso.org/>
- [6] *History of Forex*, Investopedia, <http://www.investopedia.com>.  
*Estatísticas relativas a Portugal apuradas pelo Inquérito Trienal à Actividade nos Mercados de Câmbios e de Produtos Derivados – Turnover em Abril de 2010*, Banco de Portugal, <http://www.bportugal.pt>.
- [7] *Triennial Central Bank Survey – Foreign exchange turnover in April 2016: Preliminary global results*, Banco de Pagamentos Internacionais, 2016,  
<http://www.bis.org>.
- [8] *Statistics*, London Stock Exchange, <http://www.londonstockexchange.com>.  
*Trading Volume*, Asian Bonds Online, <https://asianbondsonline.adb.org>.

- Statistics and data pertaining to financial markets and the economy*, SIFMA, <http://www.sifma.org>.
- NYSE Group Volume in All Stocks Traded*, NYSE Market Data, <http://www.nyxdata.com>.
- Key Statistics for Domestic Stocks*, Tokyo Stock Exchange, <http://www.jpx.co.jp>.
- [9] *Cobertura de Risco Cambial*, Montepio, <https://www.montepio.pt>.
- [10] FULLER, Nial, *The Best Currency Pairs to Trade & Times to Trade Them?*, 2011, <http://www.learntotradethemarket.com>.
- [11] *Horas do Mercado Forex*, FX Street, <http://pt.fxstreet.com>.  
*Horário do Mercado Forex e Mundial*, Investing.com, <http://pt.investing.com>.
- [12] *O que é a análise fundamental?*, Markets.com, <http://mt4.markets.com>.
- [13] MATOS, Fernando Braga de, *Ganhar em Bolsa – o mercado de ações*, Elcla Editora, 1990.
- [14] *Principais Indicadores Macroeconómicos*, Markets.com, <http://mt4.markets.com/pt>.
- [15] *Dow Theory*, Wikipedia, <https://en.wikipedia.org>.
- [16] SILVA, Miguel Gomes da e NUNES, Pedro Farinha, *Ganhar na bolsa com análise técnica*, Bookout, 2016, ISBN:978-989-8694-94-2.
- [17] FULLER, Nial, *Inside Bar Forex Trading Strategy*, 2009, <http://www.learntotradethemarket.com>.
- [18] *Análise Técnica*, Banco Best, 2013, <https://www.bancobest.pt>.  
*Technical Indicators*, MQL4, <https://www.mql4.com>.
- [19] *Moving Average*, Wikipedia, <https://en.wikipedia.org>.  
*Indicadores de negociação matemática*, Markets.com. <http://mt4.markets.com/pt>.
- [20] ACHELIS, Steven B., *Technical Analysis from A to Z*, 2ª edição, McGraw-Hill, 2001, ISBN:978-0-07-138011-9
- [21] *Moving Average Technical Indicator*, MQL4, <https://www.mql4.com>.
- [22] <http://www.priberam.pt/>
- [23] *Estocástico*, Wikipedia, <https://pt.wikipedia.org>
- [24] *Stochastic Oscillator*, MQL4, <https://www.mql4.com>.
- [25] *Stochastic Oscillator*, Wikipedia, <https://en.wikipedia.org>.

- [26] *Stochastic Oscillator*, StockCharts, <https://stockcharts.com>.
- [27] *Stochastic Oscillator: A mechanical indicator for Forex Trading*, Luckscout, <http://www.luckscout.com>.
- [28] *On Balance Volume (OBV)*, StockCharts, <https://stockcharts.com>.
- [29] *Fractal*, Wikipedia, <https://pt.wikipedia.org>.
- [30] *Elliot wave principle*, Wikipedia, <https://en.wikipedia.org>
- [31] WILLIAMS, Bill, *New Trading Dimensions: How to profit from chaos in stocks, bonds and commodities*, John Wiley & Sons, Inc., 1998, ISBN 0-471-29541-8
- [32] CLANCY, Zac, *Fractals and Forex: a new perspective*, Black Glasses, 2014, <http://blackglasses.me>
- [33] *Electronic trading in fixed income markets*, Banco de Pagamentos Internacionais (BIS), 2016, <http://www.bis.org>.  
*What is ECN Forex trading*, Admiral Markets, <http://www.admiralmarkets.com>.
- [34] *What is the best charting software*, Mini-watch.com, <http://emini-watch.com>.
- [35] <https://www.axitrader.com/uk/>
- [36] *Pricing Comparison*, eSignal, <http://www.esignal.com>.  
*Product Pricing Guide*, MetaStock, : <http://www.metastock.com>.  
*Licensing, Pricing & Purchase*, Multicharts, <http://www.multicharts.com>.  
*Buy Platform*, NinjaTrader, <http://ninjatrader.com>.  
*Market Data Pricing*, TradeStation, <http://www.tradestation.com>.
- [37] <http://www.metaquotes.net/>  
<http://www.metatrader4.com/>
- [38] *Strategy Tester: modes of modeling during testing*, Metaquotes Software Corp., <https://www.mql5.com>.
- [39] *What the numbers in the expert testing report mean*, Metaquotes Software Corp., <https://www.mql5.com>.
- [40] KOSITIN, Nokilay, *Expert advisors based on popular trading systems and alchemy of trading robot optimization*, 2008, MQL5, <https://www.mql5.com>
- [41] FULLER, Nial, *Inside Bar Forex Trading Strategy*, 2009, <http://www.learntotradethemarket.com>.

[42] *Live Forex Spreads*, Axitrader, <https://www.axitrader.com/au>



## Anexo A. Dados das otimizações da Opção 2 – Médias Móveis

Neste anexo são apresentados alguns dos dados obtidos na otimização das variáveis dos *Expert Advisors*.

Tabela 13: Dados da otimização das variáveis do EA das médias móveis

Ensaio global da série de treino entre 2006 e 2015								Ensaio parcial das séries de treino					
Nº	Lucro	Nº Trades	Fator de Lucro	Retorno Esperado	Abaixamento \$	Abaixamento %	Variáveis otimizadas	2006 - 2008	2007 - 2009	2008 - 2010	2009 - 2011	2010 - 2012	2011 - 2013
1	2771.45	193	1.30	14.36	2406.45	24.81%	EMA_sPeriod=12 EMA_lPeriod=35						
8	2771.45	193	1.30	14.36	2406.45	24.81%	EMA_sPeriod=5 EMA_lPeriod=35						
9	2771.45	193	1.30	14.36	2406.45	24.81%	EMA_sPeriod=7 EMA_lPeriod=35						
20	2771.45	193	1.30	14.36	2406.45	24.81%	EMA_sPeriod=8 EMA_lPeriod=35						
24	2771.45	193	1.30	14.36	2406.45	24.81%	EMA_sPeriod=9 EMA_lPeriod=35						
53	2771.45	193	1.30	14.36	2406.45	24.81%	EMA_sPeriod=14 EMA_lPeriod=35						
56	2771.45	193	1.30	14.36	2406.45	24.81%	EMA_sPeriod=3 EMA_lPeriod=35						
39	2373.09	199	1.24	11.93	2373.52	25.60%	EMA_sPeriod=12 EMA_lPeriod=34						
21	2610.52	193	1.27	13.53	2373.52	25.73%	EMA_sPeriod=12 EMA_lPeriod=32						
31	2610.52	193	1.27	13.53	2373.52	25.73%	EMA_sPeriod=8 EMA_lPeriod=32						
36	2610.52	193	1.27	13.53	2373.52	25.73%	EMA_sPeriod=14 EMA_lPeriod=32						
43	2610.52	193	1.27	13.53	2373.52	25.73%	EMA_sPeriod=15 EMA_lPeriod=32						
59	2610.52	193	1.27	13.53	2373.52	25.73%	EMA_sPeriod=2 EMA_lPeriod=32						
64	2610.52	193	1.27	13.53	2373.52	25.73%	EMA_sPeriod=3 EMA_lPeriod=32						
66	2610.52	193	1.27	13.53	2373.52	25.73%	EMA_sPeriod=5 EMA_lPeriod=32						
5	2714.06	199	1.27	13.64	2470.48	26.01%	EMA_sPeriod=5 EMA_lPeriod=30						
26	2714.06	199	1.27	13.64	2470.48	26.01%	EMA_sPeriod=11 EMA_lPeriod=30						
32	2714.06	199	1.27	13.64	2470.48	26.01%	EMA_sPeriod=2 EMA_lPeriod=30						
41	2714.06	199	1.27	13.64	2470.48	26.01%	EMA_sPeriod=9 EMA_lPeriod=30						
50	2714.06	199	1.27	13.64	2470.48	26.01%	EMA_sPeriod=6 EMA_lPeriod=30						
18	2743.60	195	1.28	14.07	2470.48	26.03%	EMA_sPeriod=6 EMA_lPeriod=31						
16	2270.91	197	1.23	11.53	2373.52	26.72%	EMA_sPeriod=4 EMA_lPeriod=33						
3	3220.38	175	1.38	18.40	2707.77	26.91%	EMA_sPeriod=14 EMA_lPeriod=37						
6	3220.38	175	1.38	18.40	2707.77	26.91%	EMA_sPeriod=4 EMA_lPeriod=37						
15	3220.38	175	1.38	18.40	2707.77	26.91%	EMA_sPeriod=2 EMA_lPeriod=37						
44	3220.38	175	1.38	18.40	2707.77	26.91%	EMA_sPeriod=3 EMA_lPeriod=37						

**Legenda:** Cor vermelha = Existência das mesmas variáveis otimizadas nos períodos parciais indicados

Cor Verde = Opção escolhida

## Valores dos ensaios da Opção 2 – Médias Móveis

Tabela 14: Resultados dos ensaios realizados em séries de treino e séries de teste

Variáveis da otimização escolhidas	EMA_sPeriod=2 EMA_lPeriod=32											
Nº do período de otimização/ensaios	1		2		3		4		5		6	
	Treino	Teste	Treino	Teste	Treino	Teste	Treino	Teste	Treino	Teste	Treino	Teste
Lucro Líquido	2.163,18 €	619,56 €	970,63 €	441,11 €	2.069,89 €	-937,84 €	-442,52 €	271,55 €	458,60 €	511,81 €	-690,95 €	75,91 €
Lucro Bruto	5.294,96 €	4.279,96 €	5.799,07 €	4.324,90 €	7.187,30 €	3.072,19 €	5.983,01 €	2.165,72 €	5.696,49 €	2.053,92 €	3.858,09 €	2.844,19 €
Perda Bruta	-3.131,78 €	-3.660,40 €	-4.828,44 €	-3.883,79 €	-5.117,41 €	-4.010,03 €	-6.425,53 €	-1.894,17 €	-5.237,89 €	-1.542,12 €	-4.549,04 €	-2.768,29 €
Fator de Lucro	1,69	1,17	1,2	1,11	1,4	0,77	0,93	1,14	1,09	1,33	0,85	1,03
Abaixamento Máximo (%)	14,42%	35,08%	27,17%	31,94%	28,14%	39,64%	36,42%	17,49%	31,94%	13,35%	39,64%	27,93%
Abaixamento Absoluto	292,55 €	1165,61 €	301,5 €	174,76 €	270,61 €	1504,7 €	1165,61 €	530,11 €	174,76 €	298,44 €	1504,7 €	470,11 €
Nº total de <i>trades</i>	83	57	91	52	79	66	89	55	87	51	86	62

## Anexo B. Dados das otimizações da Opção 2 – Oscilador Estocástico

Neste anexo são apresentados alguns dos dados obtidos na otimização das variáveis dos *Expert Advisors*.

Tabela 15: Dados da otimização das variáveis do EA utilizando o oscilador estocástico

Ensaio global da série de treino entre 2006 e 2015												Ensaio parcial das séries de treino					
Nº	Lucro	Nº Trades	Fator de Lucro	Retorno Esperado	Abaixamento \$	Abaixamento %	Variáveis otimizadas					2006 - 2008	2007 - 2009	2008 - 2010	2009 - 2011	2010 - 2012	2011 - 2013
262	5764.17	35	2.61	164.69	2386.77	24.74%	KPeriod=7	DPeriod=4	Slowing=6	EMA_sPeriod=11	EMA_lPeriod=10						
240	5764.17	35	2.61	164.69	2386.77	24.74%	KPeriod=7	DPeriod=4	Slowing=6	EMA_sPeriod=12	EMA_lPeriod=10						
203	5594.05	8	0.00	699.26	2116.32	25.98%	KPeriod=10	DPeriod=6	Slowing=5	EMA_sPeriod=3	EMA_lPeriod=10						
1	5594.05	8	0.00	699.26	2116.32	25.98%	KPeriod=10	DPeriod=3	Slowing=5	EMA_sPeriod=3	EMA_lPeriod=10						
265	5426.05	46	2.41	117.96	2139.03	25.74%	KPeriod=9	DPeriod=1	Slowing=5	EMA_sPeriod=11	EMA_lPeriod=10						
216	5426.05	46	2.41	117.96	2139.03	25.74%	KPeriod=9	DPeriod=1	Slowing=5	EMA_sPeriod=12	EMA_lPeriod=10						
205	5426.05	46	2.41	117.96	2139.03	25.74%	KPeriod=9	DPeriod=3	Slowing=5	EMA_sPeriod=12	EMA_lPeriod=10						
149	5426.05	46	2.41	117.96	2139.03	25.74%	KPeriod=9	DPeriod=4	Slowing=5	EMA_sPeriod=12	EMA_lPeriod=10						
252	5303.10	28	2.85	189.40	2808.13	21.53%	KPeriod=7	DPeriod=3	Slowing=6	EMA_sPeriod=12	EMA_lPeriod=11						
235	5072.82	38	2.66	133.50	2393.76	23.11%	KPeriod=9	DPeriod=7	Slowing=5	EMA_sPeriod=12	EMA_lPeriod=11						
234	5072.82	38	2.66	133.50	2393.76	23.11%	KPeriod=9	DPeriod=1	Slowing=5	EMA_sPeriod=12	EMA_lPeriod=11						
200	5072.82	38	2.66	133.50	2393.76	23.11%	KPeriod=9	DPeriod=6	Slowing=5	EMA_sPeriod=12	EMA_lPeriod=11						
155	5072.82	38	2.66	133.50	2393.76	23.11%	KPeriod=9	DPeriod=3	Slowing=5	EMA_sPeriod=12	EMA_lPeriod=11						
86	5072.82	38	2.66	133.50	2393.76	23.11%	KPeriod=9	DPeriod=4	Slowing=5	EMA_sPeriod=12	EMA_lPeriod=11						
258	3977.41	23	2.28	172.93	2753.42	23.74%	KPeriod=7	DPeriod=4	Slowing=5	EMA_sPeriod=11	EMA_lPeriod=10						
257	3977.41	23	2.28	172.93	2753.42	23.74%	KPeriod=7	DPeriod=6	Slowing=5	EMA_sPeriod=12	EMA_lPeriod=10						
249	3977.41	23	2.28	172.93	2753.42	23.74%	KPeriod=7	DPeriod=4	Slowing=5	EMA_sPeriod=12	EMA_lPeriod=10						
246	3977.41	23	2.28	172.93	2753.42	23.74%	KPeriod=7	DPeriod=5	Slowing=5	EMA_sPeriod=12	EMA_lPeriod=10						
197	3582.73	30	2.04	119.42	2602.28	24.29%	KPeriod=10	DPeriod=6	Slowing=4	EMA_sPeriod=12	EMA_lPeriod=11						
248	3510.20	31	1.88	113.23	2873.70	25.40%	KPeriod=8	DPeriod=1	Slowing=5	EMA_sPeriod=11	EMA_lPeriod=10						
219	3510.20	31	1.88	113.23	2873.70	25.40%	KPeriod=8	DPeriod=1	Slowing=5	EMA_sPeriod=12	EMA_lPeriod=10						
218	3291.52	47	1.73	70.03	2202.55	25.22%	KPeriod=10	DPeriod=6	Slowing=5	EMA_sPeriod=12	EMA_lPeriod=11						
160	3291.52	47	1.73	70.03	2202.55	25.22%	KPeriod=10	DPeriod=3	Slowing=5	EMA_sPeriod=12	EMA_lPeriod=11						
141	3181.49	40	1.79	79.54	2588.32	27.15%	KPeriod=8	DPeriod=4	Slowing=6	EMA_sPeriod=12	EMA_lPeriod=11						
212	2560.50	53	1.74	48.31	2815.12	29.13%	KPeriod=8	DPeriod=4	Slowing=6	EMA_sPeriod=12	EMA_lPeriod=28						
62	1600.92	9	3.88	177.88	2400.48	34.97%	KPeriod=9	DPeriod=2	Slowing=6	EMA_sPeriod=3	EMA_lPeriod=16						
36	1575.17	165	1.14	9.55	2298.55	37.86%	KPeriod=3	DPeriod=1	Slowing=2	EMA_sPeriod=3	EMA_lPeriod=10						
180	1559.63	88	1.21	17.72	2214.48	30.09%	KPeriod=9	DPeriod=1	Slowing=1	EMA_sPeriod=3	EMA_lPeriod=19						

**Legenda:** Cor vermelha = Existência das mesmas variáveis otimizadas nos períodos parciais indicados

Cor Verde = Opção escolhida

## Valores dos ensaios da Opção 2 – Oscilador Estocástico

Tabela 16: Resultados dos ensaios realizados em séries de treino e séries de teste

Variáveis da otimização escolhidas	KPeriod=8 DPeriod=4 Slowing=6 EMA_sPeriod=12 EMA_lPeriod=28											
Nº do período de otimização/ensaios	1		2		3		4		5		6	
	Treino	Teste	Treino	Teste	Treino	Teste	Treino	Teste	Treino	Teste	Treino	Teste
Lucro Líquido	-2.546,41 €	1.311,44 €	-1.994,57 €	-493,53 €	-548,01 €	-569,12 €	758,29 €	-582,71 €	-709,72 €	31,37 €	-1.063,39 €	688,23 €
Lucro Bruto	2.521,25 €	3.359,93 €	3.387,30 €	2.182,92 €	4.593,67 €	1.835,59 €	4.283,03 €	1.374,23 €	3.087,23 €	1.469,28 €	2.171,30 €	2.657,29 €
Perda Bruta	5.067,66 €	-2.048,49 €	-5.381,88 €	-2.676,45 €	-5.141,68 €	- 2.404,71 €	-3.524,74 €	-1.956,94 €	-3.796,95 €	-1.437,91 €	-3.234,69 €	-1.969,05 €
Fator de Lucro	0,5	1,64	0,63	0,82	0,89	0,76	1,22	0,7	0,81	1,02	0,67	1,35
Abaixamento Máximo (%)	70,38%	21,72%	62,00%	37,70%	45,48%	35,56%	31,47%	23,81	42,42%	28,16%	39,79%	27,56%
Abaixamento Absoluto	3403,48	406,41	3018,12	1068,8	2267,03	1224,56	406,41	990,22	1366,63	1147,74	1472,41	513,59
Nº total de <i>trades</i>	38	24	41	22	34	37	39	35	44	29	50	28

## Anexo C. Dados das otimizações– *Hanging Man e Inverted Hammer*

Neste anexo são apresentados alguns dos dados obtidos na otimização das variáveis dos *Expert Advisors*.

Tabela 17: Dados da otimização das variáveis do EA utilizando o padrão *Hanging Man e Inverted Hammer*

Ensaio global da série de treino entre 2006 e 2015																	Ensaio parcial das séries de treino						
Nº	Lucro	Nº Trades	Fator de Lucro	Retorno Esperado	Abaixamento \$	Abaixamento %	Variáveis otimizadas										2006 - 2008	2007 - 2009	2008 - 2010	2009 - 2011	2010 - 2012	2011 - 2013	
44	507	58	3.10	87.53	519.92	8.03%	dPinbarBodyDef=0.4	dPinbarTailDef=0.5	dTradeRisk=2	dPinbarMinimumSize=0.004	dPinbarRetrace=0.1	iEMA_1ong=23	iEMA_vlong=70	iStoch_KPperiod=5	iStoch_DPperiod=13	dStoch_HighValue=55	dStoch_LowValue=29						
12	205	27	3.09	76.16	592.42	9.63%	dPinbarBodyDef=0.1	dPinbarTailDef=0.5	dTradeRisk=2	dPinbarMinimumSize=0.002	dPinbarRetrace=0.1	iEMA_1ong=15	iEMA_vlong=40	iStoch_KPperiod=5	iStoch_DPperiod=11	dStoch_HighValue=55	dStoch_LowValue=15						
15	203	27	3.02	75.23	592.42	9.64%	dPinbarBodyDef=0.1	dPinbarTailDef=0.5	dTradeRisk=2	dPinbarMinimumSize=0.002	dPinbarRetrace=0.1	iEMA_1ong=31	iEMA_vlong=40	iStoch_KPperiod=5	iStoch_DPperiod=11	dStoch_HighValue=55	dStoch_LowValue=15						
26	187	24	2.70	78.25	432.48	7.04%	dPinbarBodyDef=0.1	dPinbarTailDef=0.5	dTradeRisk=2	dPinbarMinimumSize=0.002	dPinbarRetrace=0.05	iEMA_1ong=31	iEMA_vlong=40	iStoch_KPperiod=10	iStoch_DPperiod=11	dStoch_HighValue=55	dStoch_LowValue=15						
25	178	22	2.77	80.93	432.48	7.26%	dPinbarBodyDef=0.1	dPinbarTailDef=0.5	dTradeRisk=2	dPinbarMinimumSize=0.002	dPinbarRetrace=0.05	iEMA_1ong=15	iEMA_vlong=40	iStoch_KPperiod=10	iStoch_DPperiod=11	dStoch_HighValue=55	dStoch_LowValue=15						
30	176	25	2.48	70.80	872.63	14.35%	dPinbarBodyDef=0.1	dPinbarTailDef=0.5	dTradeRisk=2	dPinbarMinimumSize=0.002	dPinbarRetrace=0.05	iEMA_1ong=15	iEMA_vlong=70	iStoch_KPperiod=5	iStoch_DPperiod=11	dStoch_HighValue=55	dStoch_LowValue=15						
46	175	26	2.31	67.52	1030.79	16.59%	dPinbarBodyDef=0.1	dPinbarTailDef=0.5	dTradeRisk=2	dPinbarMinimumSize=0.002	dPinbarRetrace=0.05	iEMA_1ong=31	iEMA_vlong=50	iStoch_KPperiod=5	iStoch_DPperiod=12	dStoch_HighValue=55	dStoch_LowValue=15						
19	175	26	2.31	67.52	1030.79	16.59%	dPinbarBodyDef=0.1	dPinbarTailDef=0.5	dTradeRisk=2	dPinbarMinimumSize=0.002	dPinbarRetrace=0.05	iEMA_1ong=31	iEMA_vlong=50	iStoch_KPperiod=5	iStoch_DPperiod=11	dStoch_HighValue=55	dStoch_LowValue=15						
26	172	28	2.48	61.55	592.42	9.89%	dPinbarBodyDef=0.1	dPinbarTailDef=0.5	dTradeRisk=2	dPinbarMinimumSize=0.002	dPinbarRetrace=0.1	iEMA_1ong=31	iEMA_vlong=40	iStoch_KPperiod=6	iStoch_DPperiod=11	dStoch_HighValue=55	dStoch_LowValue=15						
47	171	25	2.36	68.49	1030.79	16.91%	dPinbarBodyDef=0.1	dPinbarTailDef=0.5	dTradeRisk=2	dPinbarMinimumSize=0.002	dPinbarRetrace=0.05	iEMA_1ong=15	iEMA_vlong=40	iStoch_KPperiod=5	iStoch_DPperiod=11	dStoch_HighValue=55	dStoch_LowValue=17						
24	171	25	2.36	68.49	1030.79	16.91%	dPinbarBodyDef=0.1	dPinbarTailDef=0.5	dTradeRisk=2	dPinbarMinimumSize=0.002	dPinbarRetrace=0.05	iEMA_1ong=15	iEMA_vlong=40	iStoch_KPperiod=5	iStoch_DPperiod=11	dStoch_HighValue=55	dStoch_LowValue=15						
26	156	25	2.22	62.58	1030.79	16.95%	dPinbarBodyDef=0.1	dPinbarTailDef=0.5	dTradeRisk=2	dPinbarMinimumSize=0.002	dPinbarRetrace=0.05	iEMA_1ong=15	iEMA_vlong=50	iStoch_KPperiod=5	iStoch_DPperiod=11	dStoch_HighValue=55	dStoch_LowValue=15						
24	156	25	2.22	62.58	1030.79	16.95%	dPinbarBodyDef=0.1	dPinbarTailDef=0.5	dTradeRisk=2	dPinbarMinimumSize=0.002	dPinbarRetrace=0.05	iEMA_1ong=15	iEMA_vlong=50	iStoch_KPperiod=5	iStoch_DPperiod=11	dStoch_HighValue=55	dStoch_LowValue=17						
34	135	25	2.01	54.18	1030.79	17.34%	dPinbarBodyDef=0.1	dPinbarTailDef=0.5	dTradeRisk=2	dPinbarMinimumSize=0.002	dPinbarRetrace=0.05	iEMA_1ong=15	iEMA_vlong=40	iStoch_KPperiod=6	iStoch_DPperiod=11	dStoch_HighValue=55	dStoch_LowValue=15						
30	129	23	2.08	56.17	872.63	14.80%	dPinbarBodyDef=0.1	dPinbarTailDef=0.55	dTradeRisk=2	dPinbarMinimumSize=0.002	dPinbarRetrace=0.05	iEMA_1ong=15	iEMA_vlong=70	iStoch_KPperiod=5	iStoch_DPperiod=11	dStoch_HighValue=55	dStoch_LowValue=15						
44	125	26	1.87	48.16	1030.79	17.37%	dPinbarBodyDef=0.1	dPinbarTailDef=0.5	dTradeRisk=2	dPinbarMinimumSize=0.002	dPinbarRetrace=0.05	iEMA_1ong=31	iEMA_vlong=40	iStoch_KPperiod=6	iStoch_DPperiod=11	dStoch_HighValue=55	dStoch_LowValue=15						
38	120	23	1.94	52.52	1030.79	17.48%	dPinbarBodyDef=0.1	dPinbarTailDef=0.55	dTradeRisk=2	dPinbarMinimumSize=0.002	dPinbarRetrace=0.05	iEMA_1ong=31	iEMA_vlong=40	iStoch_KPperiod=5	iStoch_DPperiod=11	dStoch_HighValue=55	dStoch_LowValue=15						
13	986.	26	1.66	37.95	1030.79	17.50%	dPinbarBodyDef=0.1	dPinbarTailDef=0.5	dTradeRisk=2	dPinbarMinimumSize=0.002	dPinbarRetrace=0.05	iEMA_1ong=31	iEMA_vlong=70	iStoch_KPperiod=5	iStoch_DPperiod=11	dStoch_HighValue=55	dStoch_LowValue=15						

**Legenda:** Cor vermelha = Existência das mesmas variáveis otimizadas nos períodos parciais indicados

Cor Verde = Opção escolhida

## Valores dos ensaios – Hanging Man e Inverted Hammer

Tabela 18: Resultados dos ensaios realizados em séries de treino e séries de teste

Variáveis da otimização escolhidas	dPinbarBodyDef=0.1 dPinbarTailDef=0.5 dTradeRisk=2 dPinbarMinimumSize=0.002 dPinbarRetrace=0.1 iEMA_long=15 iEMA_vlong=40 iStoch_KPeriod=5 iStoch_DPeriod=11 dStoch_HighValue=55 dStoch_LowValue=15											
	1		2		3		4		5		6	
Nº do período de otimização/ensaios	Treino	Teste	Treino	Teste	Treino	Teste	Treino	Teste	Treino	Teste	Treino	Teste
Lucro Líquido	1.580,23 €	-116,23 €	2.115,63 €	1.752,01 €	1.620,04 €	970,91 €	1.292,05 €	397,56 €	1.543,75 €	815,13 €	1.422,34 €	295,68 €
Lucro Bruto	2.712,82 €	1.065,74 €	3.857,49 €	2.255,45 €	3.362,70 €	1.885,09 €	2.786,44 €	1.279,00 €	2.756,91 €	1.612,82 €	2.709,45 €	1.097,15 €
Perda Bruta	-1.132,59 €	-1.181,97 €	-1.741,86 €	-503,44 €	-1.742,66 €	-914,18 €	-1.494,39 €	-881,43 €	-1.213,16 €	-797,68 €	-1.287,11 €	-801,47 €
Fator de Lucro	2,4	0,9	2,21	4,48	1,93	2,06	1,86	1,45	2,27	2,02	2,11	1,37
Abaixamento Máximo (%)	10,66%	13,37%	11,18%	6,00%	12,69%	8,88%	13,37%	9,98%	8,17%	9,35%	8,88	10,57
Abaixamento Absoluto	211,7	475,92	112,49	24,46	125,99	172,94	475,97	209,01	24,46	86,39	172,94	89,58
Nº total de <i>trades</i>	24	15	29	16	27	19	27	16	24	15	27	12

