



# ***A performance* da Análise Técnica em Mercados de Futuros**

**VERSÃO FINAL APÓS DEFESA**

**Pedro Martinho Borges**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
**Gestão**  
(2º ciclo de estudos)

Orientador: Prof. Doutor Pedro Miguel Ramos Marques da Silva

**janeiro de 2024**



## **Declaração de Integridade**

Eu, Pedro Martinho Borges, que abaixo assino, estudante com o número de inscrição M11462 de Gestão da Faculdade de Ciências Sociais e Humana, declaro ter desenvolvido o presente trabalho e elaborado o presente texto em total consonância com o **Código de Integridades da Universidade da Beira Interior**.

Mais concretamente afirmo não ter incorrido em qualquer das variedades de Fraude Académica, e que aqui declaro conhecer, que em particular atendi à exigida referência de frases, extratos, imagens e outras formas de trabalho intelectual, e assumindo assim na íntegra as responsabilidades da autoria.

Universidade da Beira Interior, Covilhã 08/01/2024

Pedro Martinho Borges



## **Agradecimentos**

Após a conclusão desta dissertação, não poderia deixar que passasse esta oportunidade sem o agradecimento a todas as pessoas com quem me cruzei ao longo do meu percurso académico que, de alguma forma, contribuíram para a elaboração deste trabalho.

Em primeiro lugar, ao Professor Doutor Pedro Miguel Ramos Marques da Silva, orientador desta dissertação, pela sua disponibilidade, simpatia, paciência e orientação científica demonstrada ao longo deste ano de trabalho. A sua ajuda foi fundamental para que este estudo pudesse ser desenvolvido e concluído com sucesso.

A todos os meus professores de licenciatura e mestrado que não se limitaram a lecionar a parte curricular do meu curso, ajudaram-me a ser melhor profissional e, acima de tudo, melhor pessoa.

Por fim, agradeço à minha mãe, pai, irmã, avós e restantes familiares, amigos e colegas de trabalho, e em particular à Dr.<sup>a</sup> Isabel Alvim, pela compreensão, exigência e incentivo transmitido que me ajudaram, principalmente, na última etapa desta jornada.



## **Resumo**

A volatilidade do mercado refere-se ao grau da variação na cotação de um ativo com o passar do tempo. Esta flutuação de preço, que depende de um conjunto de fatores externos ao mercado, poderá ser rápida e imprevisível, tornando a tarefa do investidor de abrir uma posição rentável complicada.

Surge, então, a Análise Técnica que, através do estudo do comportamento da cotação de um título ou índice, procura prever a tendência do mesmo. Nesta tentativa de perceber até que ponto a Análise Técnica consegue prever o dinamismo de diversos mercados especulativos, surge esta dissertação. A presente investigação tem como objetivo analisar a *performance* de uma estratégia de investimento ativa baseada na Análise Técnica em mercados de futuros.

Para o efeito, foram selecionados, e estudados de forma isolada, diversos indicadores e osciladores técnicos, amplamente utilizados em mercados financeiros, para encontrar o melhor *timing* de abertura e fecho de posições nos mercados Crude Oil WTI Futures (CL), Bitcoin Futures CME (BMC) e o índice Euro Stoxx 50 Futures (FESX).

## **Palavras-chave**

Análise Técnica, Volatilidade, Mercado de futuros, Petróleo, Bitcoin, Euro Stoxx 50



## **Abstract**

The market volatility refers to the degree of variation in the price of an asset over time. This price fluctuation, which depends on a set of external market factors, can be rapid and unpredictable, making the task of opening a profitable position for investors complicated.

This leads to Technical Analysis, which, through the study of the behavior of a security or index's price, seeks to predict the dynamics of various speculative markets. This is where this dissertation comes in. The present research aims to analyze the *performance* of an active investment strategy based on Technical Analysis in futures markets.

For this purpose, various technical indicators and oscillators widely used in financial markets were selected and studied in isolation to find the best timing for opening and closing position in the Crude Oil WTI Futures (CL), Bitcoin Futures CME (BMC), and Euro Stoxx 50 Futures (FESX) markets.

## **Keywords**

Technical Analysis, Volatility, Futures Markets, Oil, Bitcoin, Euro Stoxx 50



# Índice

Agradecimentos.....	v
Resumo.....	vii
Abstract.....	ix
Lista de Figuras.....	xiv
Lista de Tabelas.....	xvi
Lista de Gráficos.....	xviii
Lista de Acrónimos.....	xx
Capítulo 1 – Introdução, relevância e objetivos do estudo.....	1
Capítulo 2 – Revisão da Literatura.....	3
2.1 - A eficiência dos mercados.....	3
2.2 - A Análise Técnica.....	5
2.3 - Indicadores de Análise Técnica.....	8
2.4 - Estudos sobre a Análise Técnica.....	9
Capítulo 3 – Metodologia.....	15
3.1 - Objetivos e Hipóteses de Investigação.....	15
3.2 - Pressupostos.....	16
3.3 - Indicadores Técnicos.....	17
3.3.1 - <i>Moving Average Convergence Divergence (MACD)</i> .....	18
3.3.2 - <i>Relative Strength Index (RSI)</i> .....	18
3.3.3 - <i>Bollinger Bands (BB)</i> .....	19
3.3.4 - <i>Commodity Channel Index (CCI)</i> .....	20
3.3.5 - <i>Directional Movement Index (DMI)</i> .....	21
3.3.6 - <i>Stochastic Oscillator (SO)</i> .....	22
3.3.7 - <i>Williams %R</i> .....	22
Capítulo 4 - Dados.....	24
4.1 - Descrição dos dados.....	24
4.2 - Estatísticas descritivas.....	25
4.2 - Análise de correlação.....	30
Capítulo 5 – Discussão dos Resultados.....	32
5.1 - Resultados da simulação da gestão da carteira de investimentos.....	32
5.1.1 - Resultados - MACD.....	36
5.1.2 - Resultados - RSI.....	36
5.1.3 - Resultados - <i>Bollinger Bands</i> .....	37
5.1.4 - Resultados - CCI.....	37
5.1.5 - Resultados - DMI.....	38
5.1.6 - Resultados - <i>Stochastic Oscillator</i> .....	38

5.1.7 - Resultados - <i>Williams %R</i> .....	39
5.2 – Análise ao desempenho das estratégias de investimento.....	39
Capítulo 6 – Conclusões, contribuições e propostas para investigações futuras.....	42
Referências Bibliográficas .....	44
Anexos .....	49
Anexo 1 – Sinais de compra e venda (MACD) .....	49
Anexo 2 – Sinais de compra e venda (RSI) .....	50
Anexo 3 – Sinais de compra e venda ( <i>Bollinger Bands</i> ) .....	51
Anexo 4 – Sinais de compra e venda (CCI) .....	52
Anexo 5 – Sinais de compra e venda (DMI) .....	53
Anexo 6 – Sinais de compra e venda ( <i>Stochastic Oscillator</i> ).....	54
Anexo 7 – Sinais de compra e venda ( <i>Williams %R</i> ).....	55



## Lista de Figuras

<b>Figura 1</b> - Evolução da rentabilidade diária do futuro sobre o petróleo .....	26
<b>Figura 2</b> - Evolução da rentabilidade diária do futuro sobre o Euro Stoxx 50 .....	26
<b>Figura 3</b> - Evolução da rentabilidade diária do futuro sobre a Bitcoin.....	27
<b>Figura 4</b> – Distribuição empírica da taxa de rentabilidade diária dos futuros sobre o Petróleo.....	29
<b>Figura 5</b> – Distribuição empírica da taxa de rentabilidade diária dos futuros sobre o Euro Stoxx 50 .....	29
<b>Figura 6</b> – Distribuição empírica da taxa de rentabilidade diária dos futuros sobre a Bitcoin.....	30



## Lista de Tabelas

<b>Tabela 1</b> – Síntese das investigações empíricas sobre mercados de futuros .....	13
<b>Tabela 2</b> – Intervalos de tempo padrão de acordo com Murphy (1999) adotados para os sete indicadores de análise técnica .....	23
<b>Tabela 3</b> - Características de cada contrato estudado .....	25
<b>Tabela 4</b> - Estatísticas descritivas das rendibilidades diárias dos mercados de futuros .....	27
<b>Tabela 5</b> - Matriz de Correlações entre as rendibilidades obtidas dos contratos de futuros no período entre 2018 a 2022 (valores de $\rho$ ).....	30
<b>Tabela 6</b> - Performance dos indicadores de análise técnica (contrato de futuros sobre o Euro Stoxx 50).....	33
<b>Tabela 7</b> - Performance dos indicadores de análise técnica (contrato de futuros sobre a Bitcoin) .....	34
<b>Tabela 8</b> - Performance dos indicadores de análise técnica (contrato de futuros sobre o Petróleo) .....	35
<b>Tabela 9</b> - Rendibilidades líquidas obtidas ao longo do período de amostra dos indicadores técnicos para todos os mercados analisados .....	39



## Lista de Gráficos

<b>Gráfico 1</b> – Sinais de compra e venda do indicador MACD (Euro Stoxx 50 Futures em 2019).....	49
<b>Gráfico 2</b> - Sinais de compra e venda do indicador RSI (Crude Oil WTI Futures em 2019).....	50
<b>Gráfico 3</b> – Sinais de compra e venda do indicador Bollinger Bands (Bitcoin Futures CME em 2021).....	51
<b>Gráfico 4</b> - Sinais de compra e venda do indicador RSI (Crude Oil WTI Futures em 2019).....	52
<b>Gráfico 5</b> - Sinais de compra e venda do indicador DMI (Crude Oil WTI Futures em 2018).....	53
<b>Gráfico 6</b> – Sinais de compra e venda do indicador Stochastic Oscillator (Bitcoin Futures CME em 2018) .....	54
<b>Gráfico 7</b> - Sinais de compra e venda do indicador Williams %R (Crude Oil WTI Futures em 2019).....	55



## **Lista de Acrónimos**

AR (1) - *Autoregressive Model of order 1*

BB - *Bollinger Bands*

BCE - *Banco Central Europeu*

BTC - *Bitcoin*

CCI - *Commodity Channel Index*

CSI300 – *Chinese Stock Index 300*

DJIA - *Dow Jones Industrial Average*

DMI - *Directional Movement Index*

EGARCH - *Exponential Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity*

EMA - *Média Móvel Exponencial*

ETF - *Exchange Traded Fund*

GARCH-M - *Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity - in Mean*

HME - *Hipótese de Mercados Eficientes*

JB - *Jarque-Bera*

MA - *Moving Average*

MACD - *Moving Average Convergence/Divergence*

Nikkei 225 – *Japan 's Nikkei 225 Stock Average*

PSI 20 – *Portuguese Stock Index*

RSI - *Relative Strenght Index*

SMA – *Simple Moving Average*

SO – *Stochastic Oscillator*

S&P 500 - *Standard & Poor's 500*

WTI - *West Texas Intermediate*

VMA - *Volume Moving Average*

TRB - *Trading Range Break*



# Capítulo 1 – Introdução, relevância e objetivos do estudo

A Análise Técnica continua a ser, para muitos investidores, um método de apoio na tomada de decisões de investimento (Lo e Hasanhodzic, 2009), por ser uma ferramenta que permite um acompanhamento no curto prazo dos mercados especulativos. Smith *et al.*, (2016) evidenciam que a Análise Técnica é uma ferramenta que permite maior *performance* no momento de tomada de posições acertadas nos mercados financeiros, através da análise célere das informações financeiras. Mas os seus resultados estão longe de ser consensuais.

A presente dissertação tem justamente como objetivo, estudar a *performance* desta técnica em mercados de futuros. Serão utilizados diversos indicadores e a *performance* de cada um será analisada de forma isolada, depois da adoção de um conjunto de pressupostos que visam simular um ambiente de investimento realista.

A temática da Análise Técnica remonta ao século XIX, quando Charles Dow tentou prever o movimento das cotações do índice *Dow Jones Industrial Average*, através da aplicação de médias móveis das cotações de fecho. Tratar-se-ia de uma ferramenta de análise com valor para estudar o comportamento do preço do ativo, tendo como premissas que (i) as cotações de mercado descontam todos os fatores externos, (ii) os mercados movem-se em tendências e (iii) a história se repete. A previsão da evolução das cotações resulta meramente da análise da informação básica, como as rendibilidades históricas ou volumes de transação, não tendo em consideração fatores externos ao próprio mercado, que poderiam comprometer a entrada do investidor.

Apesar do número considerável de estudos, e com resultados contraditórios, sobre esta forma de investimento em mercados de capitais, verifica-se um *gap* em estudos sobre mercados de futuros. Com a generalização destes mercados, torna-se crucial perceber como os indicadores técnicos se comportam num tipo de mercado que permite um melhor *hedging* aos riscos económicos e financeiros, comparativamente aos mercados *spot*.

Esta dissertação encontra-se dividida em seis capítulos, sendo a presente Introdução o primeiro capítulo. No segundo capítulo é realizada uma revisão do corpo da literatura que aborda a origem e fundamentos da Análise Técnica, assim como temas relacionados com a mesma, nomeadamente a Hipótese de Mercados Eficientes e a Análise Fundamental. É, ainda neste capítulo, apresentada uma revisão da literatura, sendo feita uma abordagem desde os primeiros estudos até aos mais recentes em mercados de capitais e de futuros.

No terceiro capítulo é apresentada a metodologia, onde se encontram explicitadas as hipóteses de investigação e os métodos a utilizar, os pressupostos inerentes ao estudo e uma descrição de cada um dos indicadores técnicos utilizados.

No quarto capítulo é realizada a descrição dos dados, complementada com as estatísticas descritivas.

No quinto capítulo são expostos e discutidos os resultados obtidos para cada um dos indicadores técnicos.

Por fim, no sexto capítulo, são apresentadas as conclusões, contribuições e as limitações deste estudo, com apontamentos para futuras investigações.

## Capítulo 2 – Revisão da Literatura

### 2.1 - A eficiência dos mercados

Fama (1991), um dos pioneiros do conceito de eficiência de mercados, inicia a sua reinterpretação sobre a temática considerando que “*a hipótese de mercados eficientes é a simples afirmação de que as cotações dos títulos refletem plenamente toda a informação disponível*”. Por outras palavras, num mercado eficiente o preço atual de uma ação será uma boa estimativa para o seu valor intrínseco<sup>1</sup>.

A partir da década de 60<sup>2</sup>, o interesse pelo mecanismo de formação de preços foi o ponto de partida para trabalhos como os de Fama (1965) e Samuelson (1965). Os autores, a partir de observações em mercados bolsistas, obtêm evidências de que os preços oscilam de forma aleatória, sendo perdida a capacidade de previsão dos mesmos. Inicia-se, assim, a formulação da Hipótese de Mercados Eficientes (HME), de algum modo semelhante à Hipótese do Passeio Aleatório (ou *Random Walk Hypothesis*) formulada anteriormente (Kendall, 1953).

A HME propõe que os mercados bolsistas são extremamente eficientes a refletir a informação sobre ações individuais e acerca do mercado como um todo. Assim que surge nova informação, a mesma é imediatamente incorporada nos preços de mercado sem qualquer atraso (Malkiel, 2003). A teoria é associada com a ideia de “*random walk*”, que é um conceito que indica que as variações das cotações de “amanhã” refletir-se-ão com base somente na informação de “amanhã”, sendo totalmente independentes da informação de “hoje”, e das consequentes variações das cotações de “hoje”.

Não havendo qualquer caráter de dependência dos preços passados, os investidores ficam impossibilitados de obter retornos superiores aos de mercado com base na previsão dos preços futuros. Malkiel (2003) argumenta que, em resultado dessa imprevisibilidade, “*num mercado eficiente até os investidores mais desinformados, ao comprarem uma carteira diversificada, conseguirão obter os mesmos retornos que os investidores profissionais*”.

Apesar de se considerar que num “mercado eficiente” toda a informação disponível é incorporada nos preços dos ativos, é necessário definir com maior exatidão aquilo que

---

<sup>1</sup> Pode ser entendido como o preço justo de um instrumento financeiro. No entanto, como nem sempre esse preço é igual à cotação do mercado, o investidor deve saber calcular o valor intrínseco, de forma a retirar proveito de uma situação de sobrevalorização ou evitar prejuízo com a subvalorização desse título.

<sup>2</sup> Apesar de nesta década o estudo sobre a temática ter sido aprofundado, importa dizer que data de 1900 a primeira tese, do matemático francês Louis Bachelier, sobre a correlação linear em preços de derivados (futuros e opções). Bachelier defende que as mudanças sucessivas nos preços eram independentes e identicamente distribuídas (*random walk*), dada a aleatoriedade da informação.

se entende por “refletir totalmente”. Com este ponto de partida, Fama (1970) distinguiu três níveis de eficiência de mercado, em função da quantidade e tipo de informação refletida nos preços dos ativos: eficiência fraca, eficiência semiforte e eficiência forte.

A forma fraca da HME estabelece que os preços correntes de mercado incorporam totalmente a informação histórica das cotações e volumes transacionados. Nesta forma de eficiência, as cotações não contêm informações sobre o seu desempenho futuro. Quer isto dizer, que a rentabilidade atual é totalmente independente da rentabilidade futura, sendo impossível para o investidor obter retornos significativos recorrendo à informação que está disponibilizada para todos. As evidências empíricas desta forma de eficiência de mercado contrariam, assim, uma estratégia de investimento que recorra à análise técnica.

A forma semiforte da HME sugere que os preços de mercado atuais incorporam totalmente toda a informação pública disponível, i.e., cotações históricas, volumes transacionados, dados reportados nas demonstrações financeiras das empresas, expectativas em relação a fatores macroeconómicos, entre outros. Esta informação pública não tem de ser estritamente de natureza financeira, podendo ser económica ou social. Se os mercados forem eficientes na forma semiforte, então os preços ajustam-se imediatamente para refletir a informação pública disponível. Nesta forma de eficiência de mercados, a análise fundamental não permite gerar retornos significativos.

A forma forte da HME indica que os preços correntes incorporam totalmente toda a informação existente, tanto a pública como a privada, não havendo privilégio de informação. Nesta forma de eficiência, o mercado antecipa futuros desenvolvimentos de uma forma imparcial. Por conseguinte, os preços de mercado podem já ter incorporado informação pública e privada, podendo ser avaliados de uma forma mais objetiva e informativa. Qualquer estratégia de investimento, seja a análise técnica e/ou fundamental, não tem capacidade para gerar mais valias económicas.

Fama (1970) refere, também, que existem três premissas suficientes para que um mercado seja considerado eficiente: (i) ausência de custos de transação, (ii) toda a informação disponível ser gratuita a todos os participantes de mercado (eficiência informacional), e (iii) todos concordariam com as implicações das informações atuais para os preços atuais e distribuições dos preços futuros. O mesmo autor refere que num mercado eficiente “*existe um grande número de investidores racionais, geradores de lucro, constantemente em competição, em que cada um tenta prever o valor de mercado das ações, e onde informação importante é fornecida gratuitamente a todos os participantes*” (Fama, 1965).

No entanto, o autor reconhece que, em certa medida, nos mercados reais existem custos de transação, a informação não é gratuitamente disponibilizada e existe alguma discordância entre os investidores, pelo que o objetivo do trabalho empírico nesta área, passa por medir os efeitos destas variáveis na formação de preços.

## **2.2 - A Análise Técnica**

Como descrito anteriormente, o conceito de eficiência de mercado coloca em causa o uso de estratégias de investimento cuja finalidade é a previsão de dinâmicas das cotações nos mercados financeiros. No entanto, entrando no século XXI, a dominância intelectual da HME deixou de ser universalmente aceite. Vários economistas acreditavam que o comportamento dos preços dos ativos era parcialmente previsível, o que reabria a discussão sobre a possibilidade de se obterem retornos anormais.

Não obstante esta resistência à HME surgir na viragem do século XXI, os primeiros estudos sobre análise técnica surgem no final do século XIX<sup>3</sup>. Numa altura em que o mercado de capitais não era uma opção de investimento popular dada a falta de informação, Charles Dow publicou o primeiro índice de mercado de ações – *Dow Jones Industrial Average* (DJIA). O índice era calculado a partir das cotações de fecho diárias de 11 ações, nove de empresas do setor ferroviário e duas do setor industrial e era considerado por Dow uma boa indicação para o estado da economia do país.

No final do século XIX, Dow divulgou as suas ideias sobre o comportamento dos mercados financeiros no *The Wall Street Journal*, que viriam a servir de base à “*Dow Theory*” (Brock *et al.* 1992). A teoria, desenvolvida inicialmente para servir de barómetro do estado da economia, representava uma forma de analisar as oscilações das cotações nos mercados através do cálculo de médias móveis dos preços de fecho. Dow tentava prever o comportamento futuro dos preços dos ativos, criando, assim, a base da análise técnica (Cardoso e Lemos, 2010).

Posteriormente ao falecimento de Dow (1902), a teoria obteve seguimento dos autores William Hamilton, Rober Rhea e George Schaeffe que publicaram um livro que serviria de base para novas investigações. Cowles (1933), apesar de ter obtido resultados pessimistas, viu a sua investigação ser considerada um dos primeiros estudos empíricos da área a ser publicado em revistas científicas. Na sequência destes resultados e da aceitação (na época) da HME, nos anos seguintes, gerou-se um algum ceticismo no

---

<sup>3</sup> Ainda que Northcott (2009), refira que originalmente a análise técnica surgiu ainda no século XVIII quando o comerciante japonês Munehisa Homma acumulou uma fortuna equivalente a 10 mil milhões US\$ (nos dias de hoje) na negociação de contratos de futuros de arroz, através da técnica gráfica de “*candlestick*”.

campo científico sobre a forma como a análise técnica poderia ser utilizada para obter retornos significativos nos mercados bolsistas (Macedo *et al.* 2017).

Mais tarde, Murphy (1999) define a análise técnica como sendo “o estudo da ação do mercado, principalmente através da utilização de gráficos, com o objetivo de prever a evolução futura dos preços. O termo “ação do mercado” inclui as três principais fontes de informação disponível ao técnico – preços, volume, e open interest<sup>4</sup>”. Por outras palavras, a análise técnica é um método empírico que tenta reconhecer determinados padrões de comportamento passado dos preços, para que os investidores tentem perspetivar a sua evolução futura. Recorrendo a uma variedade de técnicas de previsão, os investidores tentam prever o momento de reversão de uma tendência, para que possam adotar uma posição no mercado (curta, longa ou fora de mercado), que lhes permita alcançar uma rentabilidade superior.

Murphy (1999) considera que a análise técnica assenta em três premissas:

(i) Os preços de mercado descontam tudo. É a ideia principal da análise técnica, em que todos os tipos de informação – fundamental, política, psicológica, económica, financeira, social e/ou natural – encontram-se refletidos nos preços de mercado. A cotação de um título, incorpora de forma imediata toda a informação passada e presente, representando um único número que resulta da ponderação de múltiplos fatores. Assume-se assim que, os participantes de mercado analisam constantemente a informação disponível e/ou privilegiada, para posteriormente ajustarem as suas posições no mercado.

(ii) O mercado move-se em tendência. A esta premissa, Murphy (1999) estende-se ao argumentar que “é mais provável que uma tendência em movimento continue do que inverta”. Os preços formam-se em tendências, que representam uma direção no mercado que perdura um período significativo, ainda que o autor considere que as tendências nem sempre são consistentes, podendo ser interrompidas por correções ou inversões<sup>5</sup>. Murphy (1999) refere que o objetivo de representar graficamente os preços de um ativo passa por “identificar tendências

---

<sup>4</sup> Posições abertas, isto é, número total de contratos de derivados (opções ou futuros) que já foram negociados e que ainda estão em vigor.

<sup>5</sup> Murphy (1999) identifica três tipos de tendências: *bearish*, *bullish* e lateral. Uma tendência *bearish* caracteriza-se pela queda efetiva das cotações ou a sua expectativa (tipicamente existe elevada pressão de venda e baixa pressão de compra), sendo o sentimento do investidor pessimista. Por outro lado, numa tendência *bullish* as cotações sobem ou espera-se que subam (existindo elevada pressão de compra e baixa pressão de venda). Uma tendência lateral, é uma condição no mercado em que os preços se movem numa margem relativamente curta (baixo nível de volatilidade) sem uma direção clara, tornando a tendência indefinida.

*nas fases iniciais do seu desenvolvimento com o objetivo de prever a direção das mesmas”.*

(iii) A história repete-se. A análise técnica baseia-se no estudo da psicologia humana, dado que o mercado surge do resultado das decisões, comportamentos e emoções de seres humanos. Os investidores, perante situações idênticas, têm padrões de comportamentos semelhantes entre si que tendem a não se alterar com o tempo. Isto significa que os investidores fazendo uma leitura dos padrões do passado, conseguem estimar os ciclos que os mercados terão no futuro.

Normalmente, os investidores recorrem à análise técnica num contexto de curto prazo, numa tentativa de previsão de tendências e respetivas inversões. A análise fundamental é mais valorizada para determinar o valor intrínseco de um investimento e identificar oportunidades de investimento num contexto de longo prazo (Lui e Mole, 1998). É uma forma de análise frequentemente utilizada por investidores que procuram identificar potenciais oportunidades de investimentos, a partir da compreensão dos fatores micro e macroeconómicos. Tal como Silva (2015) argumenta *“a análise fundamental congrega os dados ditos reais das empresas, indo beber às suas contas financeiras os elementos que permitem chegar a uma conclusão quanto ao verdadeiro valor da empresa e, conseqüentemente, ao valor justo da ação”.*

Murphy (1999) define-a como *“uma abordagem para analisar os mercados que tem em conta fatores como o estado global da economia, as taxas de juro, a produção, os ganhos e a gestão. Envolve analisar demonstrações financeiras, dados económicos e tendências da indústria para identificar oportunidades e riscos no mercado”.*

Para tal, o investidor examina todas as variáveis (económicas, financeiras, políticas e sociais) que influenciam o valor intrínseco do ativo. Se o valor intrínseco estiver abaixo do valor de mercado, o ativo está sobrevalorizado podendo ser tomada uma posição de venda. Inversamente, se o preço intrínseco estiver acima do valor de mercado, o ativo encontra-se em subvalorização, devendo ser assumida uma posição de compra.

Conclui-se que estas duas formas de análise se distinguem na forma de compreender os preços: a análise fundamental concentra-se nas causas dos movimentos das cotações, enquanto que a análise técnica preocupa-se com os efeitos, i.e., com os preços em si (Ferreira, 2008). Apesar das diferenças, o investidor não tem de se restringir a uma técnica de análise, podendo conjugar as duas formas para uma melhor compreensão e previsão das tendências do mercado.

## 2.3 - Indicadores de Análise Técnica

Embora a análise técnica tenha como base a análise gráfica para realizar o reconhecimento de tendências passadas, a evolução da área e a sua crescente quantificação, fez com que os investidores passassem a recorrer a fórmulas para identificar sinais de compra-venda.

Na análise gráfica, o investidor elabora um gráfico de preços do ativo e observa padrões ou figuras para identificar sinais de compra e venda, e a posição a assumir (Peixoto, 2001). No entanto, Murphy (1999) afirma que a análise gráfica pode tornar-se subjetiva, visto que dois investidores podem discordar se um dado padrão de preço é um *triângulo* ou um *head and shoulders* ou se os padrões de volume favorecem uma fase *bullish* ou *bearish*, por exemplo.

Por outro lado, os indicadores técnicos são fórmulas construídas sobre a informação passada do ativo (preços e volumes), que geram sinais de compra-venda e indicam tendências e as forças das mesmas. Esta análise quantitativa acaba por ser mais objetiva, dado que a identificação dos indicadores e os sinais detetados, serão iguais para os diferentes participantes de mercado.

Kirkpatrick e Dahlquist (2011) distinguem dois tipos de indicadores técnicos: indicadores de tendência e osciladores. Os autores definem indicadores de tendências como “*ferramentas que ajudam os investidores a identificar a direção e força de uma tendência no mercado*”. Assim, são indicadores que têm como propósito a identificação e sinalização do começo, fim ou reversão de uma tendência. Em geral, o seu cálculo passa pela média dos preços históricos de uma ação, sendo o preço de fecho a variável mais utilizada pelos investidores. A título de exemplo destes indicadores, existem as médias móveis, DMI ou as *Bollinger Bands*.

Por outro lado, Kirkpatrick e Dahlquist (2011) definem osciladores como “*indicadores que se movem num intervalo, tipicamente entre 0 e 100, e que são utilizados para identificar condições de sobrecompra e sobrevenda no mercado*”. Os osciladores são extremamente úteis em mercados instáveis, onde os preços flutuam de forma significativa, circunstância em que os indicadores de tendência são menos eficazes. Nesta categoria de indicadores incluem-se o RSI, *Stochastic Oscillator*, MACD, *Williams R%* ou o CCI.

## 2.4 - Estudos sobre a Análise Técnica

Por volta de 1960 surgem os primeiros estudos a abordarem de forma empírica o desempenho da análise técnica. Esta época inicial, caracteriza-se pela investigação de diversos sistemas de *trading*, nos quais se destacam as regras de filtro, médias móveis, ordens de *stop-loss*, vários osciladores *momentum* e força relativa (RSI).

Um dos primeiros trabalhos mais influentes foi realizado por Alexander (1961). O autor introduz as “regras de filtro”. É um sistema que gera um sinal longo (curto) quando o preço de fecho aumenta (diminui) num valor percentual pré-definido acima (abaixo) do seu mínimo (máximo) mais recente. Todas as oscilações de preços abaixo desse valor percentual pré-definido são ignoradas.

Anos mais tarde, Fama e Blume (1966) realizam um estudo extensivo sobre as regras de filtro de Alexander, tornando-se, também, num dos trabalhos mais notórios e influentes para a época. Os autores aplicaram este sistema de *trading* em 30 ações do DJIA num período compreendido entre 1956-1962. De todas as cotações analisadas, apenas três regras de filtro (0.5%, 1.0% e 1.5%) conseguiram gerar retornos médios anuais em posições longas superiores aos da estratégia *Buy-and-Hold*<sup>6</sup>. No entanto, os autores advertem que retornos anormais positivos em transações longas podem, afinal, ser negativos tendo em conta os custos de transações (Park e Irwin, 2007).

Posteriormente, diversos estudos aplicados a mercados cambiais e mercados de futuros obtiveram resultados robustos. Por exemplo, Leuthold (1972) aplicou seis regras de filtro em contratos de futuros sobre o gado vivo no período de 1965-1970. O autor concluiu que quatro regras de filtro são rentáveis após custos de transação, tendo obtido um retorno de 115.8% com o sistema de 3%. Sweeney (1986) no seu trabalho entre 1975 e 1980, aplicou diversas regras de filtro em 10 mercados de câmbio. O autor concluiu que em posições longas a partir de filtros de 0.5%, 1% e 2% obteve retornos superiores à estratégia passiva.

Houthakker (1961) no seu trabalho em mercados de futuros de *commodities*, entre 1921 e 1956, foi um dos primeiros autores a abordar o sistema técnico baseado em ordens de *stop-loss*<sup>7</sup>. Apesar dos rendimentos obtidos não serem significativos, Houthakker (1961) defende que a utilização de limites, especialmente para limitar perdas, proporciona melhores retornos. Similarmente, Van Horne e Parker (1967) e James

---

<sup>6</sup> A estratégia passiva *Buy-and-Hold*, tal como o nome indica, assume que é gerada uma ordem de compra do instrumento financeiro, no caso um derivado e, somente no final do horizonte do investimento, será emanada a ordem de venda.

<sup>7</sup> Segundo Park e Irwin (2007), as ordens de *stop-loss* geram um sinal de venda quando a cotação cai abaixo de limiar pré-definido. É, portanto, uma técnica de proteção para os investidores.

(1968) concluíram que diversos sistemas de *trading* que se baseiam em “médias móveis” sobre as cotações históricas dos títulos não têm capacidade para gerar rendimentos superiores à estratégia passiva.

Levy (1967) testou diversas variações do sistema técnico “força relativa” numa amostra de 200 ações do índice S&P 500 num período compreendido entre 1960 e 1965. O autor aplicou duas regras ( $x=10\%$  e  $K=160$ ;  $x=5\%$  e  $K=140$ ) que renderam retornos superiores em cerca de 10% comparativamente com a estratégia *Buy and Hold*. Não obstante estes resultados e em extensão a este trabalho, Jensen e Bernington (1970)<sup>8</sup> replicaram as duas regras de Levy (1967). Após terem considerado os custos de transação, obtiveram retornos inferiores em -0.31% e -2.36% comparativamente com a estratégia passiva, encontrando, assim, evidências a favor da Hipótese de Mercados Eficientes.

De acordo com Park e Irwin (2007), verifica-se que nas primeiras décadas de estudo da análise técnica, os estudos em mercados acionistas demonstram alguma limitação nas evidências sobre a *performance* dos sistemas de análise técnica. Já investigações em mercados cambiais e mercados de futuros obtêm alguns resultados positivos. No entanto, a maioria dos estudos apresentam algumas limitações quanto aos seus procedimentos. A título de exemplo, alguns só consideram um ou dois sistemas de *trading*, verifica-se a ausência de testes de significância estatística e a falta de ponderação por problemas relacionados com o *data snooping*<sup>9</sup>.

Em resultado das ineficiências procedimentais mencionadas e dos resultados que demonstram alguma incapacidade dos sistemas de análise técnica, a partir da década de 80 os estudos aumentaram a sua complexidade. A melhor quantificação dos indicadores técnicos ajudou à revitalização da análise técnica, aumentando o ceticismo sobre a Hipótese de Mercados Eficientes.

O trabalho de Lukac *et al.* (1988)<sup>10</sup> é considerado por alguns como o primeiro estudo da era moderna da análise técnica, sendo referência para investigações posteriores. Os autores consideraram 12 sistemas de *trading* já com a capacidade de gerar sinais longos e curtos, os testes de significância fora da amostra e, ainda, mediram a

---

<sup>8</sup> Jensen e Bernington (1970) recorreram à aplicação da “Força Relativa” em 29 amostras independentes de 200 ações do índice bolsista de Nova Iorque, entre 1931 e 1965.

<sup>9</sup> *Data snooping* refere-se à prática de se testar repetidamente uma hipótese ou modelo na mesma amostra de dados até que um resultado significativo surja. Este efeito pode causar incerteza na fiabilidade das estratégias construídas a partir dos indicadores técnicos. Na presente investigação não será considerado este fator, por ser uma prática recorrente em investigações que envolvem um vasto conjunto de indicadores técnicos.

<sup>10</sup> Este artigo é considerado nesta dissertação como o primeiro estudo moderno, dado que foi um dos primeiros estudos que melhorou substancialmente os procedimentos para análise da *performance* dos indicadores técnicos, comparativamente com os primeiros estudos acerca deste assunto.

performance dos sistemas após o desconto dos custos de transação e o risco. A investigação incidu sobre o período 1978 a 1984 em mercados de *commodities* e em futuros financeiros. Sete dos doze sistemas obtiveram resultados significativamente superiores a zero. Assim, os investigadores evidenciam que é possível identificar sistemas de análise técnica com uma rendibilidade superior à estratégia de *Buy-and-Hold*, com base nos preços de fecho históricos.

Mais tarde, Brock *et al.* (1992) publicaram o primeiro estudo *Model-based Bootstrap*, que é uma metodologia que aplica testes de significância aos retornos, superando algumas ineficiências dos convencionais *t-tests* (Park e Irwin, 2007). Na investigação de Brock *et al.* (1992)<sup>11</sup> foram testadas 26 estratégias simples, entre 1897 e 1986, no índice DJIA. Os autores demonstraram que aplicação de estratégias simples, como médias móveis ou linhas de suporte e de resistência, conseguem gerar retornos significativamente positivos, principalmente em posições longas. Os autores ainda reconheceram o problema de *data snooping*, mitigando-o com a utilização de série longa de dados e enfatizando a robustez dos resultados em vários subperíodos não sobrepostos.

Em seguida, Sullivan *et al.* (1999) aplicam a metodologia de *Bootstrap Reality Check* no DJIA, que permite quantificar diretamente o efeito de *data snooping*, através da avaliação da *performance* do melhor sistema de *trading*. Os autores recorrem ao mesmo período de amostra de Brock *et al.* (1992) (1897 a 1986) para testes dentro da amostra e examinam 10 anos adicionais, entre 1987 a 1996, para testes fora da amostra. Ainda consideraram o índice de futuros do S&P 500 entre 1984 a 1996. Aplicaram 8000 estratégias, dentro das quais estão as 26 estratégias de Brock *et al.* (1992), com duas medidas de *performance*, como o retorno médio anual e o rácio de Sharpe. Os resultados indicaram que a média móvel de 5 dias era a melhor técnica, gerando um retorno médio anual de 17.20%, tendo em conta custos de transação de 0.27%.

Nesta altura, surgem os estudos de programação genética. Este procedimento, apresentado por Koza (1992), caracteriza-se pela reprodução aleatória computadorizada de um conjunto de soluções potenciais para um problema específico. Esta metodologia aplicada aos sistemas de *trading*, realiza-se a partir de cotações históricas, constantes numéricas e lógicas e funções lógicas (Park e Irwin, 2007).

O primeiro estudo a aplicar programação genética foi realizado por Allen e Karjalainen (1999). Neste trabalho, os autores utilizaram as cotações diárias do S&P 500 entre 1928

---

<sup>11</sup> Brock *et al.* (1992) compararam os valores da série de Dow com distribuições empíricas de modelos econométricos que medem a volatilidade do mercado, como os modelos autoregressivos GARCH-M, EGARCH e AR (1). Recorreram ainda a uma simulação *random walk*.

e 1995. Os resultados indicam que os sistemas de *trading* otimizados pela programação genética não geram retornos consistentes comparativamente com a estratégia passiva, após o ajustamento dos custos de transação. Estes resultados pouco satisfatórios vão de encontro com as conclusões de Wang (2000) e Neely (2003). Os autores indicam que, nos mercados *spot* e de futuros sobre o índice S&P 500, os sistemas de *trading* otimizados pela programação genética, não têm capacidade de gerar uma rentabilidade superior à estratégia *Buy-and-Hold*.

Roberts (2003), no seu estudo em mercados de futuros sobre *commodities*, evidencia que os sistemas de *trading* “genéticos” produzem retornos médios anualizados significativamente superiores aos retornos da estratégia *Buy-and-Hold* em mercados de futuros sobre o trigo, mas não em mercados de futuros sobre milho e soja.

Park e Irwin (2007) concluem que a programação genética proporciona resultados parcialmente satisfatórios em mercados de *commodities*, enquanto que em mercados acionistas não se obtêm retornos francamente positivos.

Em Portugal, o estudo da análise técnica aplicado ao mercado bolsista português ainda é pouco desenvolvido. No entanto, existem algumas investigações a destacar que utilizaram metodologias de avaliação mais comuns. Silva (2001) foi um dos primeiros autores a testar a rentabilidade da análise técnica ao mercado acionista português. Analisou as cotações históricas da bolsa portuguesa entre 1988 e 2000, aplicando um conjunto de 50 variações das médias móveis e suportes e resistência, assumindo três valores alternativos para os custos de transação (0.00%, 0.25% e 0.50%). A maioria das regras obteve retornos superiores aos da estratégia passiva, tendo o melhor sistema gerado um excesso de rentabilidade na ordem dos 17%, enquanto o pior sistema obteve uma rentabilidade média anual inferior à estratégia de *Buy-and-Hold* em 4.38%. Estes resultados põem em causa a existência de eficiência na forma fraca no mercado de capitais português.

Anos mais tarde, Osório (2010) testou o MACD e o RSI no PSI20, no período compreendido entre 2001 e 2009. Os resultados obtidos demonstram que uma estratégia de investimento com a aplicação do MACD permite obter retornos de forma consistente, principalmente se for aplicado a um longo período. Por outro lado, o RSI demonstrou ser um sistema que não consegue fornecer muitos momentos de entrada e saída, fazendo com que o investidor fique “preso” na sua posição. Posto isto, este sistema não obteve resultados satisfatórios.

Na Tabela 1 encontra-se uma síntese dos estudos que avaliaram o desempenho da análise técnica em mercados de futuros com as respetivas conclusões.

**Tabela 1** – Síntese das investigações empíricas sobre mercados de futuros

<b>Autores</b>	<b>Mercado</b>	<b>Período</b>	<b>Frequência de trading</b>	<b>Custos de transação, roll-over, alavancagem</b>	<b>Métricas de performance</b>	<b>Indicadores técnicos</b>	<b>Conclusões</b>
Boyd e Brorsen (1991)	7 mercados de futuros de <i>commodities</i>	1960-1986	Mensal	Considerados	Média de retorno anual e rácio de <i>Sharpe</i>	MA, regras de filtro, RSI, parabólica direcional, CCI	Em média, as 35 combinações de sistemas obtiveram retornos de 50 % após custos de transação.
Raj e Thurston (1996)	Hang Seng Futures Index	1989-1993	Diária	Não considerados	Média de retorno anual	MA de 1/50, 1/200, 5/150 dias, com banda de 0% ou 1%. TRB de 50, 150 e 200 dias, com bandas de 0% ou 1%	Retornos médios pouco significativos para os sistemas de médias móveis, dando algum suporte à HME na forma fraca. 4 dos 6 sistemas de TRB geraram retornos significativos positivos, comparativamente com a <i>Buy-and-Hold</i> .
Park e Irwin (2010)	17 mercados de futuros, dos quais S&P 500, petróleo e <i>commodities</i>	1985-2004	Diária	Considerados	Média de retorno anual e teste SPA	14 sistemas de <i>trading</i> , dos quais DMI, regras de filtro, MACD, EMA e RSI	Na generalidade, os indicadores técnicos não demonstraram ter capacidade de gerar rendibilidade anormal, após as correções dos custos de transação e <i>data snooping</i> .
Yen e Hsu (2010)	10 mercados de futuros, dos quais o de petróleo	2003-2007	Diária (5 minutos antes do fecho do mercado)	Considerados	Rácio de <i>Sortino</i> e teste SPA	MA, regras de filtro, MFI-RSI, volume, <i>momentum</i>	Dos 8061 indicadores técnicos, só 9 conseguiram bater a estratégia <i>Buy-and-Hold</i> com retornos significativos. Sugere-se alguma eficiência de mercado.
Olasolo <i>et al.</i> (2016)	Mercado de futuros sobre o IBEX 35	2001-2012	Intradiária (1, 5 e 15 minutos), diária e semanal	Não considerados	Retorno médio anual	Média Móvel Exponencial	A implementação de estratégias de investimento dinâmicas permite gerar maior rendimento anual, comparativamente com uma estratégia passiva. A HME na forma fraca é rejeitada no mercado de futuros do IBEX 35.
Li <i>et al.</i> (2017)	46 contratos de futuros de <i>commodities</i> na China	2003	Diária	Considerados	Rácio de <i>Sharpe</i> , retorno de excesso anual	MA, EMA, MACD, <i>momentum</i> e OBV	Evidências robustas de que os indicadores técnicos superaram em 50% a estratégia de <i>Buy-and-Hold</i> , após custos de transação.
Psaradellis <i>et al.</i> (2018)	Mercado de futuros de petróleo WTI	2007-2016, dividido em 4 subperíodos	Diária	Considerados	Teste SPA, retorno médio, rácios de <i>Sharpe</i> e <i>Calmar</i>	MA, regras de filtro, suporte e resistência, TRB e OBV	Não existe uma performance consistente dos indicadores técnicos. Os retornos positivos obtidos são pouco significativos, dando algum apoio à HME na forma fraca.
Chen <i>et al.</i> (2018)	CSI300 Stock Index Futures	2012-2016	Intradiárias (15s, 30s e 60s)	Considerados	Teste SPA e rácio de <i>Sharpe</i>	MA, SO e <i>Bollinger Bands</i>	Após as correções dos custos de transação, as estratégias deixam de gerar retornos significativos.
Banga e Brorsen (2019)	Mercado de futuros sobre milho, moeda, taxa de juro e gado	1969-2016	Diária	Considerados	Retorno médio anual	MA, RSI, CCI, SO	Na generalidade, os osciladores obtiveram uma rendibilidade superior à dos indicadores de tendência na negociação diária.

Corbet <i>et al.</i> (2019)	Bitfinex (Bitcoin)	2014-2018	Intradiária (1 minuto)	Não considerados	Retorno por minuto	VMA com banda de 0% ou 1%. TRB com banda de 1%.	Para negociar Bitcoin a VMA com uma banda de 1% é a estratégia que mais rentabilidade gera. Os retornos acabam por ser significativos quando se utiliza uma MA de 1 e 2 minutos.
Grobys <i>et al.</i> (2019)	11 mercados de criptomoedas incluindo a Bitcoin (BTC)	2016-2018	Diária	Não considerados	Retorno médio anual	VMA de 20,50,100,150 e 200 dias	Todas as VMA apresentaram retornos positivos estatisticamente significativos no mercado de Bitcoin. 6 dos 11 mercados mostram retornos significativos positivos, com um nível de significância de 10%.
Gerritsen <i>et al.</i> (2019)	Bitcoin (BTC)	2010-2018	Diária	Não considerados	Rácio de <i>Sharpe</i>	MA de 1/50, 1/150 e 1/200 dias, MACD, RSI, <i>Bollinger Bands</i> (20,2), ROC, TRB e OBV	Na generalidade, os indicadores técnicos geraram retornos positivos significativos. Obtêm-se evidências contra a HME na forma fraca no mercado de Bitcoin.
Resta <i>et al.</i> (2020)	Bitcoin (BTC)	2012-2019	Intradiárias (5 minutos) e diária	Não considerados	Retorno médio anual, rácios de <i>Sharpe</i> e <i>Sortino</i>	MA de 1/12, 1/24 e 1/72 dias, EMA, <i>Bollinger Bands</i> 12,24 e 72 dias e RSI de 12,24 e 72 dias	Utilizando a frequência intradiária, a estratégia passiva demonstrou ser mais rentável, comparativamente com os indicadores de tendência. Inversamente, recorrendo a dados diários, os indicadores demonstraram maiores retornos. Surgem evidências de ineficiência informacional.
Kang (2021)	Nikkei 225 Futures	2011-2019	Diária	Considerados	Retorno médio	MACD (12,26,9) dias	O sistema técnico utilizado gerou retornos negativos.
Chiang <i>et al.</i> (2021)	19 mercados de futuros, dos quais petróleo e outros <i>commodities</i>	1995-2015	Diária e semanal	Considerados	Retorno médio anual, teste SPA e rácio de <i>Sharpe</i>	MA, RSI, TRB, VMA e padrões <i>candlestick</i> de 5 dias	A maioria dos sistemas são capazes de gerar retornos quando existe um preço médio de saída para o período de detenção. Rentabilidade obtida com um nível de significância de 5% após <i>data snooping</i> , até um custo de transação <i>break-even</i> de 0.025%.

## Capítulo 3 – Metodologia

### 3.1 - Objetivos e Hipóteses de Investigação

O principal objetivo do presente estudo é a análise e comparação da rendibilidade gerada através da aplicação, de forma isolada, de indicadores de Análise Técnica. Como a utilização dos indicadores técnicos implica uma estratégia de investimento ativa, foram seguidos os sinais de compra e venda emanados pelos mesmos. Assim que o indicador técnico gerou um sinal de compra, adotou-se uma posição longa no contrato de futuros, mantendo-se a posição até novo sinal de saída e, inversamente, com um sinal de venda, adotou-se uma posição curta no contrato de futuros, tendo a posição sido mantida até novo sinal de entrada.

Adotou-se a metodologia de Yen e Hsu (2010) para o cálculo da taxa de rendibilidade, no final de cada dia, de acordo com o respetivo mercado e indicador técnico. Assim:

$$r_t = \frac{\delta_{t-1} \times (p_t - p_{t-1}) \times TC - CT}{MB_{t-1}} \times \frac{MB_{t-1}}{|MB_{t-1}| + |CB_{t-1}|} + R_{f,t} \times \frac{CB_{t-1}}{|MB_{t-1}| + |CB_{t-1}|} \quad (1)$$

Em que  $\delta_{t-1} = 1$  para posição longa, 0 para posição neutra e -1 para posição curta no dia  $t-1$ . TC e CT referem-se à *Dimensão do contrato* e ao *Custo de transação*, respetivamente.  $p_t(p_{t-1})$ ,  $MB_t(MB_{t-1})$  e  $CB_t(CB_{t-1})$  significam, respetivamente, *Preço de Fecho*, *Margem da conta* e *Saldo Disponível* da conta do dia  $t$  (dia  $t-1$ ).  $R_{f,t}$  refere-se à taxa de juro sem risco, que está associada a um investimento considerado livre de risco. Havendo excedente, o investidor poderia aplicar este capital em produtos que remunerassem sem risco, no entanto, no período em estudo, vivia-se um contexto económico em que as taxas de juro eram nulas, pelo que  $R_{f,t}$  foi considerado zero.

Tal como a Tabela 1 mostra, as investigações que se debruçaram sobre mercados de futuros revelam diferenças significativas quanto ao período de amostra utilizado, mercados em estudo e metodologia. No entanto, apesar da diversidade metodológica, a maioria considera que “*para determinar se os retornos ajustados ao risco da análise técnica são significativos, os rácios de Sharpe das estratégias de análise técnica são frequentemente comparados com os de uma estratégia benchmark como a estratégia Buy-and-Hold*” (Park e Irwin, 2007).

No entanto, acredita-se que avaliar o risco assumido no investimento somente a partir do rácio de *Sharpe* poderá ser insuficiente para a construção de um portfólio ótimo (Jondeau e Rockinger, 2006), pelo que se optou por calcular o rácio de *Sortino*. É um

rácio amplamente utilizado neste tipo de estudo, sendo uma alternativa ao rácio de *Sharpe* que se baseia nas medidas de “*downside risk*”. Ao invés de adotar como modelo de risco o desvio padrão das rendibilidades, adota a “*downside deviation*” (Sortino e Price, 1994).

Apesar de habitualmente utilizada como estratégia *benchmark*, a estratégia *Buy-and-Hold* não foi adotada para o presente estudo. Nos mercados de futuros a decisão de “*Buy*” (comprar) não é uma decisão passiva. Isto, porque também seria possível adotar em futuros uma posição curta inicial e manter indefinidamente essa posição numa estratégia que podia ser designada por “*Sell-and-Hold*”.

Por último, recorreu-se ao cálculo da taxa de rendibilidade líquida média diária em cada ano.

Desta forma, propõem-se as seguintes Hipóteses de Investigação:

Hipótese 1: A aplicação dos indicadores técnicos estudados não proporciona uma rendibilidade líquida e ajustada ao risco positiva nos mercados de futuros.

Hipótese 2: Existe uma diferença significativa entre a rendibilidade líquida obtida dos indicadores de tendência com a dos osciladores.

### **3.2 - Pressupostos**

De forma a testar as Hipóteses de Investigação num cenário minimamente realista, formulou-se um conjunto de pressupostos para a simulação dos investimentos. Foram considerados os seguintes pontos:

a) As operações em bolsa incorrem em custos de transação (motivadas pelo *spread bid-ask*, comissões e outras taxas) associados ao número de operações executadas, ao mercado de atuação e até do ativo negociado. Locke e Venkatesh (1997) estimam que os custos de transação nos mercados de futuros se situam num intervalo entre 0.0004% e 0.033%. Para esta dissertação assumiu-se um valor de 0.1%, que se considera prudente, uma vez que a necessidade de executar operações de *roll-over* nos vencimentos dos contratos poderá aumentar a frequência de abertura e fecho de posições, implicando maiores custos.

b) Tipicamente o contrato de futuros não é divisível, no sentido em que não é possível negociar ou fechar somente uma fração do mesmo. No entanto, para efeitos de cálculo da rendibilidade média diária da carteira, assumiu-se que o contrato é fracionável, sendo ignorada a regra de indivisibilidade.

c) Em situações reais, assim que o saldo disponível da conta do investidor cai abaixo da margem de manutenção estipulada pela bolsa de futuros, surge a *margin call* sendo exigido ao investidor o depósito de fundos para reforçar o saldo. Sem este reforço, a bolsa pode avançar para a liquidação da posição do investidor. Assim, assumiu-se que nestas situações o investidor se financia, tendo sido seguida a metodologia de Yen e Jsu (2010), assumindo que a margem de manutenção correspondia a 75% da margem inicial.

d) Na abertura de uma posição sobre um contrato de futuros, é requerido um depósito que se denomina de “margem inicial” perante a bolsa. Esta margem inicial corresponde a uma percentagem (%) do valor total da dimensão do respetivo contrato (ver Tabela 3), que serve de colateral pelas negociações (Li *et al.* 2017). Estipulou-se uma margem inicial de 10% para os mercados de futuros sobre o petróleo e o EuroStoxx 50 e uma margem inicial de 50% para o mercado de futuros sobre a Bitcoin.

e) Uma vez que a dimensão do contrato influencia a amplitude dos ganhos/perdas causados pelas oscilações das cotações, qualquer ganho/perda com base no próprio preço dos futuros foi multiplicado pela dimensão real do respetivo contrato. O ganho (perda) resultante foi então adicionado (subtraído) ao saldo disponível do dia anterior.

f) A carteira teórica terá um montante inicial de 100.000 € e será liquidada no final do horizonte de investimento estipulado.

### **3.3 - Indicadores Técnicos**

Com a evolução do campo da Análise Técnica, os agentes económicos têm uma escolha cada vez mais vasta de indicadores técnicos. Posto isto, foram selecionados para a investigação alguns dos mais utilizados nos mercados financeiros: MACD, RSI, *Bollinger Bands*, CCI, DMI, *Stochastic Oscillator* e *Williams %R*. Os indicadores mencionados serão analisados de forma isolada.

Dadas as duas qualidades de indicadores empregues no estudo, é expectável que surja uma disparidade de resultados, que poderá ajudar a indicar o tipo de indicador mais adequado a cada um dos contratos de futuros abordados (Kamble, 2017).

### 3.3.1 - *Moving Average Convergence Divergence (MACD)*

O MACD, desenvolvido por Gerald Appel nos anos 70, é um indicador que analisa a força, direção e o ciclo de tendência das variações dos preços, a fim de identificar o *timing* da entrada e saída do mercado. O indicador recorre a duas linhas:

1. *Linha MACD* - é calculada a partir da diferença entre duas EMA<sup>12</sup> dos preços de fecho do ativo. Segundo Murphy (1999) a EMA de 12 dias ( $EMA_{12}$ ) e a EMA de 26 dias ( $EMA_{26}$ ) são as mais utilizadas para o seu cálculo.

$$MACD = EMA_{12} - EMA_{26} \quad (2)$$

2. *Linha de sinal* - é a EMA de 9 dias da linha MACD. Os sinais de compra-venda são gerados com a interseção de ambas as linhas. Assim:

$$MACDSINAL = EMA_9(MACD) \quad (3)$$

O sinal de venda surge quando a linha MACD interseta para cima da linha de sinal ( $MACD \geq MACDSINAL$ ). Quando a linha MACD cruza para baixo da linha de sinal ( $MACD \leq MACDSINAL$ ), ocorre o sinal longo. A utilização desta técnica está ilustrada em Anexos (Anexo 1).

### 3.3.2 - *Relative Strength Index (RSI)*

O RSI (Wilder, 1978) é um indicador que mede a aceleração das tendências *bullish* e *bearish* de um instrumento financeiro. Quando o valor do RSI sobe, significa que a força ascendente do mercado é superior à força descendente. Inversamente, quando o valor do RSI desce, significa que o mercado é mais *bearish* do que *bullish*. O indicador é medido num intervalo entre 0 e 100, em que tipicamente a ação considera-se sobrevalorizada atingindo-se o valor 70 e sobrevendida abaixo do valor 30 (Murphy, 1999). Quando o índice do sistema RSI supera o valor de 70, atinge um pico e volta a intersetar o valor de 70, gera um sinal de compra. O RSI gera um sinal de venda quando o índice cai abaixo de 30 e volta a cruzar o 30. O RSI é definido da seguinte forma:

$$RSI = 100 - \frac{100}{1 + RS} \quad (4)$$

---

<sup>12</sup> A Média Móvel Exponencial (EMA, em inglês) é indicador de análise técnica bastante versátil, dado que dá maior ponderação a preços de fecho mais recentes, comparativamente às cotações de fecho mais antigas, atenuando oscilações extremas nas cotações (Murphy, 1999).

com:

$$RS = \frac{U}{D}$$

A Força Relativa (*RS*) é determinada através do quociente entre a média diária das variações absolutas positivas dos preços de fecho nos últimos 14 dias (*U*) com a média diária das variações absolutas negativas dos preços de fecho nos últimos 14 dias (*D*). Para uma aplicação em concreto ver em Anexos (Anexo 2).

### **3.3.3 - Bollinger Bands (BB)**

As *Bollinger Bands*, desenvolvidas por John Bollinger em 1980, são um indicador que mede o nível de oscilação da cotação do título em relação às suas cotações anteriores. São construídas duas linhas simétricas paralelas à EMA, uma por cima e outra por baixo, criando duas bandas. A EMA corresponde à tendência do preço do ativo e as bandas representam as divergências máximas e mínimas dos preços. Estas bandas reagem conforme a volatilidade do preço do instrumento financeiro: expandem quando a volatilidade aumenta e contraem quando a volatilidade diminui. Assim, o sistema identifica posições de sobrevenda e sobrecompra com base na volatilidade do ativo. Murphy (1999) refere que a EMA deve corresponder aos últimos 20 dias. Para construir as *Bollinger Bands* é necessário calcular previamente o desvio-padrão ( $\sigma$ ) para medir a volatilidade. Assim:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(P_1 - EMA)^2 + (P_2 - EMA)^2 + \dots + (P_n - EMA)^2}{n}}$$

Ao adicionar um desvio-padrão à EMA constitui-se a banda superior e, inversamente, ao subtrair um desvio-padrão à EMA surge a banda inferior. Então:

$$BBSUPERIOR = EMA + \sigma \quad (5)$$

$$BBINFERIOR = EMA - \sigma \quad (6)$$

O sinal de venda surge quando a cotação ultrapassa a banda superior, ou seja,  $P_n > EMA + \sigma$ . O sinal longo ocorre quando a cotação vai abaixo da banda inferior, ou seja,  $P_n < EMA - \sigma$ . A aplicação desta técnica está ilustrada nos Anexos (Anexo 3).

### 3.3.4 - Commodity Channel Index (CCI)

O CCI (Lambert, 1980) mede a variação do preço de um instrumento financeiro a partir da sua média estatística. O oscilador é construído de forma que os seus valores extremos caiam acima de +100 e abaixo de -100. Uma oscilação abaixo de -100 representa uma condição de sobrevenda e uma oscilação acima de +100 representa uma condição de sobrecompra. Murphy (1999) considera um período de 20 dias para o CCI.

Como primeiro passo para construir este oscilador é necessário calcular o Preço Típico ( $TP_i$ ) para o dia  $i$ , através da soma do máximo, mínimo e preço de fecho do ativo. Assim:

$$TP_i = \frac{(H_i + L_i + P_i)}{3} \quad \{i = 1, 2, \dots, n\}$$

Posteriormente, calcula-se uma média móvel simples (SMA) dos  $n$ -dias dos preços típicos calculados no passo anterior. Então:

$$MV_{hoje} = \frac{TP_1 + TP_2 + \dots + TP_n}{n}$$

Para cada um dos  $n$ -dias anteriores, subtrai-se o valor do Passo 2 ( $MV_{hoje}$ ) do valor do Passo 1 ( $TP_i$ ):

$$R_i = |TP_i - MV_{hoje}|$$

Calcula-se a SMA de valores absolutos de cada resultado do cálculo anterior no período de  $n$ -dias. Multiplica-se este valor por 0.015. Portanto:

$$MV_R = \frac{(R_1 + R_2 + \dots + R_n)}{n} \times 0.015$$

Por último, subtrai-se o valor do Passo 2 ( $MV_{hoje}$ ) do valor do Passo 1 ( $TP_i$ ) e divide-se esta diferença pelo valor do Passo 4 ( $MV_R$ ):

$$CCI_{hoje} = \frac{TP_i - MV_{hoje}}{MV_R} \quad (7)$$

No sistema CCI, um sinal de compra é gerado quando o índice se encontra abaixo de -100 e volta para cima, enquanto o sinal de venda surge quando o índice está acima de +100 e volta para baixo. Para melhor perceber o funcionamento, consultar os Anexos (Anexo 4).

### 3.3.5 - Directional Movement Index (DMI)

O DMI, criado por John Weller em 1978, é um indicador que compara o intervalo de preços de um ativo num dado dia, com o intervalo de preços do dia anterior. O objetivo é determinar a direção que a cotação do ativo está a seguir e a força desse movimento nesse período. Para tal, o DMI é um sistema que utiliza dois indicadores de movimento direcional, o indicador de movimento direcional positivo (+DI) e o indicador de movimento direcional negativo (-DI). O +DI ocorre quando o máximo de “hoje” é superior ao máximo de “ontem”. O -DI ocorre quando o mínimo de “hoje” estiver abaixo do mínimo de “ontem”. Para calcular estes dois indicadores, considera-se que  $+DM_t$  é o movimento direcional positivo e  $-DM_t$  como sendo o movimento direcional negativo no dia  $t$ . Então:

$$\begin{aligned} +DM_t &= H_t - H_{t-1} \{se H_t > H_{t-1}\} \\ -DM_t &= L_{t-1} - L_t \{se L_t < L_{t-1}\} \end{aligned}$$

Com  $H_t$  a representar o máximo do dia  $t$  e  $L_t$  a representar o mínimo do dia  $t$ .

$TR_t$  representa o “verdadeiro intervalo” da ação no dia  $t$  e é calculado da seguinte forma:

$$\begin{aligned} TR_t &= H - L \{se L_{t-1} \geq L_t\} \\ \text{i.} \quad &H_t - H_{t-1} \{se L_{t-1} < L_t\} \\ \text{ii.} \quad &L_{t-1} - L_t \{se H_t < H_{t-1}\} \end{aligned}$$

O movimento direcional positivo para  $n$ -dias é calculado da seguinte forma:

$$+DI = \frac{(+DM_1 + (+DM_2) + \dots + (+DM_n))}{(TR_1 + TR_2 + \dots + TR_n)} \quad (8)$$

E o movimento direcional negativo para  $n$  períodos é calculado da seguinte maneira:

$$-DI = \frac{(-DM_1 + (-DM_2) + \dots + (-DM_n))}{(TR_1 + TR_2 + \dots + TR_n)} \quad (9)$$

O +DI a interseção com o -DI para cima sinaliza uma tendência *bullish*, gerando um sinal de compra. Quando o +DI interseção com o -DI para baixo, existe uma tendência *bearish*, ocorrendo um sinal de venda. O Anexo 5 ilustra a aplicação desta técnica.

### 3.3.6 - *Stochastic Oscillator (SO)*

O SO, desenvolvido por George Lane na década de 50, procura medir a posição relativa do preço de fecho atual em relação ao intervalo de preços de um dado período, que normalmente são 14 dias (Murphy, 1999). É um tipo de sistema que se baseia no princípio que os preços tendem a aproximar-se do limite do intervalo antes de reverterem. Assim, os movimentos dos preços de fecho dentro do intervalo podem dar indicações dos movimentos futuros do mercados e respetivas reversões. O SO formula-se da seguinte forma:

$$\%K = \frac{P_t - L_n}{H_n - L_n} \quad (10)$$

De seguida, calcula-se uma SMA de  $n$ -dias da linha %K para a suavizar. Deste novo cálculo surge uma linha média que se denomina %K Lenta. Após este passo, aplica-se uma média móvel da %K Lenta, denominada %D Sinal. Escolhem-se os níveis de sobrecompra e sobrevenda. Murphy (1999) indica que leituras acima de 80 devem ser consideradas níveis de sobrecompra e leituras abaixo de 20 devem ser consideradas em fase de sobrevenda.

Quando a %D Sinal interseta para baixo do nível de sobrevenda e volta para cima, é gerado um sinal longo. Quando a %D Sinal ultrapassa o nível de sobrecompra e volta para baixo, surge um sinal curto. A utilização desta técnica está exemplificada no Anexo 6.

### 3.3.7 - *Williams %R*

O *Williams %R*, criado por Larry Williams, é um oscilador muito semelhante ao SO, que compara o preço de fecho atual com os preços que ocorreram num dado período, que geralmente são 14 dias (Murphy, 1999). O *Williams %R* considera, então, a diferença entre o preço de fecho atual e o maior máximo no período, comparando-o com o intervalo de variação desse mesmo período. O sistema tem um intervalo entre zero e -100 dentro do qual se fazem as leituras dos níveis de sobrecompra e sobrevenda. Quando o valor se encontra abaixo de -20, o mercado financeiro está numa fase de sobrecompra, sugerindo que o preço do ativo pode estar perto de uma reversão ou *pullback*. Por outro lado, quando o %R se encontra entre -80 e -100, é indicador que o mercado se encontra em fase de sobrevenda, havendo possibilidade de uma subida ou *rally*. Pode ser calculado da seguinte forma:

$$\%R = \frac{Hh_n - P_{hoje}}{Hh_n - Ll_n} \quad (11)$$

Se o preço cai enquanto o valor do oscilador sobe, surge um sinal longo. Caso o preço suba e o valor do oscilador é acompanhado de uma descida, ocorre um sinal curto, como se ilustra no Anexo 7.

Na Tabela 2 está reportado o tempo padrão (em dias) utilizado para o cálculo dos sinais de venda e compra de cada um dos indicadores de análise técnica para esta dissertação.

**Tabela 2** – Intervalos de tempo padrão de acordo com Murphy (1999) adotados para os sete indicadores de análise técnica

<b>Indicador</b>	<b>Parâmetro</b>	<b>Tempo padrão (dias)</b>
MACD	$(n_1, n_2)$	(12, 26)
<i>Bollinger Bands</i>	$n$	20
CCI	$n$	20
DMI	$n$	14
<i>Stochastic Oscillator</i>	$n$	14
RSI	$n$	14
<i>Williams R%</i>	$n$	14

Nota: Na implementação dos vários indicadores técnicos, foi seguida a metodologia de Murphy (1999). No sistema de *Bollinger Bands* estipularam-se bandas com um desvio-padrão de 2 unidades em relação à EMA. Para a emanção de sinais no sistema CCI, utilizaram-se como valores extremos do índice - 100 e +100. Já no indicador *Williams %R*, foram estabelecidas margens de negociação compreendidas entre 0 e -100.

## Capítulo 4 - Dados

### 4.1 - Descrição dos dados

Sabendo que existem diversos instrumentos financeiros que podem ser transacionados nos mercados financeiros, como valores mobiliários (ações, obrigações ou fundos de investimento), instrumentos financeiros derivados (futuros, opções ou *swaps*) ou outros ativos como *Exchange Trade Funds* (ETF), optou-se pelo estudo dos contratos de futuros<sup>13</sup>. Hull (2009) define contratos de futuros como “*um acordo entre duas partes para comprar ou vender num determinado momento no futuro por um preço previamente fixado*”. O titular de um contrato de futuros tem assim um direito, mas também uma obrigação de vender o ativo subjacente na maturidade do contrato nas condições previamente estabelecidas (Ferreira, 2008).

Desta forma, o estudo incide sobre os seguintes contratos de futuros: Crude Oil WTI Futures (CL), Bitcoin Futures CME (BMC) e o índice Euro Stoxx 50 Futures (FESX). Apesar da possibilidade de existência de efeitos de *spillover* entre as diferentes classes de ativos (Petróleo, Bitcoin e índice Euro Stoxx 50), procurou-se selecionar contratos (ver Tabela 3) com uma correlação baixa.

Foram recolhidas as cotações históricas de fecho diário, mínimo e máximo através da plataforma financeira *investing.com*, para o período temporal compreendido entre 1 de janeiro de 2018 e 31 de dezembro de 2022.

A negociação dos contratos de futuros sobre o Euro Stoxx 50 e sobre o petróleo acontece nos cinco dias úteis semanais e no caso dos futuros sobre a Bitcoin durante os 7 dias semanais, sendo assim diferente o número de observações disponível.

---

<sup>13</sup> A escolha por este produto financeiro prende-se com as suas características intrínsecas interessantes. É um derivado que permite ao investidor cobrir-se contra o risco associado à volatilidade dos mercados bolsistas, sendo também utilizado para explorar oportunidades lucrativas entre o mercado spot e o mercado de futuros (Gong *et al.* 2015 e Lu *et al.* 2021) isto é, fazer arbitragem. Han *et al.* (2016) enfatiza que “*os reduzidos custos de transação associados e a facilidade em vender a descoberto são atributos que atraem mais participantes de mercado a negociarem este tipo de produto*”. Er e Hushmat (2016) sublinham que “*os mercados de futuros são caracterizados por alta alavancagem e liquidez*”. Ao nível da literatura, trata-se de um instrumento menos estudado do que os ativos correspondentes no mercado *spot*.

**Tabela 3** - Características de cada contrato estudado

Ativo subjacente	Bolsa	Dimensão do contrato	Meses de vencimento <sup>14</sup>	Cotação
Petróleo	<i>New York Mercantile Exchange</i> (NYMEX)	1000 barris	Todos	USD/Barril
Bitcoin	<i>Chicago Mercantile Exchange</i> (CME)	5 bitcoins	Todos	USD/Bitcoin
Euro Stoxx 50	EUREX	10€ por ponto de índice	março, junho, setembro e dezembro	Pontos de índice

## 4.2 - Estatísticas descritivas

Para efeito de cálculo das rendibilidades, Montgomery *et al.* (2008), entre outros autores, indicam que a transformação das séries de cotações de fecho através de uma operação logarítmica, permite uma melhor interpretação da variação percentual, por ocorrer uma estabilidade na volatilidade dos dados.

Assim, as taxas de rendibilidade das cotações dos contratos de futuros sobre o petróleo, Bitcoin e Euro Stoxx 50 são dadas por:

$$R_t = \ln\left(\frac{p_t}{p_{t-1}}\right) \quad (12)$$

Em que:

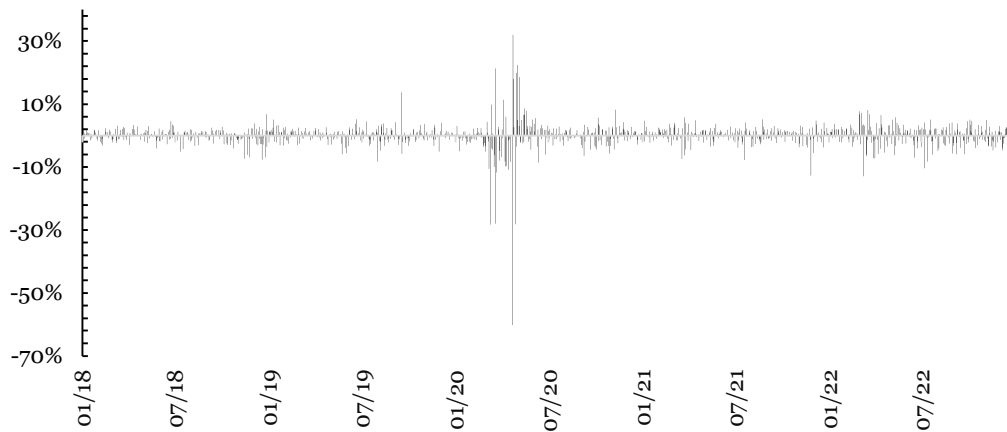
- $R_t$  = Taxa de rendibilidade diária dos contratos de futuros;
- $t$  = Dia pertencente ao intervalo 01/01/2008 a 31/12/2022;
- $p_t$  = Preço de fecho do ativo no dia  $t$ ;
- $p_{t-1}$  = Preço de fecho do ativo no dia  $t-1$ .

As Figuras 1,2 e 3 que, calculadas então através de rendibilidades logarítmicas, representam as séries de rendibilidade diária de cada um dos contratos em estudo no período temporal estudado.

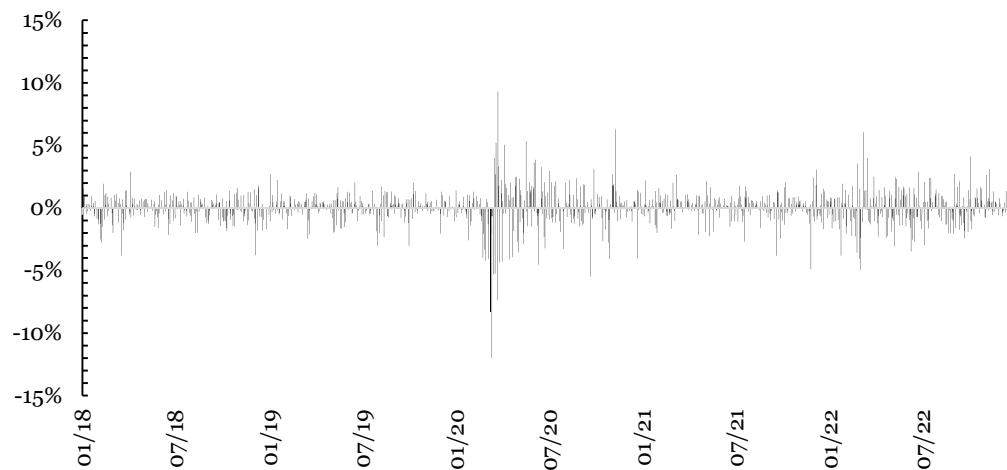
Tendo em conta as observações das séries cronológicas, é possível identificar a volatilidade provocada pela pandemia sobre os futuros sobre o petróleo e sobre o índice Euro Stoxx 50. É notório, também, que os contratos sobre a Bitcoin são os que apresentam, a longo prazo, maior instabilidade e, conseqüentemente, maior risco para

<sup>14</sup> Os contratos de Crude Oil WTI Futures (CL) e o Bitcoin Futures CME (BMC) têm um ciclo de expiração mensal, ou seja, os contratos de futuros vencem a cada mês. No mercado Crude Oil WTI Futures (CL) o dia de vencimento é o terceiro dia útil antes do dia 25 de cada mês, enquanto que no Bitcoin Futures CME (BMC) é na última sexta-feira do mês. Já no índice Euro Stoxx 50 Futures (FESX), os contratos vencem em quatro datas por ano, que corresponde à terceira sexta-feira de março, junho, setembro e dezembro.

o investidor. Apesar de globalmente mais estáveis na fase pós-pandemia, os futuros sobre o Euro Stoxx 50 apresentam um perfil de volatilidade compatível com o efeito de aglomeração de volatilidade<sup>15</sup>.

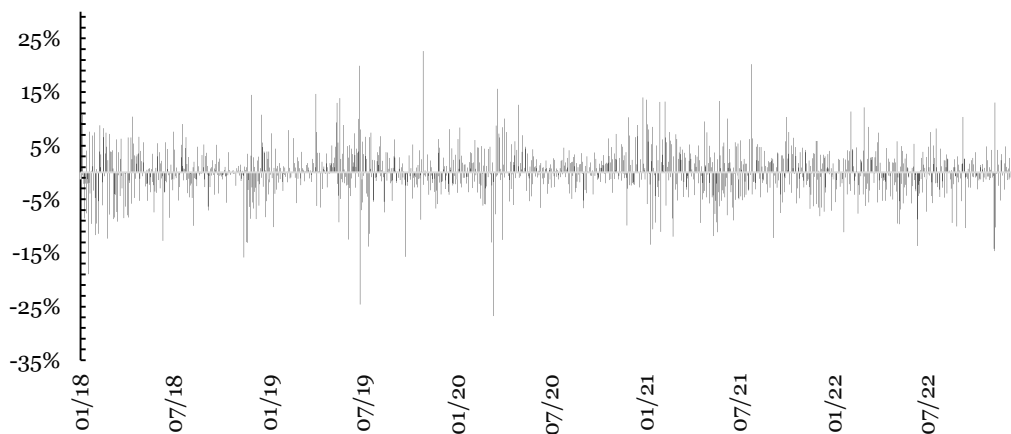


**Figura 1** - Evolução da rentabilidade diária do futuro sobre o petróleo



**Figura 2** - Evolução da rentabilidade diária do futuro sobre o Euro Stoxx 50

<sup>15</sup> Xu *et al.* (2021) indicam que este efeito acontece quando “a volatilidade é elevada, tenderá a flutuar significativamente durante um período de tempo e quando a volatilidade é reduzida, tenderá a flutuar em menor extensão”.



**Figura 3** - Evolução da rentabilidade diária do futuro sobre a Bitcoin

De modo a perceber melhor o comportamento dos mercados, torna-se importante analisar as estatísticas descritivas das rentabilidades diárias dos futuros sobre o Petróleo, Euro Stoxx 50 e a Bitcoin para o período entre 01/01/2018 a 31/12/2022. A Tabela 4 sumariza as estatísticas descritivas. Para complementar a análise descritiva, foram elaborados histogramas das taxas de rentabilidade dos futuros mencionados.

**Tabela 4** - Estatísticas descritivas das rentabilidades diárias dos mercados de futuros

	<b>Crude Oil WTI Futures</b>	<b>Euro Stoxx 50 Futures</b>	<b>Bitcoin Futures CME</b>
Nº de observações	1321	1548	1280
Média (%)	0.021	0.006	0.072
Máximo (%)	31.963	9.296	22.671
Mínimo (%)	-60.167	-11.990	-26.773
Desvio-Padrão (%)	3.697	1.355	4.227
Curtose	68.304	10.006	4.621
Assimetria	-3.201	-0.806	-0.210
Jarque-Bera	236 987 **	3 290 **	149 **
<i>P-value</i>	0.000	0.000	0.000
Volume (MM) <sup>16</sup>	427	49 018	7

\*\* Nível de significância de 1%

A Tabela 4 apresenta resultados próximos dos que se conhecem na literatura dos mercados financeiros. Em primeiro lugar, a taxa de rentabilidade média do mercado de futuros sobre o Euro Stoxx 50 é muito próxima de zero (0.006%) e o mercado de futuros sobre o petróleo obtém uma rentabilidade ligeiramente superior com 0.021%.

<sup>16</sup> Os volumes de transação nos mercados de futuros sobre petróleo, Euro Stoxx 50 e Bitcoin no período de amostra, foram recolhidos a partir das plataformas oficiais CME Group e EUREX.

Já o mercado de futuros sobre a Bitcoin destaca-se ao apresentar a maior taxa de rentabilidade média neste período (0.072%). Quanto à amplitude das rentabilidades, há que destacar o futuro sobre o petróleo. O futuro atingiu não só a maior rentabilidade máxima observada (31.963%), como também a rentabilidade mínima mais extrema (-60.167%) para o período estudado.

O cálculo do desvio-padrão comprova o que se observou a partir dos gráficos de rentabilidade, isto é, o mercado de futuros sobre a Bitcoin é o mais volátil, dado o seu desvio-padrão de 4.227% ( $\sigma = 0.042$ ) e o mercado de futuros sobre o Euro Stoxx 50 acaba por ser o menos volátil ( $\sigma = 0.013$ ).

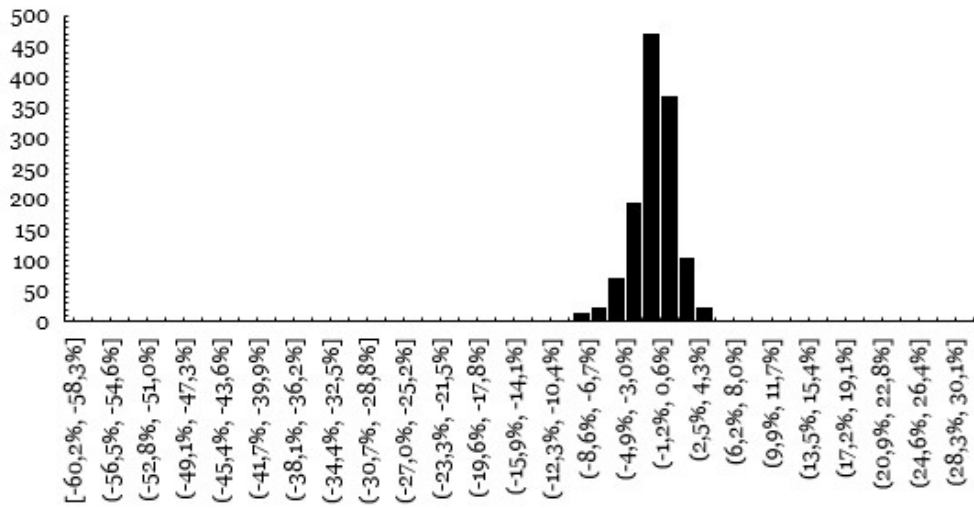
De forma a caracterizar a dispersão da distribuição, realizou-se uma análise combinada de duas medidas independentes. A assimetria (ou *skewness*) mede o grau de inclinação de uma distribuição, enquanto que a curtose (ou *kurtosis*) avalia o seu pico ou achatamento.

Os valores obtidos das taxas de rentabilidades diárias seguem um comportamento leptocúrtico ou alongado (curtose  $> 3$ ), quando comparado com uma distribuição normal. Na literatura financeira, este tipo de comportamento denomina-se por *fat tails*, sendo associado a ativos de maior risco, devido à probabilidade de movimentos inesperados e significativos nas cotações (valores extremos). O futuro sobre o petróleo destaca-se neste parâmetro com um valor de curtose de 68.304.

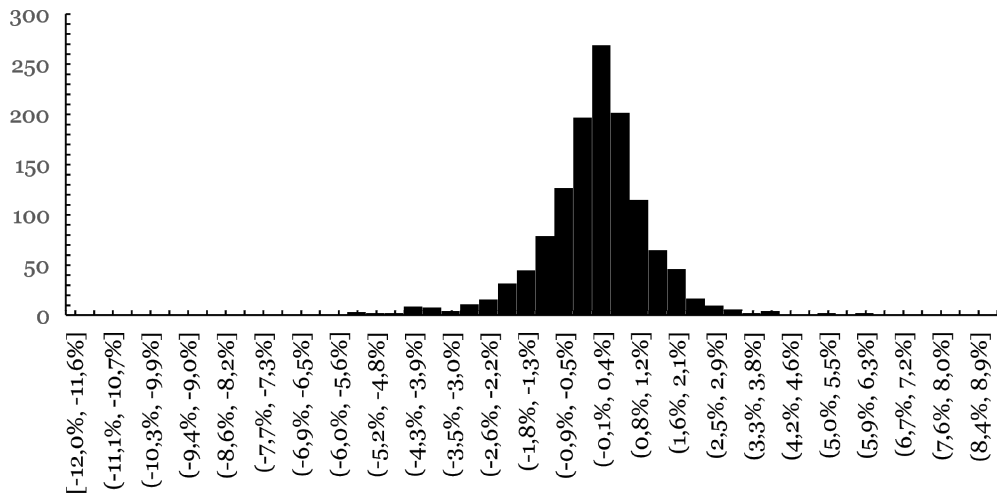
Por observação da Tabela 4, verifica-se que todos os mercados sofrem um enviesamento negativo, especialmente o futuro sobre o petróleo (-3.201). Esta tendência negativa, justifica-se não só pelo cálculo das taxas de retorno usando a função logarítmica, como também está associada à maior quantidade de dados que se encontra no primeiro quartil em comparação com o último quartil.

Tendo em conta este quadro de análise descritiva e as Figuras 4, 5 e 6 das taxas de rentabilidades, sugere-se que as três séries não seguem uma distribuição normal (assimetria = 0 e curtose = 3).

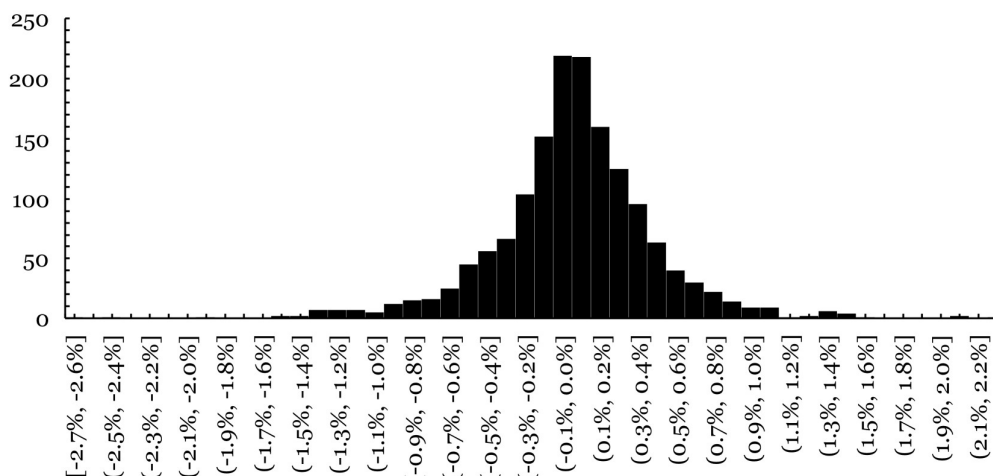
Para confirmar estes indícios, recorreu-se ao teste de normalidade de Jarque-Bera (1980). Este teste estatístico segue uma distribuição de qui-quadrado, testando a hipótese nula de que as séries seguem uma distribuição normal. Elaborando o teste, verifica-se que as três séries apresentam valores bastante elevados, com probabilidades (*p-values*) iguais a zero, pelo que é rejeitada a hipótese de que a distribuição das taxas de rentabilidade seja normal nas três séries.



**Figura 4** – Distribuição empírica da taxa de rentabilidade diária dos futuros sobre o Petróleo



**Figura 5** – Distribuição empírica da taxa de rentabilidade diária dos futuros sobre o Euro Stoxx 50



**Figura 6** – Distribuição empírica da taxa de rentabilidade diária dos futuros sobre a Bitcoin

## 4.2 - Análise de correlação

Tal como a Teoria das Carteiras sugere e Medo *et al.* (2009) também referem “*num mundo globalizado, em que um evento único pode ter implicações globais, nem as carteiras internacionais são imunes às correlações dos ativos*”. Assim, para diminuir a exposição ao risco de correlação entre ativos, é necessário que se construa uma carteira diversificada (Baitinger e Papenbrock, 2017).

Na prática, cada investimento implica necessariamente um risco mínimo, no entanto para assegurar que, nesta dissertação, são abordados mercados “independentes” sensíveis a diferentes variáveis, será calculada a correlação entre os mesmos, através do coeficiente de *Pearson*. Este coeficiente, quando aplicado às rentabilidades dos mercados, permite medir o grau de relação da evolução das respetivas cotações. Por outras palavras, quando se verificam tendências positivas em ambos os mercados, surgem correlações positivas e, inversamente, quando as tendências são opostas, a correlação é negativa. O coeficiente quantifica esse efeito para o período em análise.

**Tabela 5** - Matriz de Correlações entre as rentabilidades obtidas dos contratos de futuros no período entre 2018 a 2022 (valores de  $\rho$ )

	Crude Oil WTI Futures	Euro Stoxx 50 Futures	Bitcoin Futures CME
Crude Oil WTI Futures	1		
Euro Stoxx 50 Futures	0.213**	1	
Bitcoin Futures CME	0.140**	0.214**	1

\*\* . Nível de significância de 1%

Desta forma, ao analisar os valores de  $\rho$  da Tabela 5, que são representativos de um espaço temporal abrangente, mais precisamente de cinco anos, obtêm-se resultados conclusivos. As correlações na carteira de ativos são consideradas fracas entre si ( $\approx 0.200$ ), mas estatisticamente significativos para um nível de 1%. Assim, é possível concluir que se está perante uma carteira composta por ativos pouco correlacionados e, portanto, com menos risco de redundância quando chegar o momento de testar o desempenho das regras de análise técnica.

## Capítulo 5 – Discussão dos Resultados

No presente capítulo serão apresentados e analisados os resultados obtidos por esta investigação, tendo em vista a resposta às hipóteses de investigação elaboradas no terceiro capítulo. Nomeadamente, procura-se perceber qual o indicador técnico permite obter maior rentabilidade ajustada ao risco e confirmar a *performance* diferenciada entre indicadores de tendência e osciladores.

### 5.1 - Resultados da simulação da gestão da carteira de investimentos

Numa primeira fase, serão apresentadas três conjuntos de resultados<sup>17</sup>, cada um respeitante a um contrato em estudo, com os resultados alcançados com a aplicação de cada indicador técnico. As tabelas incluem as operações ganhas (ou acertos) e as rendibilidades médias diárias líquidas dos custos de transação propostos juntamente com os rácios de *Sharpe* e *Sortino* de cada indicador técnico<sup>18</sup>. Foram, ainda, calculados os testes *t-statistics* (ou *t-stat*) das rendibilidades anuais, de forma a compreender se a rentabilidade dos indicadores técnicos é estatisticamente diferente de zero. Se o teste *t-stat* for significativamente diferente de zero, não se pode rejeitar a hipótese nula. Os custos de transação demonstraram não ser significativos para os montantes disponíveis que foram surgindo ao longo do investimento, sendo omitido este fator nas tabelas.

Segue-se uma análise individual dos resultados das estratégias, tendo como principal objetivo apurar quais são os indicadores que, de forma isolada, são mais rentáveis.

---

<sup>17</sup> Pela dificuldade de enquadramento, indica-se nas Tabelas 6,7 e 8 “\*” para níveis de significância de 5% e “\*\*” para níveis de significância de 1%.

<sup>18</sup> A maioria dos valores discutidos no subcapítulo 5.1 representam as respetivas médias dos três mercados em questão, não tendo sido retirados diretamente das tabelas apresentadas.

**Tabela 6 - Performance** dos indicadores de análise técnica (contrato de futuros sobre o Euro Stoxx 50)

	Período	Nº de operações	Acertos (%)	Rendibilidade média diária (%)	Desvio Padrão (%)	t-stat	Rácio de Sharpe	Rácio de Sortino
MACD	2018	20	6 (30)	-0.397	8.712	-0.066	-0.046	-0.058
	2019	13	8 (62)	0.665	7.243	1.452	0.092	0.156
	2020	21	5 (24)	0.219	15.434	0.224	0.014	0.021
	2021	21	8 (38)	0.033	8.966	0.058	0.004	0.006
	2022	19	9 (47)	0.958	11.776	1.276	0.081	0.131
		<b>Σ = 94</b>	<b>Σ = 36 (38)</b>	<b><math>\bar{x} = 0.296</math></b>	<b><math>\bar{x} = 10.426</math></b>	<b>0.981</b>	<b><math>\bar{x} = 0.029</math></b>	<b><math>\bar{x} = 0.051</math></b>
Bollinger Bands	2018	3	2 (66)	-0.266	9.425	-0.448	-0.028	-0.037
	2019	5	5 (100)	0.881	6.103	2.141 *	0.144	0.219
	2020	3	1 (33)	-0.998	18.690	-0.828	-0.053	-0.066
	2021	3	2 (66)	0.654	8.109	1.242	0.081	0.122
	2022	3	1 (33)	0.396	13.375	0.458	0.029	0.044
		<b>Σ = 17</b>	<b>Σ = 11 (65)</b>	<b><math>\bar{x} = 0.133</math></b>	<b><math>\bar{x} = 11.140</math></b>	<b>0.288</b>	<b><math>\bar{x} = 0.035</math></b>	<b><math>\bar{x} = 0.282</math></b>
CCI	2018	5	4 (80)	0.054	8.982	0.096	0.006	0.008
	2019	12	9 (75)	0.487	8.815	0.876	0.055	0.086
	2020	7	6 (85)	2.241	15.379	2.327 *	0.015	0.019
	2021	9	7 (77)	0.129	10.694	0.192	0.012	0.066
	2022	8	5 (63)	0.201	14.385	0.223	0.014	0.020
		<b>Σ = 41</b>	<b>Σ = 31 (76)</b>	<b><math>\bar{x} = 0.622</math></b>	<b><math>\bar{x} = 11.651</math></b>	<b><math>\bar{x} = 1.812</math></b>	<b><math>\bar{x} = 0.020</math></b>	<b><math>\bar{x} = 0.040</math></b>
DMI	2018	24	5 (21)	-0.154	7.834	-0.310	-0.019	-0.029
	2019	23	10 (44)	0.332	7.276	0.711	0.456	0.073
	2020	27	7 (26)	-0.326	13.752	-0.377	-0.024	-0.032
	2021	25	9 (36)	0.261	9.105	0.461	0.029	0.045
	2022	28	11 (39)	0.098	11.231	0.242	0.088	0.013
		<b>Σ = 127</b>	<b>Σ = 42 (32)</b>	<b><math>\bar{x} = 0.042</math></b>	<b><math>\bar{x} = 9.839</math></b>	<b>0.196</b>	<b><math>\bar{x} = 0.106</math></b>	<b><math>\bar{x} = 0.014</math></b>
Stochastic Oscillator	2018	3	2 (66)	-0.014	8.203	-0.027	-0.002	-0.002
	2019	3	1 (33)	-0.442	9.476	-0.722	-0.047	-0.072
	2020	7	4 (57)	0.690	19.842	0.523	0.035	0.046
	2021	1	0 (0)	-0.488	10.871	-0.713	-0.045	-0.071
	2022	8	4 (50)	0.409	13.477	0.547	0.030	0.046
		<b>Σ = 22</b>	<b>Σ = 11 (50)</b>	<b><math>\bar{x} = 0.031</math></b>	<b><math>\bar{x} = 12.374</math></b>	<b>0.091</b>	<b><math>\bar{x} = -0.029</math></b>	<b><math>\bar{x} = -0.099</math></b>
RSI	2018	9	6 (67)	0.433	9.982	0.688	0.043	0.061
	2019	9	7 (78)	0.716	8.739	1.272	0.083	0.144
	2020	7	4 (57)	-0.047	20.778	-0.034	-0.002	-0.003
	2021	2	1 (50)	-0.165	11.055	-0.236	-0.015	-0.025
	2022	7	3 (43)	0.040	14.873	0.042	0.003	0.004
		<b>Σ = 34</b>	<b>Σ = 21 (62)</b>	<b><math>\bar{x} = 0.195</math></b>	<b><math>\bar{x} = 13.085</math></b>	<b>0.484</b>	<b><math>\bar{x} = 0.022</math></b>	<b><math>\bar{x} = 0.036</math></b>
Williams R%	2018	18	9 (50)	0.783	8.498	1.456	0.092	0.147
	2019	11	6 (55)	0.333	8.663	0.603	0.039	0.060
	2020	13	7 (54)	0.965	16.053	0.960	0.060	0.095
	2021	14	7 (50)	0.337	9.891	0.539	0.034	0.055
	2022	11	6 (55)	0.228	14.369	0.253	0.015	0.024
		<b>Σ = 67</b>	<b>Σ = 35 (55)</b>	<b><math>\bar{x} = 0.539</math></b>	<b><math>\bar{x} = 11.495</math></b>	<b>1.576</b>	<b><math>\bar{x} = 0.048</math></b>	<b><math>\bar{x} = 0.076</math></b>

**Tabela 7 - Performance** dos indicadores de análise técnica (contrato de futuros sobre a Bitcoin)

	Período	Nº de operações	Acertos (%)	Rendibilidade média diária (%)	Desvio Padrão (%)	t-stat	Rácio de Sharpe	Rácio de Sortino
MACD	2018	21	8 (38)	0.693	6.808	1.671	0.102	0.162
	2019	28	8 (29)	-0.100	8.055	-0.216	-0.012	-0.018
	2020	23	9 (39)	0.567	6.862	1.448	0.083	0.129
	2021	26	6 (23)	0.032	8.003	0.069	0.004	0.006
	2022	20	9 (45)	-0.248	7.034	-0.617	-0.035	-0.049
		<b>Σ = 118</b>	<b>Σ = 40 (34)</b>	<b><math>\bar{x}</math> = 0.189</b>	<b><math>\bar{x}</math> = 7.352</b>	<b>-0.617</b>	<b><math>\bar{x}</math> = 0.030</b>	<b><math>\bar{x}</math> = 0.046</b>
Bollinger Bands	2018	9	9 (100)	1.098	5.805	2.704 **	0.189	0.264
	2019	4	3 (75)	-0.217	17.365	-0.183	-0.013	-0.018
	2020	3	1 (33)	-1.302	10.374	-2.188 *	-0.126	-0.153
	2021	4	0 (0)	-0.771	11.921	-1.137	-0.065	-0.091
	2022	7	4 (57)	0.025	7.037	0.059	0.004	0.005
		<b>Σ = 27</b>	<b>Σ = 17 (63)</b>	<b><math>\bar{x}</math> = -0.233</b>	<b><math>\bar{x}</math> = 10.500</b>	<b>-0.855</b>	<b><math>\bar{x}</math> = -0.001</b>	<b><math>\bar{x}</math> = -0.007</b>
CCI	2018	7	4 (57)	0.271	7.355	0.627	0.037	0.156
	2019	4	1 (25)	-1.207	22.308	-0.883	-0.054	-0.077
	2020	7	3 (43)	-1.094	10.395	-1.807	-0.105	-0.122
	2021	6	2 (33)	-0.549	10.819	-0.883	-0.050	-0.072
	2022	7	4 (57)	0.244	7.050	0.596	0.035	0.053
		<b>Σ = 31</b>	<b>Σ = 14 (45)</b>	<b><math>\bar{x}</math> = -0.455</b>	<b><math>\bar{x}</math> = 11.542</b>	<b>-1.375</b>	<b><math>\bar{x}</math> = -0.027</b>	<b><math>\bar{x}</math> = -0.012</b>
DMI	2018	23	12 (52)	0.664	6.649	1.746	0.099	0.163
	2019	26	14 (54)	0.129	7.947	0.286	0.016	0.023
	2020	28	17 (61)	1.118	6.229	3.128 **	0.191	0.349
	2021	39	12 (31)	-0.508	7.929	-1.097	-0.064	-0.083
	2022	34	14 (41)	-0.322	7.002	-0.757	-0.046	-0.063
		<b>Σ = 150</b>	<b>Σ = 69 (46)</b>	<b><math>\bar{x}</math> = 0.216</b>	<b><math>\bar{x}</math> = 7.151</b>	<b>1.187</b>	<b><math>\bar{x}</math> = -0.039</b>	<b><math>\bar{x}</math> = 0.078</b>
Stochastic Oscillator	2018	5	3 (60)	-0.167	7.803	-0.358	-0.021	-0.028
	2019	2	0 (0)	-0.936	20.181	-0.803	-0.046	-0.067
	2020	4	1 (25)	-1.298	10.837	-2.060 *	-0.119	-0.145
	2021	5	1 (20)	-0.879	12.600	-1.231	-0.069	-0.098
	2022	6	4 (67)	0.105	6.974	0.258	0.015	0.022
		<b>Σ = 22</b>	<b>Σ = 9 (41)</b>	<b><math>\bar{x}</math> = -0.677</b>	<b><math>\bar{x}</math> = 11.679</b>	<b>-1.958</b>	<b><math>\bar{x}</math> = -0.048</b>	<b><math>\bar{x}</math> = -0.063</b>
RSI	2018	9	7 (78)	0.141	8.034	0.299	0.018	0.025
	2019	7	4 (57)	-1.095	21.679	-0.866	-0.051	-0.072
	2020	5	3 (60)	-1.246	10.677	-2.017 *	-0.017	-0.139
	2021	5	2 (40)	0.202	9.204	0.236	0.022	0.036
	2022	10	9 (90)	0.606	7.018	0.042	0.086	0.135
		<b>Σ = 36</b>	<b>Σ = 25 (69)</b>	<b><math>\bar{x}</math> = -0.278</b>	<b><math>\bar{x}</math> = 11.322</b>	<b>-0.921</b>	<b><math>\bar{x}</math> = 0.012</b>	<b><math>\bar{x}</math> = -0.003</b>
Williams R%	2018	12	6 (50)	0.060	7.723	0.129	0.008	0.011
	2019	10	5 (50)	-0.627	13.558	-0.772	-0.046	-0.062
	2020	7	4 (57)	-1.774	11.663	-2.656 **	-0.152	-0.182
	2021	17	9 (53)	0.641	9.524	1.305	0.067	0.111
	2022	14	7 (50)	0.935	6.596	2.355 *	0.142	0.252
		<b>Σ = 60</b>	<b>Σ = 31 (52)</b>	<b><math>\bar{x}</math> = -0.153</b>	<b><math>\bar{x}</math> = 9.813</b>	<b>-0.627</b>	<b><math>\bar{x}</math> = 0.004</b>	<b><math>\bar{x}</math> = 0.026</b>

**Tabela 8 - Performance** dos indicadores de análise técnica (contrato de futuros sobre o Petróleo)

	Período	Nº de operações	Acertos (%)	Rendibilidade média diária (%)	Desvio Padrão (%)	t-stat	Rácio de Sharpe	Rácio de Sortino
MACD	2018	21	10 (48)	0.461	15.605	0.538	0.029	0.042
	2019	27	9 (33)	-0.986	19.735	-0.810	-4.995	-0.079
	2020	17	5 (29)	-8.455	244.396	-0.723	-3.459	-0.037
	2021	17	9 (53)	1.393	16.358	1.371	0.085	0.137
	2022	30	5 (17)	-3.374	26.358	-1.908	-0.124	-0.163
		$\Sigma = 112$	$\Sigma = 38 (34)$	$\bar{x} = -2.192$	$\bar{x} = 64.212$	<b>-0.697</b>	$\bar{x} = -1.709$	$\bar{x} = -0.020$
Bollinger Bands	2018	4	2 (50)	0.416	18.760	0.316	0.022	0.031
	2019	4	4 (100)	0.895	15.376	0.898	0.058	0.089
	2020	2	0 (0)	-3.379	108.369	-0.497	-0.031	-0.091
	2021	6	3 (50)	-0.478	20.921	-0.365	-0.023	-0.032
	2022	5	3 (60)	0.809	26.739	0.468	0.030	0.047
		$\Sigma = 21$	$\Sigma = 12 (57)$	$\bar{x} = -0.347$	$\bar{x} = 38.033$	<b>-0.266</b>	$\bar{x} = 0.011$	$\bar{x} = 0.001$
CCI	2018	8	6 (75)	-0.087	18.277	-0.249	-0.016	-0.022
	2019	5	2 (40)	-0.255	19.474	-0.209	-0.013	0.139
	2020	7	4 (57)	-2.731	34.956	-1.255	-0.078	-0.099
	2021	6	1 (17)	-1.602	22.655	-1.125	-0.070	-0.098
	2022	6	3 (50)	-1.104	31.737	-0.538	-0.034	-0.051
		$\Sigma = 32$	$\Sigma = 16 (50)$	$\bar{x} = -1.156$	$\bar{x} = 24.419$	<b>-1.615</b>	$\bar{x} = -0.042$	$\bar{x} = -0.017$
DMI	2018	19	5 (26)	0.257	14.745	0.268	0.018	0.026
	2019	31	13 (42)	0.990	30.448	0.525	0.033	0.061
	2020	30	11 (37)	-3.423	226.993	-0.242	-0.015	-0.017
	2021	28	11 (39)	0.460	17.454	0.412	0.026	0.039
	2022	26	8 (31)	-1.704	25.573	-0.954	-0.067	-0.098
		$\Sigma = 134$	$\Sigma = 48 (36)$	$\bar{x} = -0.684$	$\bar{x} = 63.045$	<b>0.196</b>	$\bar{x} = 0.001$	$\bar{x} = 0.001$
Stochastic Oscillator	2018	6	4 (67)	-0.063	17.471	-0.588	-0.036	-0.048
	2019	5	3 (60)	0.847	18.501	0.731	0.046	0.072
	2020	4	2 (25)	-5.579	113.357	-0.783	-0.049	-0.065
	2021	5	3 (40)	-1.184	22.709	-0.833	-0.052	-0.075
	2022	7	4 (57)	0.491	29.445	0.271	0.017	0.026
		$\Sigma = 27$	$\Sigma = 14 (52)$	$\bar{x} = -1.098$	$\bar{x} = 40.297$	<b>-0.789</b>	$\bar{x} = 0.015$	$\bar{x} = -0.018$
RSI	2018	8	7 (88)	-0.042	18.152	-0.036	-0.002	-0.027
	2019	5	2 (40)	-0.307	19.944	-0.244	-0.015	-0.023
	2020	6	2 (33)	-5.344	140.476	-0.605	-0.038	-0.049
	2021	4	3 (75)	-0.561	22.184	-0.401	-0.025	-0.039
	2022	5	3 (60)	-0.446	29.534	-0.244	-0.015	-0.022
		$\Sigma = 28$	$\Sigma = 17 (59)$	$\bar{x} = -1.286$	$\bar{x} = 46.058$	<b>-0.754</b>	$\bar{x} = -0.019$	$\bar{x} = -0.027$
Williams R%	2018	14	7 (50)	0.319	17.540	0.288	0.018	0.255
	2019	7	4 (57)	-1.644	21.333	-1.255	-0.077	-0.009
	2020	10	5 (50)	-4.389	72.351	-0.920	-0.061	-0.079
	2021	11	6 (55)	-1.673	21.113	-1.269	-0.079	-0.113
	2022	9	5 (56)	-0.776	31.519	-0.389	-0.025	-0.036
		$\Sigma = 51$	$\Sigma = 27 (53)$	$\bar{x} = -1.633$	$\bar{x} = 32.771$	<b>-1.314</b>	$\bar{x} = -0.045$	$\bar{x} = 0.001$

### 5.1.1 - Resultados - MACD

O MACD é um indicador muito sensível aos movimentos do mercado, o que se explica pela diferente ponderação que cada uma das EMA dá às cotações mais recentes, tornando-o mais responsivo a variações de preços mais recentes. Com uma média de acertos próxima de 35%, o MACD acaba por ser um oscilador com uma das piores eficácias do conjunto de indicadores.

Ao nível da rentabilidade diária média líquida, apresenta resultados menos favoráveis, particularmente no mercado de futuros sobre petróleo (-2.192%). Este resultado negativo explica-se pelo mercado de futuros sobre petróleo ser considerado um mercado com alguma volatilidade associada, o que leva o MACD a criar mais sinais falsos. Tal fica demonstrado, através da pior rentabilidade obtida e o maior desvio-padrão dos indicadores no ano de 2020 no mesmo mercado, dada a turbulência causada pela pandemia nos preços do petróleo.

Ao nível dos rácios de *Sharpe* e *Sortino*, apresenta valores muito próximos de zero nos mercados de futuros sobre a Bitcoin e sobre o Euro Stoxx 50, sugerindo que o investimento pode não compensar adequadamente o risco tomado.

### 5.1.2 - Resultados - RSI

Em termos de operações, o RSI é o indicador técnico que obtém o melhor rácio de acertos, com 64% das operações a revelarem-se ganhadores. Por ser um indicador que sugere correções do ativo/índice em situações de sobrecompra/sobrevenida, obtém uma percentagem média de acertos francamente positiva (69%) no mercado de futuros sobre a Bitcoin. Tal como o CCI, o RSI obtém um bom rácio de acertos derivado das características inerentes ao mercado de futuros sobre o petróleo (elevada dependência da fatores externos e especulação), onde se assiste a *bull markets* e *bear markets* muito fortes.

No entanto, num mercado em que o RSI poderia obter uma boa *performance*, o indicador obtém uma rentabilidade líquida média diária negativa de -0.456%, obtendo valores de desvio-padrão relativamente altos, principalmente no mercado de futuros sobre o petróleo (2020 com desvio-padrão de 140.476%).

Ao nível dos rácios de *Sharpe* e de *Sortino*, são obtidos valores praticamente nulos o que, tal como os demais indicadores, demonstra que o RSI não é um indicador que permita que se concretize um investimento que compensador do risco associado.

### **5.1.3 - Resultados - *Bollinger Bands***

Relativamente às *Bollinger Bands*, encontrámos um indicador pouco nervoso, devido à construção das bandas com um desvio-padrão igual a 2 comparativamente à banda do meio, o que suaviza as leituras, criando uma média de 4 operações por ano. Não obstante cerca de 62% das operações que sinaliza representam ganhos efetivos para o investidor.

O investidor ao decidir recorrendo apenas aos sinais gerados por este sistema, obteria uma rentabilidade média diária líquida nos três mercados muito próxima de 0, mais concretamente uma perda média de -0.089%.

Apresenta níveis relativamente mais baixos de desvio-padrão em períodos mais estáticos, ainda que numa leitura absoluta, os níveis sejam elevados, particularmente no mercado de futuros sobre o petróleo (38.033%). Parece apresentar uma menor flutuação de ganhos/perdas em mercados mais tendenciosos (o que seria de esperar de um indicador de tendência).

Na mesma medida, apresenta rácios de *Sharpe* e *Sortino* negativos no mercado de futuros sobre a Bitcoin (-0.001 e -0.007, respetivamente) e muito próximos de zero no mercado de futuros sobre o petróleo. Foi, claramente, um indicador com mau desempenho neste estudo.

### **5.1.4 - Resultados - CCI**

Por utilizar uma SMA do preço típico e pré-definir como valores de sobrevenida/sobrecompra em 100 e -100 o CCI acaba por ser pouco sensível (média de 7 operações por ano), mesmo em mercados bastante voláteis. Não obstante, obtém uma média de acertos aceitável (57%) em relação aos restantes indicadores, com destaque para o mercado de futuros sobre o índice Euro Stoxx 50, em que alcança um rácio médio de acerto 76%.

Apesar de se verificar alguma estabilização relativa nos desvios-padrão das rentabilidades médias obtidas, o CCI obtém rentabilidades negativas nos mercados de futuros sobre o petróleo (-0.455%) e sobre a Bitcoin (-1.156%), o que indica que o CCI é um indicador que apresenta alguma fragilidade em mercados instáveis.

Adicionalmente, nestes mercados, o CCI obtém um rácio médio de *Sharpe* negativo (-0.019) e de *Sortino* praticamente nulo (0.044), o que demonstra que o indicador não permite construir carteiras incapazes de gerar retornos positivos face ao risco incorrido neste tipo de investimento.

### **5.1.5 - Resultados - DMI**

O DMI é o indicador mais sensível do conjunto, dado que responde rapidamente às variações nas tendências, tendo uma média de 27 operações por ano, das quais 38% se traduzem num ganho para o investidor. É, por isso, um dos indicadores menos eficazes do grupo de indicadores estudado.

No entanto, as características inerentes ao DMI que lhe permitem ser um indicador que mede a força e direção de uma tendência, tornam-no mais rentável nos mercados menos voláteis do grupo. No caso, o indicador obtém rendibilidade positiva, ainda que fracamente significativa, nos mercados de futuros sobre Euro Stoxx 50 e sobre o petróleo, com 0.042% e 0.216%, respetivamente. Os maus resultados no mercado de futuro sobre a Bitcoin, explicam-se pela volatilidade do mercado que provoca que as linhas +DI e -DI oscilem bastante, tornando complicada a interpretação dos sinais gerados.

O elevado desvio-padrão registado, principalmente no mercado de futuro sobre petróleo (63.045%), é indicativo de que o indicador pode obter rendibilidades muito díspares. Quanto aos rácios de *Sharpe* e de *Sortino*, o DMI apresenta valores médios (0.272 e 0.135, respetivamente), sendo o que melhor compensa o risco suportado, de entre os indicadores técnicos analisados.

### **5.1.6 - Resultados - *Stochastic Oscillator***

O *Stochastic Oscillator* é um indicador que demonstra baixa sensibilidade (média de 4 operações por ano), derivada do seu mecanismo %K Lenta/%D Sinal que suaviza o impacto das flutuações de curto prazo. Atinge uma média de acertos relativamente baixa de 48%. Por ser um oscilador, é geralmente mais eficaz em mercados onde existem movimentos ascendentes ou descendentes bruscos das cotações, revelando maior eficácia no mercado de futuro sobre o petróleo (59%).

Acabou por ser o indicador que mais prejuízo implicou para o investidor, ao apresentar o pior valor de rendibilidade líquida média diária de entre os indicadores técnicos estudados (-0.581%), com valores de desvio-padrão também mais acentuados que os restantes indicadores técnicos, ou seja, está na origem de uma carteira com pior rendibilidade e maior risco total.

Analisando as médias de rácios de *Sharpe* e de *Sortino* (-0.021 e -0.061, respetivamente), constata-se que o investidor está a experienciar um investimento com um indicador muito desfavorável de retorno ajustado ao risco assumido, sendo uma forma de investimento a evitar, principalmente em mercados mais firmes.

### 5.1.7 - Resultados - *Williams %R*

O *Williams %R*, com uma média de 12 operações ao ano, é um indicador que mantém um rácio de acertos muito constante nos três mercados em cerca de 53%, não obtendo um rácio especialmente alto em nenhum dos mercados. No entanto, um aspeto a destacar é a sua estabilidade ao nível de acertos mesmo em momentos mais voláteis. Isto significa que o indicador, aplicado no tipo de mercados que é teoricamente mais adequado, terá alguma capacidade em fornecer sinais precisos.

Apesar de ser um oscilador que funciona melhor em situações de mercado em que as cotações podem sofrer reversões bruscas, tal como o *Stochastic Oscillator*, revela melhor rendibilidade no mercado de futuros sobre o Euro Stoxx 50 (0.539%) e uma rendibilidade negativa no mercado de futuros sobre a Bitcoin (-1.633%), por exemplo.

Verifica-se um rácio de *Sharpe* praticamente nulo e um rácio de *Sortino* em 0.034, o que demonstra, mais uma vez, ser um indicador que não conseguiu construir carteiras que remunerassem adequadamente os investidores.

## 5.2 – Análise ao desempenho das estratégias de investimento

A Tabela 9 apresenta uma síntese das rendibilidades líquidas médias obtidas com a aplicação dos indicadores técnicos no conjunto de mercados estudados.

**Tabela 9** - Rendibilidades líquidas obtidas ao longo do período de amostra dos indicadores técnicos para todos os mercados analisados

	<b>MACD</b>	<b>Bollinger Bands</b>	<b>CCI</b>	<b>DMI</b>	<b>Stochastic Oscillator</b>	<b>RSI</b>	<b>Williams %R</b>
Euro Stoxx 50 Futures (FESX)	0.296	0.133	0.622	0.042	0.031	0.195	0.539
Crude Oil WTI Futures (CL)	0.189	-0.233	-0.455	0.216	-0.677	-0.278	-0.153
Bitcoin Futures CME (BMC)	-2.192	-0.347	-1.156	-0.684	-1.098	-1.286	-1.633
Rendibilidade média diária da carteira (%)	-0.569	-0.089	-0.329	-0.142	-0.581	-0.456	-0.416

Após o apuramento dos resultados, percebe-se de forma imediata que nenhum dos sete indicadores técnicos obtém rendibilidades médias líquidas positivas. Não obstante dos resultados negativos, com a desagregação do período total da amostra (5 anos) em subperíodos anuais, é possível retirar elações sobre a comparação dos indicadores.

Primeiramente, é possível verificar que os indicadores de tendências (DMI e *Bollinger Bands*), de forma relativa, obtêm rendibilidades negativas menores, se compararmos com as rendibilidades obtidas dos osciladores (MACD, CCI, *Stochastic Oscillator*, RSI e *Williams %R*). A teoria sugere que os indicadores de tendência são instrumentos que obtêm melhores resultados em mercados mais contínuos e que os osciladores permitem melhores rendibilidades em mercados mais voláteis (Kirkpatrick e Dahlquist, 2011). No entanto, verificando as rendibilidades anuais dos sete indicadores, principalmente no mercado de futuros sobre o petróleo que foi bastante fustigado pela pandemia e guerra comercial EUA-China, que apresentou uma volatilidade como nenhum outro mercado, evidencia-se que a diferença de rendibilidade entre os dois tipos de indicadores não é significativa. Chen *et al.* (2018) sugerem que a semelhança de resultados entre os dois tipos de indicadores se explica porque “a melhor estratégia já não demonstra superioridade sobre as restantes, assim que os custos de transação são levados em conta, causando perdas causadas pela frequência de transações”. De qualquer modo, os custos de transação não parecem ser relevantes no nosso estudo.

As rendibilidades negativas obtidas, que vão de encontro aos resultados alcançados nos estudos de Yen e Hsu (2010) e Psaradellis (2018) podem, também, ser explicadas pela discrepância de cotações entre dias seguidos, que, eventualmente, é causada por dois fatores. Em primeiro lugar, pela necessidade de *roll-over* nos dias de vencimento dos contratos ou por efeito de alguma manipulação de mercado.

Estes sinais falsos, são comprovados pelas observações nas Tabelas 6, 7 e 8 que afiguram a ineficiência geral dos indicadores, com rácios de acerto compreendidos entre 39% e 65%. Kang (2021) explica que os falsos sinais ocorrem, principalmente, em indicadores que recorrem as médias móveis das cotações históricas, que os levam a sofrer um *lag* num maior ou menor grau, comparativamente com os preços de mercado atuais. Além disto, as tendências de mercado são apenas detetadas quando já ocorreram. Neste parâmetro, o RSI demonstra ter a maior capacidade de gerar sinais rentáveis, dada a sua adequação em mercados mais voláteis. Tal como esperado, merece destaque o facto de os osciladores obterem um melhor rácio de acertos comparativamente com os indicadores de tendência em mercados ou períodos mais voláteis, como o mercado de futuros sobre a Bitcoin e sobre o petróleo.

Analisando detalhadamente a componente estatística da investigação, verifica-se que os resultados dos testes *t-stat* presentes nas Tabelas 6, 7 e 8 para o período total (5 anos), indicam que as rendibilidades obtidas não são estatisticamente significativas. Posto isto, as rendibilidades obtidas não fornecem evidências suficientes para se rejeitar a hipótese nula. Examinando os resultados de forma mais pormenorizada, constata-se

que os osciladores obtêm valores de *t-stat* relativamente superiores, com níveis de significância semelhantes aos dos indicadores de tendência, sendo o tipo de indicador estatisticamente mais significativo. Esta conclusão vai ao encontro com o estudo de Yen e Hsu (2010), que concluem que os indicadores estatisticamente mais significativos são os osciladores em mercados financeiros e de *commodities*.

Outro fator a ser mencionado relaciona-se com o risco assumido pelo investidor ao longo dos investimentos. Nas tabelas dos resultados verifica-se que, em mercados com tendências mais suportadas, como o mercado de futuros sobre o Euro Stoxx 50, os indicadores de tendências apresentam melhores rácios de *Sharpe* e de *Sortino*, em comparação com os osciladores. Além disto, analisando os valores de desvio-padrão das rendibilidades para o mesmo mercado, verifica-se que os indicadores de tendências obtêm valores ligeiramente mais baixos, mesmo em alturas de maior volatilidade como nos anos 2020 e 2021 (período em que se desencadeou o *Brexit* e pandemia), comparativamente com os osciladores.

Com a aplicação dos indicadores de tendência, o investidor teria melhores hipóteses de antecipação das crises mencionadas, obtendo maior estabilidade e um retorno mais “aceitável” pelo risco assumido. Acaba por ser uma classe de indicadores mais adequada para investidores que procuram a segurança e minimização de perdas.

## Capítulo 6 – Conclusões, contribuições e propostas para investigações futuras

Como se verificou na componente teórica da presente dissertação, a utilização da Análise Técnica, numa ótica de auxiliar os investidores a perceber o melhor *timing* para abrir ou fechar uma posição nos mercados financeiros, não é consensual. De qualquer modo, a maioria dos estudos centra-se nos mercados *spot*, havendo uma ausência mais acentuada de estudos aplicados aos mercados de futuros.

Neste sentido, procurou-se investigar quais os indicadores técnicos (MACD, *Bollinger Bands*, CCI, DMI, *Stochastic Oscillator*, RSI e *Williams %R*), que obtêm melhor *performance*, de forma isolada, em mercados de futuros pouco correlacionados. Para o efeito, estipularam-se diversos pressupostos de forma a criar um ambiente de investimento minimamente realista, tendo sido considerados os custos de transação, uma margem de manutenção e a dimensão do contrato do ativo subjacente.

Face ao que se propôs estudar, constata-se que as estratégias de Análise Técnica não apresentam um desempenho satisfatório que compense o risco assumido pelo investidor.

Em primeiro lugar, nenhum dos sete indicadores técnicos obtêm rendibilidades médias líquidas positivas, destacando-se o *Stochastic Oscillator*, que acaba por ser o indicador com a pior *performance* (-0.581%). Apesar dos fracos resultados, é claramente perceptível que, após a comparação dos resultados entre os dois tipos de indicadores, se verifica que os indicadores de tendências obtêm rendibilidades negativas menores, comparativamente com os osciladores.

Adicionalmente, todos os indicadores técnicos revelaram ser estratégias que fazem o investidor suportar um risco bastante elevado, principalmente em momentos de maior instabilidade nos mercados. O desvios-padrão das rendibilidades das carteiras, quando vistos de forma absoluta, são valores bastante altos, o que, há que reconhecer, já seria algo esperado devido à alavancagem dos futuros.

A desagregação da análise do período total da amostra em subperíodos anuais, permitiu evidenciar conjunturas que merecem ser destacadas. Primeiramente, havendo mercados com diferentes níveis de volatilidade, seria expectável obter rendibilidades diferentes entre as duas classes de indicadores. No entanto, os resultados obtidos demonstram que não existe uma diferença de rendibilidades significativa, que pode ser causada pelos *gaps* suficientemente grandes nas cotações que levam os indicadores técnicos a emanarem sinais falsos.

Quanto ao fator “fiabilidade”, o indicador que obteve o maior rácio de transações que representaram ganhos para o investidor foi o RSI, com 69%, chegando a obter 90% de acertos em 2019 no mercado de futuros sobre a Bitcoin. Isto explica-se pelo facto de serem abordados dois mercados que se podem considerar voláteis – o mercado de futuros sobre o petróleo e sobre a Bitcoin – o que, teoricamente, melhora a qualidade dos sinais dos osciladores, como o RSI.

De forma a colmatar algumas limitações da presente investigação, seria interessante enquadrar o estudo com uma estratégia ativa de investimento que conciliasse dois indicadores, de forma a apurar se o uso simultâneo de dois (ou mais) indicadores conseguiria apresentar um melhor perfil de rendibilidade/risco. Uma sugestão seria a aplicação paralela do MACD com o RSI, que é bastante utilizada por investidores e até por investigadores.

Como se verificou, os indicadores técnicos aplicados conduziram, na generalidade, a perdas significativas dos montantes investidos, pelo que também seria importante investigar de que forma as ordens *stop-loss* contribuiriam para a atenuação das perdas em mercados voláteis.

## Referências Bibliográficas

Alexander, S. (1961). Price movements in speculative markets: trends or random walks. *Industrial Management Review*, Vol. 2, pp. 7–26.

Allen, F. e Karjalainen, R. (1999). Using genetic algorithms to find technical trading rules. *Journal of Financial Economics*, Vol. 51, pp. 245–271. [https://doi.org/10.1016/S0304-405X\(98\)00052-X](https://doi.org/10.1016/S0304-405X(98)00052-X).

Bachelier, L. (1900). Théorie de la Speculation. *Annales Scientifiques de l'École Normale Supérieure*, Vol. 3(17), pp. 21-86.

Banga, J. e Brorsen, B. (2019). Profitability of alternative methods of combining the signals from technical trading systems. *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, Vol. 26(1), pp. 32–45. <https://doi.org/10.1002/isaf.1442>.

Eduard Baitinger, E Papenbrock, J. (2017). Interconnectedness Risk and Active Portfolio Management: The Information-theoretic Perspective. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2909839>.

Boyd, M. e Brorsen, B. (1991). Factors Related to Futures Market Disequilibrium. *Canadian Journal of Agricultural Economics/Revue Canadienne D'agroéconomie*, Vol. 39(4), pp. 769–778. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7976.1991.tb03637.x>.

Bitcoin Futures Quotes – CME Group. Disponível em: [www.cmegroup.com/markets/cryptocurrencies/bitcoin/bitcoin.quotes.html#venue=gl-obex](http://www.cmegroup.com/markets/cryptocurrencies/bitcoin/bitcoin.quotes.html#venue=gl-obex). Acesso em 14 set. 2023.

Brock, W., Lakonishock, J. and LeBaron, B. (1992) Simple technical trading rules and the stochastic properties of stock returns. *Journal of Finance*. Vol. 47, pp. 1731–1764. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1992.tb04681.x>.

Chen, J., Zhou, Y. e Wang, X. (2018). Profitability of simple stationary technical trading rules with high-frequency data of Chinese Index Futures. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, Vol. 492, pp. 1664–1678. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2017.11.088>.

Chiang, M., Chiu, H. e Kuo, W. (2021). Predictive ability of similarity-based futures trading strategies. *Pacific-Basin Finance Journal*, Vol. 68. <https://doi.org/10.1016/j.pacfin.2021.101616>.

Corbet, S., Eraslan, V., Lucey, B., e Sensoy, A. (2019). The effectiveness of technical trading rules in cryptocurrency markets. *Finance Research Letters*. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3454216>.

DeMiguel, V., Nogales, F., e Uppal, R. (2014). Stock return serial dependence and out-of-sample portfolio performance. *Review of Financial Studies*. Vol 27, pp. 1031–1073.

EURO STOXX 50 ® Index Futures. Disponível em: [www.eurex.com/ex-en/markets/idx/stx/blc/EURO-STOXX-50-Index-Futures-160088](http://www.eurex.com/ex-en/markets/idx/stx/blc/EURO-STOXX-50-Index-Futures-160088). Acesso em: 13 set. 2023

Fama, E. (1965). Random walks in stock market prices. *Financial Analysts Journal*, Vol. 21(5), pp. 55–59.

- Fama, E. (1970). Efficient capital markets: A review of theory and empirical work. *The Journal of Finance*. Vol. 25, pp. 383-417.
- Fama, E. (1991). Efficient capital markets: II. *The Journal of Finance*, Vol. 46(5), pp. 1575–1617.
- Fama, E. e M. Blume. (1966). Filter rules and stock market trading. *Journal of Business*. Vol. 39, pp. 226-241. <http://dx.doi.org/10.1086/294849>.
- Ferreira, D. (2008). Futuros e Outros Derivados – Ganhar (e não Perder) nas Bolsas e nos Mercados OTC. *Lisboa: Edições Sílabo*.
- Gerritsen, D., Bouri, E., Ramezanifar, E. e Roubaud, D. (2020). The profitability of technical trading rules in the Bitcoin market. *Finance Research Letters*, Vol.34. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2019.08.011>.
- Gong, C., Ji, S., Su, L., Li, S., e Ren, F. (2016). The lead–lag relationship between stock index and stock index futures: A thermal optimal path method. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, Vol. 444, pp. 63–72. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2015.10.028>.
- Grobys, K., Ahmed, S. e Sapkota, N. (2019). Technical trading rules in the cryptocurrency market. *Finance Research Letters*. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2019.101396>.
- Han, Y., Hu, T. e Yang, J. (2016). Are there exploitable trends in commodity futures prices?, *Journal of Banking Finance*. Vol. 70, pp. 214-234. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2016.04.013>.
- Houthakker, H. (1961). Systematic and random elements in short-term price movements. *American Economic Review*. Vol. 51, pp. 164–172.
- Hull, J. (2009). Options, Futures and Other Derivatives. *Eastern economy Editions*.
- James, F. (1968). Monthly moving averages – an effective investment tool?. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*. Vol 3, pp. 315–326.
- Jarque, C. e Bera, A. (1980). Efficient tests for normality, homoscedasticity and serial independence of regression residuals. *Economics Letters*. Vol (6), pp. 255–259. [https://doi.org/10.1016/0165-1765\(80\)90024-5](https://doi.org/10.1016/0165-1765(80)90024-5).
- Jensen, C. e Benington, A. (1970). Random walks and technical theories: some additional evidence. *Journal of Finance*. Vol. 25, pp. 469–482.
- Jiang, H., Habib, A. e Hasan, M. (2020). Short Selling: A Review of the Literature and Implications for Future Research. *European Accounting Review*, Vol. 1(31). <https://doi.org/10.1080/09638180.2020.1788406>.
- Jondeau, E. e M, Rockinger. (2006). Optimal Portfolio Allocation Under Higher Moments. *European Financial Management*. Vol. 12(1), pp. 29–55. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.498322>.
- Kamble, R. (2017). Short and long term stock trend prediction using decision tree. *International Conference on Intelligent Computing and Control Systems*. pp. 1371-1375. <http://10.1109/ICCONS.2017.8250694>.

- Kang, B. (2021). Improving MACD Technical Analysis by Optimizing Parameters and Modifying Trading Rules: Evidence from the Japanese Nikkei 225 Futures Market. *Journal of Risk and Financial Management*. Vol. 14(1), p. 37. <https://doi.org/10.3390/jrfm14010037>.
- Kendall, M. (1953). The analysis of economic time series, Part I. Prices. *Journal of the Royal Statistical Society*. Vol. 96, pp.11–25. <https://doi.org/10.2307/2980947>.
- Kirkpatrick II, C. e Dahlquist, J. (2011). Technical Analysis: The Complete Resource for Financial Market. *Technicians FT Press*. 3<sup>a</sup> Edição.
- Koza, J. (1992). Genetic Programming: On the Programming of Computers by Means of Natural Selection. *Cambridge, MA: MIT Press*.
- Levy, A. (1967). Relative strength as a criterion for investment selection. *Journal of Finance*. Vol. 22, pp. 595–610. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1967.tb00295.x>.
- Leuthold, R. (1972) Random walk and price trends: the live cattle futures market. *Journal of Finance*. Vol. 27, pp. 879–889. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1972.tb01318.x>.
- Li, B., Zhang, D. e Zhou, Y. (2017). Do trend following strategies work in Chinese futures markets? *Journal of Futures Markets*. Vol. 37(12), 1226–1254. <https://doi.org/10.1002/FUT.21856>.
- Lo, W. e Hasanhodzic, J. (2009). The Heretics of Finance: Conversations with Leading Practitioners of Technical Analysis. *New York: John Wiley & Sons*.
- Lu, X., Liu, K., Lai, K., Cui, H. (2021). The Relationship between Crude Oil Futures Market and Chinese/US Stock Index Futures Market Based on Breakpoint Test. *Entropy*. Vol. 23. <https://doi.org/10.3390/e23091172>.
- Lui, Y. e Mole, D. (1998). The use of fundamental and technical analyses by foreign exchange dealers: Hong Kong evidence. *Journal of International Money and Finance*. Vol. 17(3), pp. 535-545. [https://doi.org/10.1016/S0261-5606\(98\)00011-4](https://doi.org/10.1016/S0261-5606(98)00011-4).
- Lukac, L., Brorsen, B. e Irwin, S. (1988). A test of futures market disequilibrium using twelve different technical trading systems. *Applied Economics*. Vol. 20, pp. 623–639. <https://doi.org/10.1080/00036848800000113>.
- Malkiel, B. (2003). The efficient market hypothesis and its critics. *Princeton University, CEPS Working Paper*. No. 91. <https://doi.org/10.1257/089533003321164958>.
- Medo, M., Yeung, C. e Zhang, Y. (2009). How to quantify the influence of correlations on investment diversification. *International Review of Financial Analysis*, Vol. 18(1-2), pp. 34–39. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2009.01.001>.
- Metghalchi, M., Marcucci, J. e Chang, Y. (2012). Are moving average trading rules profitable? Evidence from the European stock markets. *Applied Economics*, pp. 1539-1559. <https://doi.org/10.1080/00036846.2010.543084>.
- Murphy, J. (1999). Technical Analysis of the Financial Markets: A Comprehensive Guide to Trading Methods and Applications. *New York Institute of Finance*.

- Neely, C. (2003). Risk-adjusted, ex ante, optimal technical trading rules in equity markets. *International Review of Economics and Finance*. Vol. 12, pp. 69–87. [https://doi.org/10.1016/S1059-0560\(02\)00129-6](https://doi.org/10.1016/S1059-0560(02)00129-6).
- Northcott, A. (2009). The complete guide to using candlestick charting: How to earn high rates of return-safely. *Ocala: Atlantic Publishing Group Inc*. No. 1601382944
- Olasolo, A., Pérez, M. e Ruiz, V. (2016). Active investment strategies in the Spanish futures market: a solution to avoid data snooping bias. *Applied Economics Letters*, Vol. 23(9), pp. 609-613. <https://doi.org/10.1080/13504851.2015.1093075>.
- Park, C. e Irwin, S. (2007). What do we know about the profitability of technical analysis? *Journal of Economic Surveys*. Vol. 21(4), pp. 786-826. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6419.2007.00519.x>.
- Park, C. e Irwin, S. (2009). A reality check on technical trading rule profits in the U.S. futures markets. *Journal of Futures Markets*, <https://doi.org/10.1002/fut.20435>.
- Phillips, P. e Perron, P. (1988). Testing for a Unit Root in Time Series Regression, *Oxford University Press*. Vol. 75(2), pp. 335-346.
- Psaradellis, I., Laws, J., Athanasios A. e Sermpinis, P. (2018). Performance of technical trading rules: evidence from the crude oil market. *The European Journal of Finance*. Vol. 25(17), pp. 1793-1815. <https://doi.org/10.1080/1351847X.2018.1552172>.
- Resta, M., Pagnottoni, P. e De Giuli, M. (2020). Technical Analysis on the Bitcoin Market: Trading Opportunities or Investors' Pitfall?. *Risks*. Vol. 8(2), p. 44. <https://doi.org/10.3390/risks8020044>.
- Roberts, M. (2003). Technical analysis in commodity markets: risk, returns, and value. NCR-134 Conference on *Applied Commodity Price Analysis, Forecasting, and Market Risk Management*.
- Samuelson, P. 1965. Proof that Properly Anticipated Prices Fluctuate Randomly. *Industrial Management Review*. Vol. 6, pp. 41–49.
- Silva, M. (2015). Bolsa - Investir nos Mercados Financeiros. *Bookout*. 4ª Edição.
- Silva, N. (2001). Eficácia da Análise Técnica no Mercado Accionista Português. *Universidade de Coimbra*.
- David, S., Wang, N, Wang, Y. e Zychowicz, E. (2016). Sentiment and the Effectiveness of Technical Analysis: Evidence from the Hedge Fund Industry. *Journal Of Financial And Quantitative Analysis*. Vol. 51(6), pp.1991-2013. <https://doi.org/10.1017/S0022109016000843>.
- Sortino, F. e Lee N. (1994). Performance Measurement in a Downside Risk Framework Price. *The Journal of Investing Fall*. Vol. 3(3), pp. 59 – 64. <https://doi.org/10.3905/joi.3.3.59>.
- Sullivan, R., Timmermann, A. e White, H. (1999). Data snooping, technical trading rule performance, and the bootstrap. *Journal of Finance*. Vol (54), pp. 1647–1691.
- Van Horne, J. e Parker, G. (1967). The random-walk theory: an empirical test. *Financial Analysts Journal* Vol. 23, pp. 87–92. <https://doi.org/10.2469/FAJ.V23.N687>.

Wang, J. (2000). Trading and hedging in S&P 500 spot and futures markets using genetic programming. *Journal of Futures Markets*. Vol. 20, pp. 911–942.

Wilder, J. (1978). *New Concepts in Technical Trading Systems*. North Caroline: Hunter. 1ª Edição, pp. 63-69.

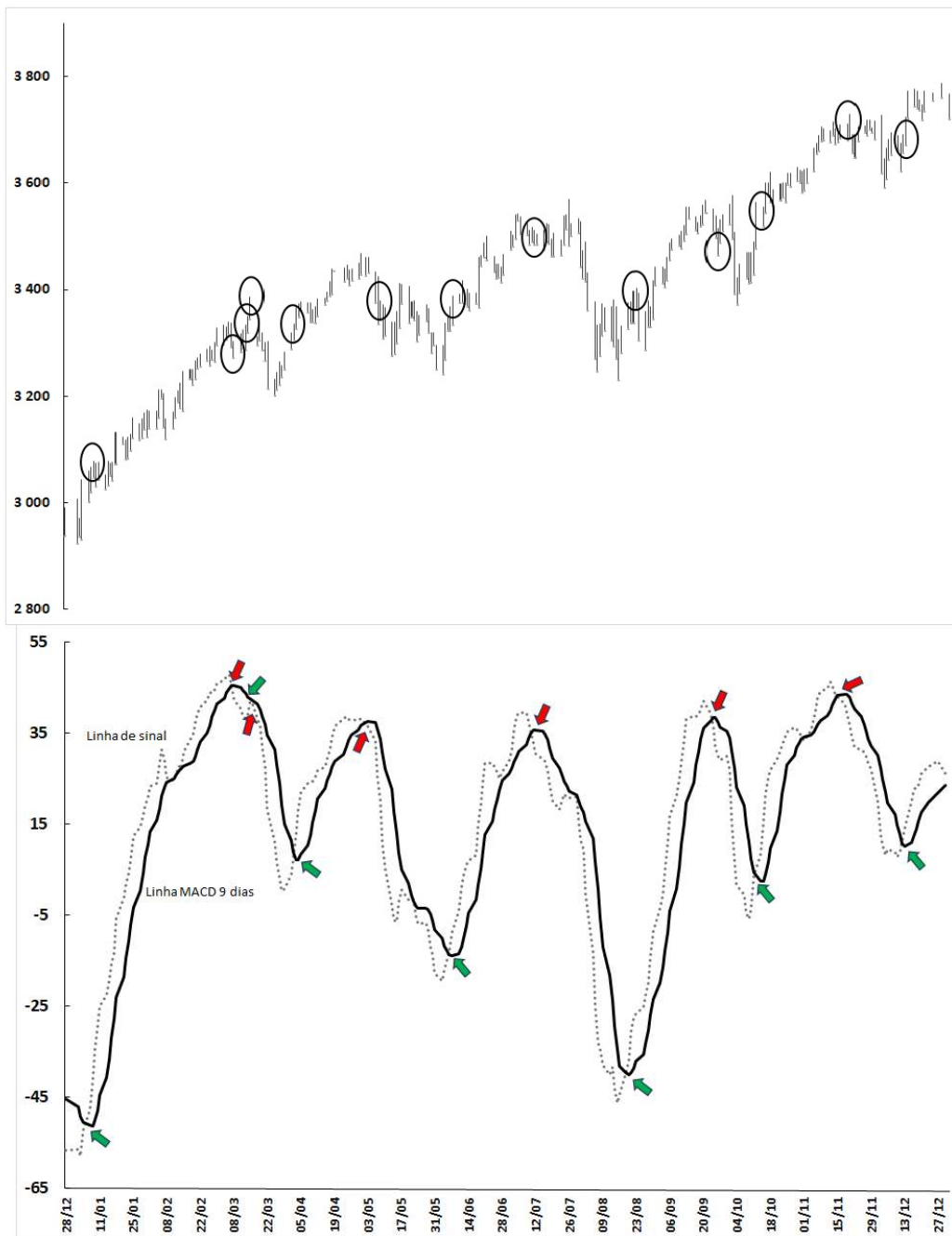
Xu, Y., Xia, Z., Wang, C., Gong, W., Liu, X. e Su, X. (2021). An Empirical Analysis of the Price Volatility Characteristics of China's Soybean Futures Market Based on ARIMA-GJR-GARCH Model. *Hindawi Journal of Mathematics*. <https://doi.org/10.1002/adma.202007344>

Yen, S. e Hsu, Y. (2010). Profitability of technical analysis in financial and commodity futures markets – A reality check. *Decision Support Systems*, Vol. 50(1), 128–139. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2010.07.008>.

# Anexos

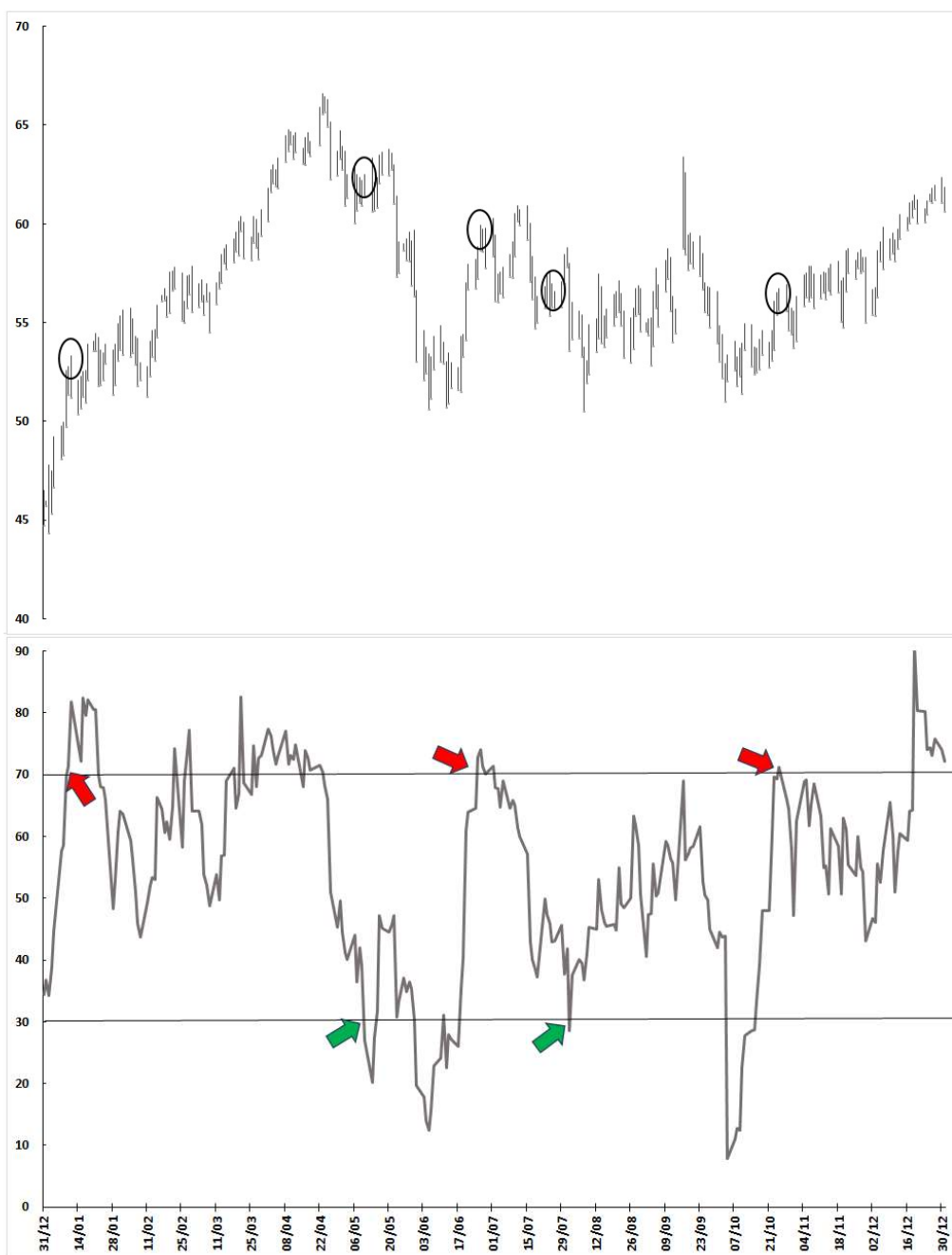
## Anexo 1 – Sinais de compra e venda (MACD)

Gráfico 1 – Sinais de compra e venda do indicador MACD (Euro Stoxx 50 Futures em 2019)



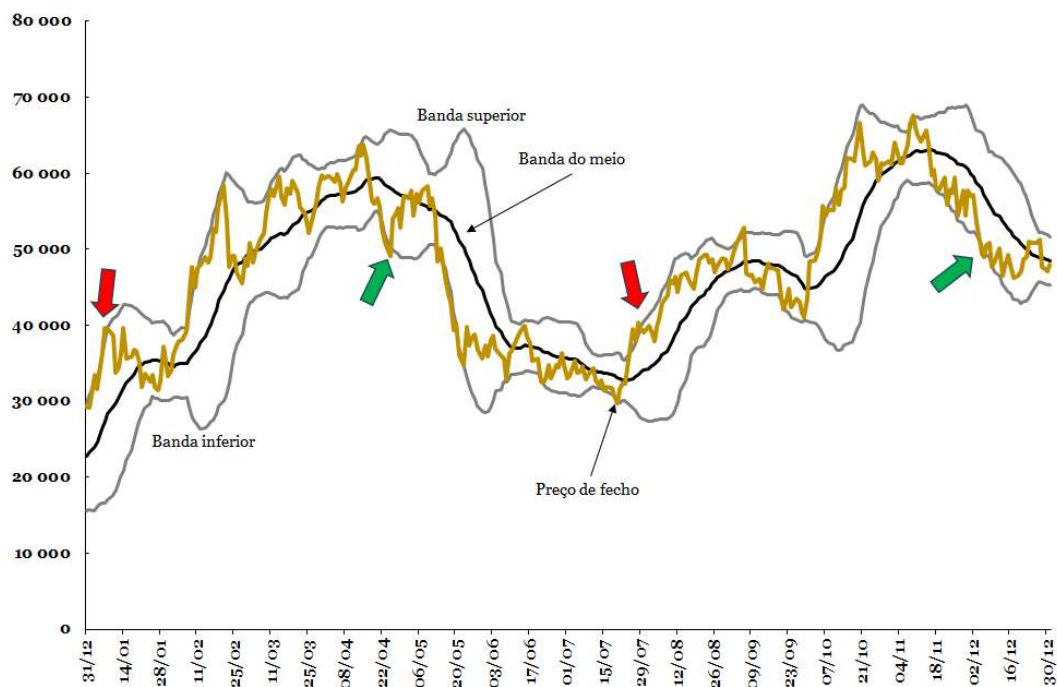
## Anexo 2 – Sinais de compra e venda (RSI)

Gráfico 2 - Sinais de compra e venda do indicador RSI (Crude Oil WTI Futures em 2019)



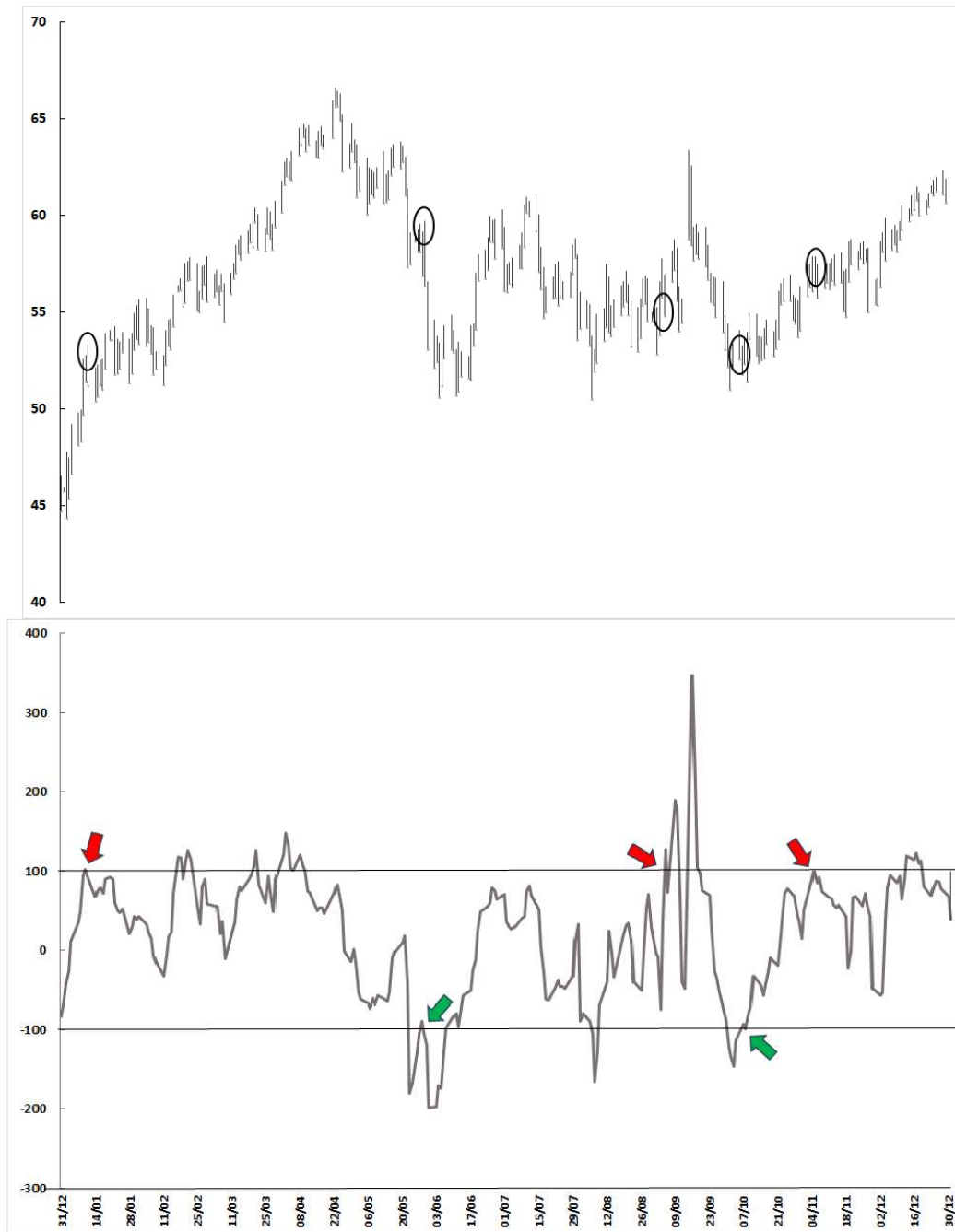
## Anexo 3 – Sinais de compra e venda (*Bollinger Bands*)

Gráfico 3 – Sinais de compra e venda do indicador *Bollinger Bands* (*Bitcoin Futures CME* em 2021)



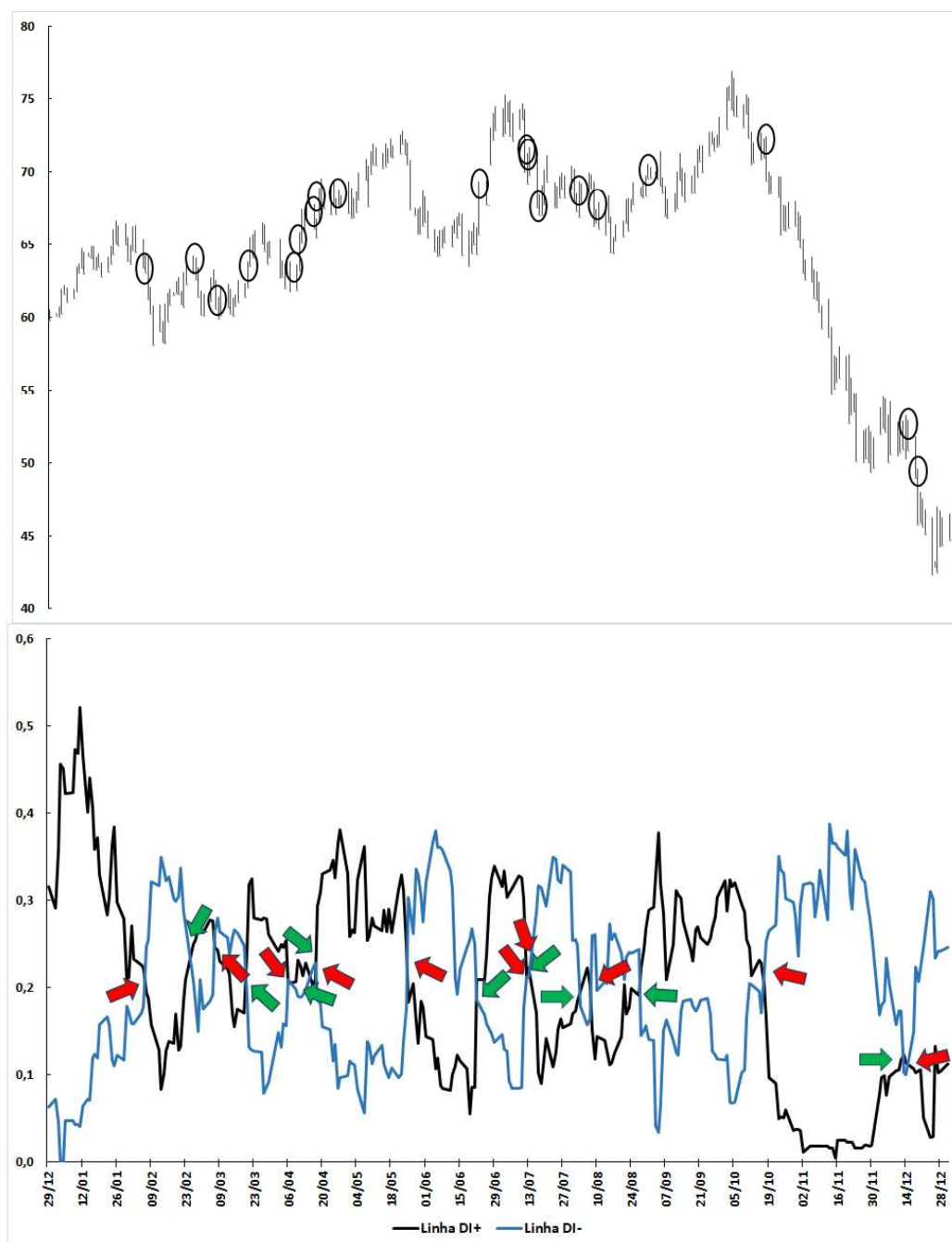
## Anexo 4 – Sinais de compra e venda (CCI)

Gráfico 4 - Sinais de compra e venda do indicador RSI (Crude Oil WTI Futures em 2019)



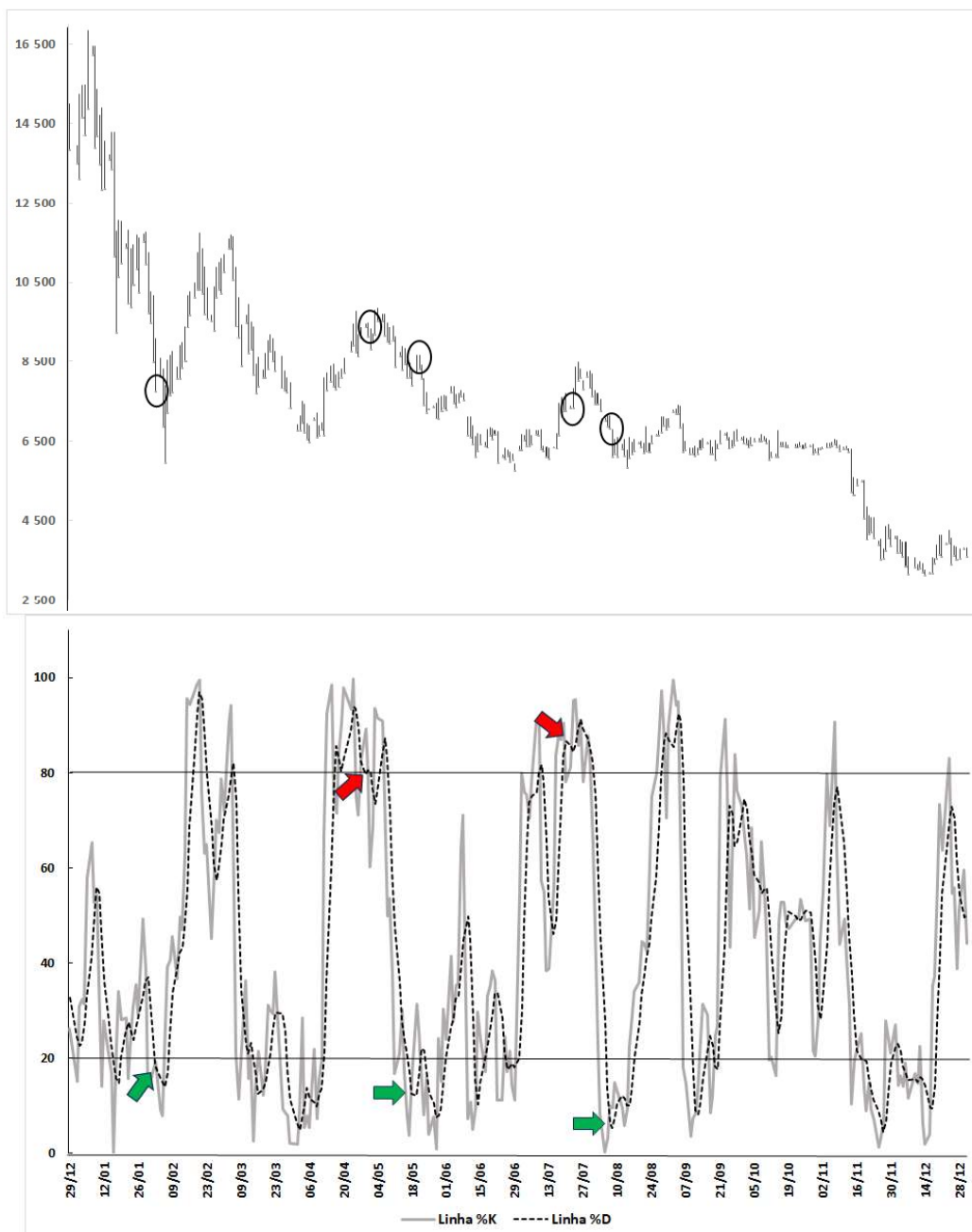
## Anexo 5 – Sinais de compra e venda (DMI)

Gráfico 5 - Sinais de compra e venda do indicador DMI (*Crude Oil WTI Futures em 2018*)



## Anexo 6 – Sinais de compra e venda (Stochastic Oscillator)

Gráfico 6 – Sinais de compra e venda do indicador Stochastic Oscillator (Bitcoin Futures CME em 2018)



## Anexo 7 – Sinais de compra e venda (*Williams %R*)

Gráfico 7 - Sinais de compra e venda do indicador Williams %R (Crude Oil WTI Futures em 2019)

